

بررسی پاسخ جوجه‌های گوشتی به استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره‌های حاوی سویای پرچرب اکسترو شده در دماهای گوناگون

محمود رضا حیدری^۱، بهروز دستار^۲، سید ناصر موسوی^{۳*}، رضا میرشکار^۴، سید عبدالله حسینی^۵ و مجید عباسی^۶
۱. و ۲. دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳. دانشیار، گروه علوم دامی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۵. استاد، مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۶. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴)

چکیده

تعداد ۱۴۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس-۳۰۸، سن یک تا ۴۲ روزگی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار در شش تکرار (۳۰ قطعه در هر تکرار) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی صفر (بر پایه کنجاله سویا) و ۱۵ درصد دانه سویای خام، دانه سویای پرچرب اکسترو شده در دمای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس با مقادیر صفر و ۰/۰۲ درصد آنزیم پروتئاز بودند. استفاده از دانه سویای خام موجب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و وزن نسبی لاشه و همچنین افزایش ضریب تبدیل خوراک و وزن لوزالمعدة شد ($P < 0/01$). آنزیم پروتئاز سبب بهبود افزایش وزن در جیره‌های حاوی دانه سویای خام شد ($P < 0/01$). ضریب تبدیل خوراک در جیره‌های حاوی کنجاله و دانه خام سویا به هنگام استفاده از آنزیم پروتئاز بهبود یافت ($P < 0/01$). دمای اکسترو کردن، شاخص‌های عملکرد رشد پرنده‌های آزمایشی را تحت تأثیر قرار نداد. جیره حاوی دانه سویای خام بدون آنزیم، سطح کلسترول خون را افزایش داد ($P < 0/05$). بر اساس نتایج، استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره‌های حاوی کنجاله سویا یا دانه سویای خام عملکرد جوجه‌های گوشتی را بهبود داد؛ با این وجود، چنین اثری در جیره‌های حاوی سویای پرچرب اکسترو شده، کم‌رنگ بود.

کلیدواژه‌ها: آنزیم پروتئاز، دانه سویا، عملکرد، فرآوری.

Investigation on the effects of dietary protease supplementation in broiler diets containing full-fat soybean extruded at different temperatures

Mahmoud Reza Heidari¹, Behrouz Dastar², Seyed Naser Mousavi^{3*}, Reza Mirshekar⁴,
Seyed Abdollah Hosseini⁵, Majid Abbasi⁶

1, 2, 4. Ph.D. Student, Professor, and Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3. Associate Professor, Department of Animal Science, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

5. Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

6. M.Sc. Graduate, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: Jan. 29, 2022 - Accepted: Feb. 13, 2022)

ABSTRACT

For this experiment 1440 Ross 308 male broilers (from 1 to 42 days of age) were used in a randomized complete block design with eight treatments in six blocks. Experimental diets included: soybean meal (control treatment), raw soybeans, full-fat soybeans extruded (15%) at 90 and 150°C, and each of them with 0.02% or without (0.0) protease enzyme supplementation. The use of raw soybean compared to soybean meal or extruded full-fat soybean significantly reduced feed intake, body weight and relative carcass weight, as well as increased feed conversion ratio and pancreatic weight ($P < 0.01$). weight gain was improved in diets supplemented by protease enzyme compared to diets containing raw soybean ($P < 0.01$). Feed conversion ratio was improved in diets containing raw soybean and soy bean meal by dietary protease supplementation ($P < 0.01$). Extrusion temperature did not affect the growth performance of experimental birds. Diet containing raw soybean without enzyme increased blood cholesterol levels ($P < 0.05$). According to the findings of this study, the use of protease enzyme in diets containing soybean meal or raw soybean can improve the performance of broilers However, such effect is less pronounced in diets containing extruded full-fat soybean meal.

Keywords: Performance, processing, protease enzyme, soybean.

* Corresponding author E-mail: snmousavi@hotmail.com

مقدمه

امروزه، سویه‌های اصلاح‌شده جوجه‌های گوشتی به لحاظ ژنتیکی از استعداد بالایی جهت حداکثر رشد و افزایش وزن برخوردار هستند. استفاده از آنزیم‌های با منشأ خارجی (اگزوژنوس) در تغذیه طیور، امری رایج جهت افزایش بازده استفاده از خوراک و بهبود عملکرد گله محسوب می‌شود (Yadav & Sah, 2005; Yu *et al.*, 2007; Amerah *et al.*, 2011; Lourenco *et al.*, 2020).

آنزیم‌های پروتئاز دسته‌ای از آنزیم‌ها هستند که هضم پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به پپتیدها و اسیدهای آمینه (واحد سازنده پروتئین‌ها) را تسهیل می‌کنند. نشان داده‌شده است که افزودن آنزیم پروتئاز به جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و اسیدهای آمینه می‌شود (Freitas *et al.*, 2011). علاوه بر این، مکمل نمودن جیره جوجه‌های گوشتی با آنزیم پروتئاز، ضمن افزایش قابلیت هضم پروتئین‌ها و کاهش دفع نیتروژن محیطی از طریق فضولات، به عنوان یک عامل تغذیه‌ای در جهت کمک به حفظ محیط زیست عمل می‌نماید (Oxenboll *et al.*, 2011).

در بین انواع منابع پروتئین گیاهی، کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه سویا به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین پروتئین موردنیاز طیور محسوب می‌شود. دانه کامل سویا، پیش از انجام هرگونه عملیات روغن‌کشی را سویای پرچرب یا فولفت سویا می‌نامند. طی سال‌های اخیر، تمایل به استفاده از سویای پرچرب در صنعت خوراک دام رو به فزونی بوده است (Heger *et al.*, 2016)؛ چرا که سویای پرچرب به‌عنوان منبعی غنی از انرژی و پروتئین با دارا بودن حدود ۱۸ درصد چربی خام (روغن) و ۳۶ درصد پروتئین خام (Dalólio *et al.*, 2016) می‌تواند به‌صورت نسبی جایگزینی مناسب و اقتصادی برای ترکیب روغن و کنجاله سویا که به‌صورت معمول در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود (Popescu & Criste, 2003)، باشد. با این‌وجود، دانه سویای خام، حاوی مقادیر قابل‌توجهی از انواع ترکیبات ضد-تغذیه‌ای همچون مهارکننده‌های تریپسین، لکتین‌ها، ساپونین‌ها و پروتئین‌های آنتی‌ژنیک است (Masey O'Neill *et al.*, 2018).

که وجود سطوح بالای آن‌ها در خوراک، موجب محدودیت استفاده از سویای پرچرب (Rada *et al.*, 2017) و در صورت مصرف، منجر به افت عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود (Erdaw *et al.*, 2017).

استفاده از حرارت راهکاری مؤثر در راستای کاهش سطح برخی از این ترکیبات ضد مغذی محسوب می‌گردد (Mirghelanj *et al.*, 2013)، درحالی‌که به‌کارگیری فرآیند حرارتی کنترل نشده می‌تواند برخی مواد مغذی ضروری موجود در دانه سویا را تخریب کند (Chunmei *et al.*, 2010) و یا قابلیت هضم آن‌ها را کاهش دهد (Rocha *et al.*, 2014; Erdaw *et al.*, 2017) که این موضوع درنهایت منجر به کاهش رشد و تضعیف عملکرد خواهد شد (Kaankuka *et al.*, 1996). با این‌وجود، از دیدگاه دانش تغذیه و به لحاظ بهبود قابلیت هضم پروتئین‌ها، فرآوری مواد خوراکی با هدف کاهش سطح ترکیبات مهارکننده آنزیم‌های گوارشی سودمند است (Kårlund *et al.*, 2021).

فرآوری دانه سویا، علاوه بر خنثی‌سازی مواد ضد تغذیه‌ای، موجب افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی آن می‌شود. یکی از مهم‌ترین روش‌های فرآوری دانه سویا، روش اکستروژن مرطوب می‌باشد. اساس این روش بر استفاده از نیروی فشار همراه بخار آب و اعمال سطح مناسبی از دما در زمان کوتاه (HTST; Hight Temperature Short Time) استوار است (Abedini, 2014). در بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف سویای پرچرب در جیره جوجه‌های گوشتی، گزارش شده است استفاده از سویای پرچرب اکستروژن شده تا سطح ۱۵ درصد جیره و جایگزینی کنجاله و روغن سویا با آن بدون هرگونه اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی امکان‌پذیر است (Mirghelanj *et al.*, 2013). در تحقیق دیگری نشان داده شده است، جایگزینی سویای پرچرب اکستروژن شده تا سطح ۱۴ درصد جیره به‌جای روغن و کنجاله سویا، شاخص‌های مرتبط با عملکرد جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (Subuh *et al.*, 2002).

مطالعاتی مبنی بر از بین رفتن برخی مواد ضد تغذیه‌ای سویا (نظیر لکتین‌ها) تحت تأثیر فرآوری

سوای پرچرب فرآوری شده به روش اکستروژن مرطوب (Wet-Extrusion) به ترتیب در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس بودند. هر یک از چهار جیره آزمایشی پایه، با ۰/۲ درصد (بر اساس توصیه تولیدکننده) آنزیم سرین پروتئاز (RONOZYME® ProAct, DSM Animal Nutrition & Health, Switzerland) مکمل شدند و به این شکل ۸ تیمار تشکیل شد. به منظور توزیع یکنواخت و همگن آنزیم در ترکیب دان، پیش از ساخت هر یک از جیره‌های حاوی پروتئاز، یک پیش‌مخلوط (Premix) از آنزیم مورد آزمایش تهیه و در ساخت خوراک مورد نظر استفاده شد. علاوه بر این، جهت حصول اطمینان هر چه بیشتر از توزیع یکنواخت آنزیم در جیره‌های ساخته شده، میزان فعالیت آنزیم افزوده شده به خوراک ضمن نمونه‌برداری از جیره‌های آزمایشی، اندازه‌گیری شد (Biopract GmbH Lab, Germany). جهت ساخت جیره‌های حاوی سوای پرچرب، از دانه سوای مربوط به یک محموله مشخص، استفاده گردید. در جیره‌های حاوی سوای پرچرب اکستروژن شده، دانه سوای ابتدا آسیاب و سپس با استفاده از یک دستگاه اکستروژن مرطوب تجاری از نوع تک مارپیچ (Single-Screw) برای مدت زمان ۱۵ تا ۲۰ ثانیه فرآوری شد. بدین منظور، ضمن بررسی دمای حسگر دستگاه اکستروژن در محل نازل، در مرحله نخست، نمونه فرآوری شده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس تولید شد و در ادامه با بالا بردن فشار به کمک افزودن به دور الکتروموتور دستگاه و متعاقباً افزایش تدریجی دما، نمونه فرآوری شده در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس به دست آمد.

پیش از تنظیم جیره‌ها، با استفاده از روش طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک (NIRS؛ ایوانیک ایران)، مواد خوراکی استفاده شده در جیره‌های آزمایشی شامل: ذرت، کنجاله سوای، دانه سوای خام و سوای پرچرب اکستروژن شده از نظر ترکیب مواد مغذی (پروتئین خام و اسیدهای آمینه) و همچنین شاخص‌های پایه کیفیت فرآوری سوای شامل: میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز (Urease activity)، شاخص پراکندگی پروتئین (PDI)، شاخص حلالیت پروتئین در محلول هیدروکسید پتاسیم (PSI) و میزان فعالیت مهارکننده آنزیم تریپسین (TIA؛ Nutrilab

حرارتی وجود دارد (Fasina et al., 2004). از سوای، یکی از راه‌کارهای تغذیه‌ای جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای کنجاله و دانه سوای، استفاده از مکمل‌های آنزیمی حاوی پروتئاز است. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که افزودن آنزیم پروتئاز به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند اثر منفی مواد ضد تغذیه‌ای سوای، همچون ممانعت‌کننده تریپسین را کاهش دهد (Dourado et al., 2011; Pettersson & Pontoppidan, 2013). از این گذشته، استفاده از آنزیم پروتئاز، می‌تواند منجر به تجزیه کن‌گلیسینین (Conglycinin) و بتاکن‌گلیسینین (β -Conglycinin) موجود در دانه سوای خام شود که هر دو از پروتئین‌های آنتی‌ژنیک محسوب می‌شوند (Hessing et al., 1996). با این همه، پژوهش‌های صورت گرفته در موضوع کاربرد توأم آنزیم پروتئاز و سوای پرچرب اکستروژن‌شده در تغذیه جوجه‌های گوشتی بسیار محدود است. به نظر می‌رسد استفاده از آنزیم پروتئاز در تغذیه جوجه‌های گوشتی، بتواند تا حدی اثر منفی مواد ضدتغذیه‌ای سوای به ویژه در شرایط نامطلوب فرآوری حرارتی را کاهش دهد. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر افزودن آنزیم پروتئاز به جیره‌های حاوی دانه سوای خام و سوای پرچرب اکستروژن شده در دماهای متفاوت بر عملکرد، صفات لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون جوجه‌های گوشتی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مؤسسه تحقیقات علوم دامی ایران در سال ۱۳۹۹ انجام شد. تعداد ۱۴۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه از آمیخته تجاری راس-۳۰۸ با سن گله مادر ۵۵ هفته و میانگین وزن $43/0 \pm 0/6$ گرم تهیه شد. جوجه‌ها از سن یک تا ۴۲ روزگی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و شش تکرار برای هر تیمار به تعداد ۴۸ واحد آزمایشی (پن) با مساحت ۳ مترمربع و تعداد ۳۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی (با بستر پوشال چوب)، تخصیص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی کنجاله سوای (تیمار شاهد، بدون سوای پرچرب)، مقدار ۱۵ درصد دانه سوای خام، مقدار ۱۵ درصد

در هفته نخست پرورش، دانخوری‌های سینی (یک سینی به‌ازای هر واحد آزمایشی) و سپس دانخوری‌های آویز دستی جهت تغذیه جوجه‌ها به کار گرفته شدند. جهت تأمین آب مورد نیاز پرند‌ها در هفته ابتدایی آزمایش، از آبخوری‌های کله‌قندی (یک آبخوری برای هر واحد آزمایشی) و در ادامه از آبخوری‌های خودکار از نوع زنگوله‌ای استفاده شد. در طول آزمایش، پرندگان آزادانه به آب و خوراک (از نوع آردی)، دسترسی داشتند و تعداد تلفات و وزن آن‌ها روزانه برای هر واحد آزمایشی ثبت می‌شد.

(B.V., Netherlands) مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱؛ (AOAC, 2005; Mirghelenj *et al.*, 2013). جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و کنجاله سویا و بر اساس احتیاجات غذایی توصیه‌شده در راهنمای پرورش سویه راس-۳۰۸ (Ross 308 broiler) (nutrition specifications, 2019) با محتوی انرژی و پروتئین یکسان برای سه دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴-روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)، با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی AminoFeed تنظیم و تهیه شدند (جدول ۲).

جدول ۱. شاخص‌های پایش کیفی کنجاله سویا، سویای خام و سویای پرچرب اکستروژن شده در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس
Table 1. Quality control indices of SBM (soybean meal), RFFS: Raw Full Fat Soybean; FFS 90 and 150: Wet-Extruded Full Fat Soybean at 90 and 150 °C, respectively

Item	Values			
	SBM	RFFS	FFS90°C	FFS150°C
Urease activity (Δ pH)	0.009	0.43	0.30	0.21
Protein dispersibility index (PDI, %)	13.0	55.7	19.3	18.0
KOH protein solubility index (PSI, %)	76.2	88.4	84.6	79.5
Trypsin inhibitor activity (TIA, mg/g)	1.7	15.9	11.9	9.0

جدول ۲. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی
Table 2. Ingredients and calculated nutrients composition of experimental diets

Item	Starter (1-10 d)		Grower (11-24 d)		Finisher (25-42 d)	
	Control	FFS ¹	Control	FFS ¹	Control	FFS ¹
Ingredients (%)						
Corn	51.86	50.28	55.16	55.61	60.14	58.59
Soybean meal	40.95	29.77	37.32	26.13	32.11	20.93
Full-fat soybean (FFS)	0.00	15.00	0.00	15.00	0.00	15.00
Soybean oil	2.62	0.44	3.47	1.28	4.01	1.83
Monocalcium phosphate	1.60	1.59	1.43	1.41	1.29	1.27
Calcium carbonate	1.41	1.39	1.28	1.26	1.17	1.15
Sodium chloride	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25
Sodium bicarbonate	0.21	0.19	0.19	0.15	0.19	0.15
DL-Methionine	0.36	0.37	0.31	0.31	0.27	0.28
L-Lysine HCl	0.21	0.21	0.15	0.14	0.14	0.14
L-Threonine	0.14	0.14	0.10	0.10	0.08	0.08
Vitamin premix ²	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Mineral premix ²	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Choline HCl	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
Salinomycin	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Nutrients, calculated						
AMEn (kcal/kg)	3000	3000	3100	3100	3200	3200
CP (%)	23.0	23.0	21.5	21.5	19.5	19.5
Met, digestible (%)	0.66	0.66	0.60	0.60	0.56	0.56
Met + Cys, digestible (%)	0.95	0.95	0.87	0.87	0.80	0.80
Lys, digestible (%)	1.28	1.28	1.15	1.15	1.03	1.03
Thr, digestible (%)	0.86	0.86	0.77	0.77	0.69	0.69
Ca (%)	0.96	0.96	0.87	0.87	0.79	0.79
Nonphytate P (%)	0.48	0.48	0.44	0.44	0.395	0.395
Na (%)	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16

۱. دانه سویای پرچرب، شامل: دانه سویای خام، سویای پرچرب فراوری شده به روش اکستروژن مرطوب به ترتیب در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس.
۲. مکمل ویتامینه و معدنی در هر کیلوگرم جیره ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۵۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۳ میلی‌گرم ویتامین K₃، میلی‌گرم ویتامین B₁، ۸ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۳ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B₁₂، ۰/۱۲ میلی‌گرم بیوتین، ۲ میلی‌گرم اسید فولیک، ۵۰ میلی‌گرم نیاسین، ۱۲ میلی‌گرم پانتوتنیک اسید، ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۴۰ میلی‌گرم آهن، ۱۵ میلی‌گرم مس، ۰/۳۵ میلی‌گرم سلنیوم و ۱ میلی‌گرم ید تأمین می‌نمود.

1. Full-Fat Soybean, included: raw soybeans seed, full-fat soybeans extruded at 90 and 150 °C

2. Provided per kilogram of diet: vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 5,000 IU; vitamin E, 50 IU; vitamin K₃, 3 mg; vitamin B₁, 2mg; vitamin B₂, 8 mg; vitamin B₆, 3 mg; vitamin B₁₂, 0.015 mg; biotin, 0.12mg; folic acid, 2 mg; nicotinic acid, 50 mg; pantothenic acid, 12 mg; Mn, 100 mg; Zn, 100 mg; Fe, 40mg; Cu, 15 mg; Se, 0.35 mg; and I, 1 mg.

بدن نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی، انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند. سپس لاشه کامل، سینه، ران‌ها و سایر قطعات لاشه جدا شده و وزن نسبی آن‌ها به صورت نسبی از وزن زنده محاسبه گردید. علاوه بر این، طول بخش دوازدهم (دئودنوم) از روده کوچک پرنده‌ها جهت بررسی اثر گروه‌های آزمایشی اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر و نسبت به وزن بدن، گزارش شد.

داده‌های حاصل از آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، رویه Mixed برای مدل آماری ارائه شده در رابطه زیر تحلیل و میانگین تیمارها به کمک گزاره LSMeans و آزمون LSD در سطح احتمال $P < 0.05$ مقایسه شدند. به منظور انجام مقایسات مستقل متعامد، از گزاره Contrast در رویه Mixed جهت تمامی مقایسه‌های گروهی ممکن استفاده شد.

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

در این رابطه، Y_{ijk} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین جامعه، T_i : اثر تیمار، B_j : اثر بلوک (طول سالن محل اجرای آزمایش به دلیل ناهمگنی احتمالی در کیفیت هوای آشیانه)، e_{ijk} : اثر اشتباه یا خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

شاخص‌های کیفی نمونه‌های سویا

در جدول ۱ شاخص‌های کیفی منابع سویای استفاده شده در آزمایش، ارائه شده است. با اکستروژن کردن دانه خام سویا، شاخص‌های کیفی فرآوری تغییر قابل ملاحظه‌ای داشته است؛ با این حال، شاخص‌های کیفی در دانه سویای پرچرب فرآوری شده در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس در حد معمول نبود. انجمن تولیدکنندگان خوراک دام آمریکا تغییرات pH در آزمون اوره‌آز را بین ۰/۰۵ تا ۰/۲ عنوان کرده (AFMA, 1979) که اعداد سویای پرچرب حاکی از بالا بودن مقادیر این شاخصه بوده است؛ در حالی که در کنجاله سویا عدد اوره‌آز در حد معمول و قابل قبول بود. هم‌چنین انجمن فرآوری ملی سویا سطح معمول PDI را بین ۱۵ تا ۳۰ درصد پیشنهاد داده است (Balloun, 1980) و عدد حلالیت در KOH کمتر از ۷۴ درصد به عنوان حرارت بیش از حد و عدد بالای ۸۵ درصد به عنوان معیار حرارت کمتر از حد معمول گزارش شده است (Dozier

تهویه سالن پرورش از نوع مضاعف تونلی - حداقلی و سیستم گرمایشی از نوع گرم‌کننده (هیتر) گازسوز با حسگرهای خودکار بود. دمای سالن در هفته نخست آزمایش در محدوده ۳۳ درجه سلسیوس تنظیم و به وسیله دماسنج‌های نصب‌شده در سطح جوجه‌ها کنترل می‌شد. پس از آن، هر هفته به میزان دو درجه از دمای تنظیم شده تا رسیدن به دمای ۲۴ درجه سلسیوس کاسته شد. برنامه نوری در هفته اول شامل ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی در شبانه روز و سپس ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ خاموشی بر اساس توصیه راهنمای پرورشی جوجه گوشتی راس-۳۰۸ بود. سایر موارد مربوط به مدیریت پرورش، برای تمام تیمارها یکسان بود. دوره‌های آزمایشی شامل آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره آزمایشی (یک تا ۴۲ روزگی) بود. مصرف خوراک (FI) و وزن پرنده‌ها در انتهای هر دوره آزمایشی با استفاده از ترازوی دیجیتال و با توزین گروهی پرنده‌ها اندازه‌گیری شد و افزایش وزن (WG) و ضریب تبدیل خوراک (FCR) به صورت تصحیح شده بر حسب تعداد و وزن تلفات محاسبه گردید.

در روز ۲۲ آزمایش، جهت مطالعه اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون، دو قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و از ورید زیر بال آن‌ها خون‌گیری شد. نمونه‌های سرم پس از جداسازی (با دور سانتریفیوژ ۳۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه) و انتقال آن‌ها به میکروتیوب، تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. مقادیر گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-c)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-c)، پروتئین تام، آلبومین و اسید اوریک با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس آزمون، تهران) و دستگاه طیف‌سنج خودکار (Technicon RA-1000, USA)، بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده، اندازه‌گیری شدند. به منظور ارزیابی ویژگی‌های لاشه و اندام‌های داخلی، در پایان دوره آزمایش (سن ۴۲ روزگی)، پس از اعمال حدود ۶ ساعت گرسنگی، تعداد سه قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی (۱۸ قطعه پرنده برای هر تیمار) با وزن

(مقایسات متعامد)، همواره در طول تمام دوره‌های آزمایشی، مصرف خوراک تیمارهای حاوی سویای خام (تیمارهای ۳ و ۴) در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی شامل کنجاله سویا (تیمارهای ۱ و ۲)، سویای پرچرب اکستروود (تیمارهای ۵ تا ۸) و یا کنجاله سویا و سویای پرچرب اکستروود (ترکیب تیمارهای ۱ و ۲ و تیمارهای ۵ تا ۸) به صورت معنی‌داری ($P < 0.01$) کمتر بود (جدول ۳). به استثنای دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی، $P = 0.053$)، افزودن آنزیم پروتئاز به جیره، اثری بر مقدار مصرف خوراک پرنده‌های تحت آزمایش نداشت.

در کل دوره آزمایشی، افزودن ۰/۰۲ درصد آنزیم پروتئاز به جیره‌های حاوی سویای خام، موجب بهبود در مقدار افزایش وزن بدن پرنده‌ها شد ($P < 0.01$). جیره حاوی کنجاله سویا مکمل شده با پروتئاز (تیمار ۲) بالاترین مقدار افزایش وزن بدن را فراهم نمود. به طوری که با جیره‌های حاوی سویای خام (تیمارهای ۳ و ۴) و جیره حاوی سویای پرچرب اکستروود شده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس بدون افزودن پروتئاز (تیمار ۵)، دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0.05$). افزودن آنزیم به جیره در مقایسه با عدم افزودن آن و هم‌چنین استفاده از کنجاله سویا و یا سویای پرچرب اکستروود در مقایسه با سویای خام، سبب افزایش وزن پرنده‌های آزمایشی شد ($P < 0.01$).

(Hess, 2011 &). سطح آنتی‌تریپسین بالای ۴ میلی‌گرم در گرم، نشان‌دهنده حرارت ناکافی منبع سویا بوده و سبب کاهش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه می‌گردد (Chen et al., 2020). در این آزمایش، مقدار آنتی‌تریپسین نمونه‌های سویای پرچرب به طور کلی بالای ۴ میلی‌گرم در گرم بود. براساس داده‌های جمع‌آوری شده از نتایج NIR ایونیک برای نمونه‌های سویای پرچرب فراوری‌شده در ایران، میانگین آنتی‌تریپسین فول‌فیت سویا در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ (۱۴۰ نمونه) ۷/۵۴ و در دامنه ۱/۴-۲۲ میلی‌گرم در گرم بوده است. به نظر می‌رسد در فراوری دانه سویای پرچرب در ایران حرارت کافی جهت کاهش سطح آنتی‌تریپسین به کمتر از حد مجاز اعمال نمی‌شود.

عملکرد رشد

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول ۳، صفات مرتبط با عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آزمایشی مختلف و هم‌چنین کل دوره آزمایش به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. در دوره‌های پایانی و کل دوره، مصرف خوراک پرنده‌های تغذیه شده با سویای پرچرب (هر یک از تیمارهای ۵ تا ۸) در مقایسه با پرنده‌های تغذیه شده با کنجاله سویای بدون افزودن پروتئاز (تیمار ۱) کمتر بود ($P < 0.01$). در بررسی مقایسه‌های مستقل گروهی

جدول ۳. پاسخ عملکردی جوجه‌های گوشتی به افزودن آنزیم پروتئاز و سویای پرچرب اکستروود شده در دماهای مختلف

Table 3. Performance response of broilers to dietary protease enzyme supplementation and full-fat soybeans extruded at different temperatures

Treatment groups ¹	Feed consumption (g/bird)				Wight gain (g/bird)				Feed to gain ratio (g:g)			
	1-10 d	11-24 d	25-42 d	1-42 d	1-10 d	11-24 d	25-42 d	1-42 d	1-10 d	11-24 d	25-42 d	1-42 d
SBM	246.7 ^a	1114.3 ^{ab}	3288.2 ^b	4640.2 ^b	186.6 ^a	819.3 ^a	1841.0 ^{ab}	2854.2 ^{ab}	1.33 ^c	1.36 ^c	1.79 ^b	1.63 ^b
SBM+Prts	245.8 ^a	1139.6 ^a	3107.8 ^b	4511.4 ^{ab}	185.7 ^a	844.7 ^a	1850.0 ^a	2888.4 ^a	1.32 ^c	1.35 ^c	1.68 ^d	1.56 ^c
RFFS	230.8 ^c	963.1 ^c	2599.9 ^d	3793.8 ^d	139.0 ^c	624.4 ^b	1385.8 ^c	2149.2 ^d	1.66 ^a	1.55 ^a	1.88 ^a	1.77 ^a
RFFS+Prts	224.9 ^c	934.4 ^c	2661.3 ^d	3820.6 ^d	150.6 ^b	635.0 ^b	1506.9 ^d	2292.6 ^c	1.49 ^b	1.47 ^b	1.77 ^{bc}	1.67 ^b
FFS,90	234.5 ^{abc}	1101.1 ^b	2964.5 ^c	4322.9 ^c	185.5 ^a	823.8 ^a	1753.5 ^c	2783.2 ^b	1.27 ^{cd}	1.34 ^c	1.69 ^d	1.55 ^c
FFS,90+Prts	229.6 ^c	1090.4 ^b	3069.2 ^{bc}	4398.7 ^{bc}	185.4 ^a	828.1 ^a	1799.8 ^{abc}	2818.3 ^{ab}	1.25 ^d	1.32 ^c	1.71 ^{cd}	1.56 ^c
FFS,150°C	241.5 ^{ab}	1101.8 ^b	2981.5 ^{bc}	4385.3 ^{bc}	184.0 ^a	830.2 ^a	1763.4 ^{bc}	2810.7 ^{ab}	1.31 ^c	1.33 ^c	1.69 ^d	1.56 ^c
FFS,150°C+Prts	230.4 ^{bc}	1090.4 ^b	3038.7 ^{bc}	4396.0 ^{bc}	181.1 ^a	819.5 ^a	1824.4 ^{abc}	2861.8 ^{ab}	1.27 ^{cd}	1.33 ^c	1.66 ^d	1.54 ^c
SEM	3.94	12.93	48.58	46.43	3.24	12.59	26.45	31.60	0.0215	0.0154	0.0269	0.0191
P-Value	0.004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Contrast (P-Value)												
NoPrts vs. Prts	0.053	0.439	0.758	0.907	0.412	0.359	0.003	0.003	0.001	0.036	0.002	0.001
SBM vs. RFFS	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
SBM vs. FFS	0.003	0.005	0.0001	<0.0001	0.501	0.514	0.014	0.045	0.018	0.057	0.038	0.014
RFFS vs. SBM&FFS	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
RFFS vs. FFS	0.060	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
FFS90 vs. FFS150	0.316	0.975	0.892	0.530	0.355	0.921	0.524	0.239	0.058	0.912	0.327	0.662

میانگین‌های با حروف غیرهمسان در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

1. SBM: کنجاله سویا، RFFS: سویای پرچرب خام، FFS 90 and 150: سویای پرچرب اکستروود شده در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس، Prts: پروتئاز پرواک

Means within a column lacking a common superscript letter differ significantly ($P < 0.05$).

1. SBM: Soybean Meal; RFFS: Raw Full Fat Soybean; FFS 90 and 150: Wet-Extruded Full Fat Soybean, processed at around 90 and 150 °C, respectively; Prts: protease ProAct.

یافت (Mirghelenj *et al.*, 2013). کاهش مصرف خوراک در تیمار حاوی دانه سویای خام به وجود مقادیر قابل توجهی از ترکیبات ضدتغذیه‌ای موجود در دانه خام سویا ارتباط دارد.

موافق با نتایج حاضر، در تحقیق Cowieson *et al.* (2017) آثار مثبت استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره‌های بر پایه کنجاله سویا، بیشتر از جیره‌های حاوی مواد جایگزین پروتئینی مانند کنجاله کانولا، کنجاله گلوتهن ذرت و DDGS^۱ بود. استفاده از آنزیم پروتئاز به غیر از دوره آغازین، در بقیه دوره‌ها باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک گردید. این محققین دلیل اصلی چنین اختلافی را به تفاوت پروفایل اسیدهای آمینه بین منابع خوراکی مذکور نسبت دادند. هم‌چنین Fru-Nji *et al.* (2011) اثر مثبتی از استفاده از آنزیم پروتئاز بر بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی و افزایش قابلیت هضم انرژی و اسیدهای آمینه را گزارش نمودند.

گزارش شده است که استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره، بخشی از آثار منفی آنتی‌تریپسین، لکیتین‌ها و پروتئین‌های آنتی‌ژنیک مانند گلاسیسینین و بتاکن گلاسیسینین که عامل التهاب هستند را کاهش می‌دهد (Doerge & Sheehan, 2002; Stein *et al.*, 2008; Perryman & Dozier, 2012; Cowieson & Roos, 2016). Erdaw *et al.* (2017) اثر مثبتی از افزودن پروتئاز به جیره‌های حاوی صفر، ۴/۵ و ۷/۵ درصد دانه سویای پرچرب خام بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه به استثنای لیزین مشاهده نکردند، اما با افزودن آنزیم پروتئاز، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی بهبود یافت. گزارش‌های علمی نشان می‌دهند، افزودن آنزیم پروتئاز به جیره، سبب کمک به هضم پروتئین‌ها، لیپیدها و نشاسته در طیور می‌شود (Kalmendal & Tauson, 2012; Cowieson & Roose, 2014). نشان داده شده است که استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا، علاوه بر افزایش هضم پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به اسیدهای

مکمل‌کردن جیره با آنزیم پروتئاز، ضریب تبدیل خوراک در جیره‌های حاوی سویای خام را در تمام دوره‌های آزمایشی بهبود داد ($P < 0.05$)، به طوری که در دوره پایانی و در کل دوره آزمایشی، جیره حاوی سویای خام با آنزیم (تیمار ۴)، در مقایسه با جیره حاوی کنجاله سویا بدون آنزیم (تیمار ۱)، از این منظر با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). در مقایسات متعامد و در تمام دوره‌های آزمایشی، استفاده از آنزیم پروتئاز ضریب تبدیل خوراک را بهبود داد ($P < 0.05$) و استفاده از سویای خام در مقایسه با سایر گروه‌ها، موجب افزایش معنی‌دار این شاخص شد ($P < 0.001$). علاوه بر این، در دوره پایانی و هم‌چنین در کل دوره آزمایشی، استفاده از آنزیم پروتئاز، سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک در گروه‌های حاوی سویای خام یا کنجاله سویا شد ($P < 0.01$)، اما چنین اثری در گروه‌های حاوی سویای پرچرب اکستروود شده مشاهده نگردید. به طور کلی، پرنده‌های تغذیه شده با سویای پرچرب اکستروود (تیمارهای ۵ تا ۸) در مقایسه با پرنده تغذیه شده با کنجاله سویا (تیمارهای ۱ و ۲) ضریب تبدیل خوراک مطلوب‌تری داشتند که استفاده از آنزیم پروتئاز در جیره‌های حاوی کنجاله سویا این اختلاف را برطرف نمود (جدول ۳). بالاترین و نامطلوب‌ترین ضریب تبدیل خوراک در پرنده‌های تغذیه شده با دانه سویای خام بدون افزودن آنزیم (تیمار ۳) مشاهده شد که با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.01$).

بهبود در مقدار افزایش وزن پرنده‌ها ضمن به‌کارگیری روش فرآوری اکستروژن، بیان‌گر کاهش سطح ترکیبات مواد ضدتغذیه‌ای سویا، دنانوره شدن پروتئین‌ها و هم‌چنین افزایش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه و افزایش سطح انرژی قابل متابولیسم جیره‌های حاوی دانه سویای فرآوری شده است. موافق با نتایج پژوهش حاضر، در مقایسه اثر سطوح صفر، ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵ درصد سویای پرچرب اکستروود شده در جیره، استفاده از سویای پرچرب تا سطح ۱۵ درصد جیره اثر معنی‌داری بر مقدار مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت، اما با افزایش آن به مقدار ۲۲/۵ درصد، مقدار مصرف خوراک کاهش

1. Distillers dried grains with solubles

افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی می‌شود. در این تحقیق، استفاده از آنزیم، باعث بهبود قابلیت هضم اسیدهای آمینه (بیش از ۲/۵ درصد)، نشاسته (۳/۹ درصد)، انرژی قابل متابولیسم (۲/۳ درصد) و انرژی خالص (۴/۵ درصد) جیره گردید. اخیراً در مطالعه‌ای گزارش شده است افزودن آنتی‌تریپسین خالص به جیره جوجه‌های گوشتی موجب کاهش وزن نهایی جوجه‌های گوشتی گردید (Aderibigbe *et al.*, 2020). این محققین پیشنهاد کردند که تأثیر آنزیم پروتئاز بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ممکن است مستقل از غلظت مکمل آنتی‌تریپسین باشد. در آزمایش حاضر نیز تأثیر آنزیم علاوه بر جیره‌های حاوی دانه خام سویا در جیره‌های حاوی کنجاله سویا نیز مشهود بود که این عملکرد را نمی‌توان تنها به کاهش اثر آنتی-تریپسین ارتباط داد.

واریانس موجود در تأثیرگذاری آنزیم پروتئاز در آزمایش‌های مختلف (در شرایط مزرعه‌ای و یا تحقیقاتی) به قابلیت هضم مواد مغذی محدود کننده، غلظت سوبسترا و قابلیت دسترسی آن، گونه، وضعیت سلامتی حیوان، شرایط گوناگون پرورشی، محیطی و تغذیه‌ای نسبت داده شده است (Cowieson *et al.*, 2017). یکی از عوامل مؤثر در پاسخ به سطح آنتی‌تریپسین، اندازه ذرات خوراک می‌باشد. برای مثال Pacheco *et al.* (2014) در گزارشی عنوان کردند که در جیره‌های با اندازه ذرات خوراک بزرگ‌تر، تأثیر منفی آنتی‌تریپسین سویا کمتر است.

صفات لاشه

در جدول ۴ اثر گروه‌های آزمایشی بر صفات و وزن نسبی لاشه و اجزای آن نشان داده شده است. بر این اساس، آنزیم پروتئاز، اثری بر بازده لاشه پرنده‌های آزمایشی نداشت؛ اما جیره‌های حاوی سویای خام، مقدار این شاخص را به شکل کاملاً معنی‌داری کاهش دادند ($P < 0.01$). بالاترین نسبت وزنی عضله سینه در گروه حاوی سویای پرچرب اکسترود در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس مکمل شده با آنزیم پروتئاز (تیمار ۸) مشاهده شد که در مقایسه با گروه-

آمینه، باعث کاهش جریان ایلنومی رامنوز و مانوز محلول می‌شود (Amerah *et al.*, 2017).

حصول ضریب تبدیل خوراک مطلوب‌تر در جیره‌های حاوی سویای پرچرب اکسترود شده را شاید بتوان به اثر مثبت نیروی فشار در فرآوری به روش اکستروژن نسبت داد. فشار ناشی از فرآیند اکستروژن احتمالاً با تغییر ساختار کربوهیدرات‌ها، افزایش قابلیت هضم لیپیدها و دنا توره کردن پروتئین‌ها، افزایش میزان انرژی آزاد شده حاصل از سویای پرچرب اکسترود را به دنبال داشته است (Zhang *et al.*, 1993; Lichovnikova *et al.*, 2004). در این آزمایش، مکمل کردن جیره با آنزیم پروتئاز از منشا خارجی با کمک به آنزیم‌های دستگاه گوارش پرنده در جهت هضم و جذب بهتر مواد مغذی و احتمالاً آزادسازی مقادیر بیشتری از انرژی، منجر به افزایش بازده استفاده از خوراک و بهبود ضریب تبدیل-خوراک شده است. وجود ممانعت-کننده تریپسین و سایر ترکیبات ضدتغذیه‌ای در محصولات حاصل از دانه سویا (کنجاله و دانه سویای پرچرب) بدون فرآوری و یا فرآوری ناکافی، ممکن است با ایجاد محدودیت در فعالیت برخی آنزیم‌های پروتئولیتیک با منشا داخلی همچون تریپسین و پپسین، منتهی به عملکرد ضعیف پرنده‌های تحت آزمایش شده باشد.

در آزمایشی، افزودن آنزیم پروتئاز در دوره آغازین تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما در دوره‌های رشد و پایانی با کاهش مصرف خوراک و افزایش یا ثابت ماندن وزن، ضریب تبدیل خوراک بهبود یافت (Fru-Nji *et al.*, 2011). این محققین بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی را به افزایش قابلیت هضم پروتئین و انرژی جیره نسبت دادند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. گزارش شده است با افزایش سطح آنتی‌تریپسین دریافتی در سنین بالای ۲۱ روزگی، سرعت عبور و دفع مواد مغذی افزایش می‌یابد و در نهایت رشد پرنده تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Ruiz & De Belalc Azar, 2005). Cowieson *et al.* (2018) گزارش کردند که استفاده از آنزیم پروتئاز موجب بهبود ۴ تا ۵ درصدی

های حاوی سویای خام با و بدون آنزیم (تیمارهای ۴ و ۳) به شکل معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). در مقایسات متعامد، استفاده از سویای خام در مقایسه با سایر گروه‌ها بازده لاشه و عضله سینه را کاهش داد ($P < 0.05$). کاهش معنی‌دار درصد سینه در گروه دریافت‌کننده سویای خام بدون آنزیم نسبت به گروه‌های سویای پرچرب ۹۰ و کنجاله سویا با افزودن آنزیم مرتفع شد. استفاده از سویای خام در جیره موجب افزایش وزن نسبی لوزالمعده، کبد، دئودنوم، ژژنوم و ایلهوم و همچنین طول نسبی دئودنوم شد.

های حاوی سویای خام با و بدون آنزیم (تیمارهای ۴ و ۳) به شکل معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). در مقایسات متعامد، استفاده از سویای خام در مقایسه با سایر گروه‌ها بازده لاشه و عضله سینه را کاهش داد ($P < 0.05$). کاهش معنی‌دار درصد سینه در گروه دریافت‌کننده سویای خام بدون آنزیم نسبت به گروه‌های سویای پرچرب ۹۰ و کنجاله سویا با افزودن آنزیم مرتفع شد. استفاده از سویای خام در جیره موجب افزایش وزن نسبی لوزالمعده، کبد، دئودنوم، ژژنوم و ایلهوم و همچنین طول نسبی دئودنوم شد.

جدول ۴. اثر تغذیه آنزیم پروتئاز و سویای پرچرب اکستروژده در دماهای مختلف بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی
Table 5. Influence of protease enzyme and extruded full-fat soybean, processed at different temperatures on broilers carcass characteristics at day 42 of age

Treatment groups ¹	Carcass and its cuts relative weight (% of live body weight)							Duodenum length (cm)		
	Carcass	Breast	Thigh	Wing	Proventriculus	Gizzard	Duodenum	Jejunum & Ileum	Relative bW	Length (cm)
SBM	75.39 ^a	28.16 ^{ab}	21.63	7.32	0.352	2.10	0.513 ^b	2.66 ^{ab}		
SBM+Prts	75.85 ^a	28.33 ^{ab}	21.68	7.64	0.341	2.18	0.539 ^b	2.46 ^b	1.082 ^c	33.50
RFFS	73.53 ^b	26.62 ^c	21.03	7.77	0.394	2.48	0.623 ^a	2.82 ^a	1.081 ^c	32.93
RFFS+Prts	74.11 ^b	27.29 ^{bc}	21.45	7.38	0.558	2.32	0.614 ^a	2.81 ^a	1.296 ^a	34.35
FFS,90	75.60 ^a	27.99 ^{ab}	21.78	7.49	0.417	2.18	0.520 ^b	2.46 ^b	1.217 ^{ab}	34.35
FFS,90+Prts	75.37 ^a	27.83 ^{ab}	21.68	7.49	0.348	2.18	0.534 ^b	2.71 ^{ab}	1.079 ^c	33.42
FFS,150°C	75.43 ^a	27.69 ^{abc}	21.85	7.53	0.518	2.21	0.565 ^{ab}	2.45 ^b	1.123 ^{bc}	34.50
FFS,150°C+Prts	75.80 ^a	28.86 ^a	21.25	7.31	0.353	2.26	0.535 ^b	2.44 ^b	1.068 ^c	34.84
SEM	0.302	0.417	0.276	0.150	0.721	0.064	0.022	0.109	1.085 ^c	34.32
P-Value	<0.0001	0.016	0.406	0.351	0.415	0.213	0.002	0.030	0.042	0.820
Contrast (P-Value) ²									<0.0001	0.739
NoPrts vs. Prts	0.170	0.122	0.776	0.489	0.311	0.384	0.975	0.917		
SBM vs. RFFS	<0.001	0.003	0.138	0.527	0.860	0.008	<0.001	0.025	0.860	0.998
SBM vs. FFS	0.784	0.682	0.960	0.876	0.378	0.217	0.532	0.633	<0.001	0.174
RFFS vs. SBM & FFS	<0.001	0.001	0.072	0.370	0.678	0.015	<0.001	0.002	0.827	0.147
RFFS vs. FFS	<0.0001	0.002	0.092	0.369	0.488	0.056	<0.0001	0.002	<0.001	0.518
FFS90 vs. FFS150	0.670	0.385	0.525	0.642	0.186	0.390	0.304	0.213	<0.0001	0.908

میانگین‌های با حروف غیرهمسان در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

1. SBM: کنجاله سویا، RFFS: سویای پرچرب خام، FFS 90 and 150: سویای پرچرب اکستروژده در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس، پروتئاز پرواکت

Means within a column lacking a common superscript letter differ significantly ($P < 0.05$).

1. SBM: Soybean Meal; RFFS: Raw Full Fat Soybean; FFS 90 and 150: Wet-Extruded Full Fat Soybean, processed at around 90 and 150 °C, respectively; Prts: protease ProAct.

ادامه جدول ۴. اثر تغذیه آنزیم پروتئاز و سویای پرچرب اکستروژده در دماهای مختلف بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Continued table 5. Influence of protease enzyme and extruded full-fat soybean, processed at different temperatures on broilers carcass characteristics at day 42 of age

Treatment groups ¹	Carcass and its cuts relative weight (% of live body weight)						Duodenum Length (cm)	
	Liver	Pancreas	Spleen	Heart	Bursa	Abdominal Fat	Relative BW	Length (cm)
SBM	2.03 ^c	0.183 ^c	0.101	0.440	0.034	1.30	1.082 ^c	33.50
SBM+Prts	2.09 ^c	0.191 ^c	0.091	0.439	0.029	1.27	1.081 ^c	32.93
RFFS	2.34 ^a	0.324 ^a	0.107	0.442	0.034	1.34	1.296 ^a	34.35
RFFS+Prts	2.27 ^{ab}	0.311 ^a	0.095	0.442	0.038	1.32	1.217 ^{ab}	34.35
FFS,90	2.09 ^c	0.205 ^{bc}	0.102	0.424	0.037	1.16	1.079 ^c	33.42
FFS,90+Prts	2.02 ^c	0.222 ^b	0.080	0.427	0.033	1.22	1.123 ^{bc}	34.50
FFS,150°C	2.16 ^{bc}	0.224 ^b	0.100	0.442	0.039	1.29	1.068 ^c	34.84
FFS,150°C+Prts	2.06 ^c	0.227 ^b	0.104	0.472	0.032	1.34	1.085 ^c	34.32
SEM	0.057	0.010	0.009	0.017	0.003	0.066	0.042	0.820
P-Value	0.001	<0.0001	0.399	0.659	0.541	0.492	<0.0001	0.739
Contrast (P-Value) ²								
NoPrts vs. Prts	0.252	0.616	0.108	0.502	0.195	0.718	0.860	0.998
SBM vs. RFFS	<0.001	<0.001	0.546	0.888	0.233	0.488	<0.001	0.174
SBM vs. FFS	0.663	0.001	0.926	0.906	0.253	0.604	0.827	0.147
RFFS vs. SBM&FFS	<0.001	<0.001	0.493	0.927	0.506	0.210	<0.001	0.518
RFFS vs. FFS	<0.0001	<0.0001	0.536	0.963	0.810	0.171	<0.0001	0.908
FFS90 vs. FFS150	0.298	0.246	0.188	0.065	0.957	0.058	0.521	0.443

میانگین‌های با حروف غیرهمسان در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

1. SBM: کنجاله سویا، RFFS: سویای پرچرب خام، FFS 90 and 150: سویای پرچرب اکستروژده در دماهای ۹۰ و ۱۵۰ درجه سلسیوس، پروتئاز پرواکت

Means within a column lacking a common superscript letter differ significantly ($P < 0.05$).

1. SBM: Soybean Meal; RFFS: Raw Full Fat Soybean; FFS 90 and 150: Wet-Extruded Full Fat Soybean, processed at around 90 and 150 °C, respectively; Prts: protease ProAct.

شاخص‌های سرم خون

گروه‌های آزمایشی، غلظت پروتئین کل، آلومین و اسید اوریک خون پرنده‌ها را تحت تأثیر قرار ندادند، اما بر مقادیر گلوکز، کلسترول و HDL-c اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۵). سطح گلوکز خون در جیره حاوی کنجاله سویا بدون آنزیم (تیمار ۱) نسبت به جیره‌های حاوی سویای پرچرب اکستروده شده و یا جیره حاوی کنجاله سویای مکمل شده با آنزیم، کمتر بود ($P < 0.05$). در جیره‌های حاوی سویای خام، افزودن پروتئاز به جیره موجب کاهش سطح کلسترول خون شد ($P < 0.05$)، اما چنین اثری در سایر گروه‌های حاوی کنجاله سویا و یا سویای پرچرب اکستروده شده مشاهده نشد. در مقایسه‌های متعامد، با افزایش دمای اکستروژن از ۹۰ به ۱۵۰ درجه سلسیوس، سطح کلسترول خون کاهش یافت ($P < 0.01$). مکمل کردن جیره‌های حاوی سویای خام با آنزیم پروتئاز، مقدار HDL-c خون را کاهش داد ($P < 0.05$). سطح HDL-c خون در تیمار سویای خام بدون آنزیم (تیمار ۳) در مقایسه با تیمارهای حاوی سویای پرچرب اکستروده شده بیشتر بود ($P < 0.05$). در مقایسات متعامد، سطح اسید اوریک خون در جیره‌های حاوی سویای خام نسبت به جیره‌های حاوی کنجاله سویا، سویای پرچرب اکستروده و یا کنجاله و سویای پرچرب اکستروده کاهش یافت ($P < 0.05$).

دانه سویا حاوی انواعی از ایزوفلاون‌ها است که می‌تواند بر نحوه جذب و سوخت و ساز لیپیدها اثرگذار باشد (Payne et al., 2001). در بررسی اثر تغذیه ایزوفلاون‌ها در تغذیه خرگوش‌های نر، کاهش سطح کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL-c سرم خون گزارش شده است (Yousef et al., 2004). در جیره‌های حاوی سویای خام، افزودن آنزیم پروتئاز موجب کاهش سطح کلسترول خون شد، در حالی‌که در سایر گروه‌ها چنین اثری از آنزیم مشاهده نشد. در تحقیق Saleh et al. (2020) تأثیر استفاده از آنزیم پروتئاز بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون بررسی شد. استفاده از آنزیم باعث افزایش غلظت پروتئین تام سرم و آلومین و کاهش غلظت کلسترول پلاسما گردید. Allouche et al. (2015) نیز نشان دادند افزودن آنزیم پروتئاز موجب افزایش غلظت آلومین پلاسما گردید.

موافق با نتایج این مطالعه، افزایش وزن نسبی لوزالمعده جوجه‌های گوشتی به هنگام استفاده از دانه سویا خام در جیره در مقایسه با سویای پرچرب اکستروده شده، گزارش شده است (Abedini et al., 2014). ممانعت‌کننده آنزیم تریپسین به عنوان یک ماده ضدتغذیه‌ای در سویای خام با تریپسین لوزالمعده کمپلکس غیرقابل برگشت ایجاد کرده و فعالیت این آنزیم را کاهش می‌دهد و منجر به افزایش تولید آنزیم‌های گوارشی و افزایش وزن نسبی این عضو گوارشی می‌شود (Cabrera-Orozco et al., 2013). کاهش بازده لاشه، افزایش وزن کبد و روده کوچک نیز احتمالاً با اثر منفی مواد ضدتغذیه‌ای سویای خام ارتباط دارد. گزارش شده است که سایونین‌های موجود در سویای فرآوری نشده، ضمن افزایش سطح آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز و آسپارات آمینو ترانسفراز، موجب ایجاد اختلال در عملکرد کبد مرغ‌های تخم‌گذار می‌شوند (Whitehead et al., 1981). مطابق با نتایج این آزمایش، Erdaw et al. (2017) گزارش کردند استفاده از دانه سویای خام در مقایسه با کنجاله سویا موجب افزایش وزن نسبی لوزالمعده و روده کوچک (مجموع دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم) جوجه‌های گوشتی می‌شود؛ با این حال، مشاهدات مطالعه حاضر در مورد وزن نسبی طحال و قلب با نتایج تحقیق ایشان سازگار نیست. در این آزمایش یک روند افزایشی در بازده لاشه با افزودن آنزیم پروتئاز (به استثنای گروه حاوی سویای پرچرب ۹۰ درجه) مشاهده شد. Saleh et al. (2020) گزارش کردند مکمل آنزیم پروتئاز سبب افزایش بازده لاشه و کبد و کاهش چربی شکمی گردید. مکمل آنزیم پروتئاز احتمالاً باعث تجزیه ترکیبات ضدتغذیه‌ای و بهبود قابلیت استفاده از مواد مغذی به خصوص اسیدهای آمینه می‌شود (Marsman et al., 1997; Hajati et al., 2009). Angel et al. (2011) گزارش کردند که استفاده از آنزیم پروتئاز موجب افزایش ۵/۴ درصدی قابلیت هضم اسیدهای آمینه می‌شود. بنابراین، با افزایش قابلیت هضم اسیدهای آمینه، قابلیت دسترسی آنها در بافت ماهیچه‌ها نیز افزایش یافته و درصد ماهیچه بهبود می‌یابد.

جدول ۵. اثر تغذیه آنزیم پروتئاز و سویای پرچرب اکستروود شده در دماهای مختلف بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون جوجه‌های گوشتی در ۲۲ روزگی

Table 4. Effects of protease enzyme and extruded full-fat soybean, processed at different temperatures on blood biochemical parameters of broiler chickens at day 22 of age

Treatment groups ¹	Blood biochemical analysis, 22 d							
	Glucose (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	Cholesterol (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	Protein, total (g/dL)	Albumin (g/dL)	Uric acid (mg/dL)
ANOVA								
SBM	176.8 ^c	134.5	191.7 ^{bcd}	61.84 ^a	125.2	3.017	1.075	6.850
SBM+Prts	198.2 ^{ab}	129.8	193.00 ^{cd}	55.20 ^{ab}	127.3	2.950	1.200	6.333
RFFS	180.8 ^{bc}	134.2	218.9 ^a	62.88 ^a	141.8	2.917	1.200	5.750
RFFS+Prts	192.0 ^{abc}	139.8	188.6 ^{cd}	50.84 ^b	126.0	2.933	1.133	5.567
FFS,90	200.8 ^a	142.4	214.3 ^{abc}	49.84 ^b	140.4	3.067	1.267	6.433
FFS,90+Prts	197.7 ^{ab}	133.0	218.9 ^{ab}	52.28 ^b	148.1	2.900	1.167	6.217
FFS,150°C	205.4 ^a	131.0	176.2 ^d	50.17 ^b	114.0	2.850	1.167	6.433
FFS,150°C+Prts	197.8 ^{ab}	133.7	188.0 ^{cd}	51.30 ^b	125.2	2.860	1.140	5.917
SEM	6.28	2.84	9.30	2.77	8.18	0.100	0.044	0.320
P-Value	0.040	0.083	0.008	0.006	0.078	0.770	0.179	0.135
Contrast (P-Value) ²								
NoPrts vs. Prts	0.228	0.474	0.614	0.059	0.804	0.459	0.585	0.122
SBM vs. RFFS	0.862	0.107	0.154	0.550	0.294	0.550	0.522	0.006
SBM vs. FFS	0.025	0.247	0.331	0.003	0.368	0.451	0.247	0.225
RFFS vs. SBM&FFS	0.069	0.237	0.305	0.136	0.530	0.845	0.942	0.011
RFFS vs. FFS	0.016	0.450	0.534	0.017	0.763	0.944	0.617	0.040
FFS90 vs. FFS150	0.708	0.065	0.001	0.904	0.004	0.203	0.147	0.642

میانگین‌های با حروف غیرهمسان در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند (P<0/05).

1. SBM: Soybean Meal; RFFS: Raw Full Fat Soybean; FFS 90 and 150: Wet-Extruded Full Fat Soybean, processed at around 90 and 150 °C, respectively; Prts: protease ProAct.

Means within a column lacking a common superscript letter differ significantly (P < 0.05).

2. Contrast: NoPrts vs. Prts, 150°C vs. 90°C, 150°C+Prts vs. 90°C+Prts, Prts vs. NoPrts.

نتیجه‌گیری

به طور کلی یافته‌های این پژوهش نشان داد، افزودن آنزیم پروتئاز به جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا و جیره‌های حاوی سویای پرچرب خام در سطح ۱۵ درصد، موجب بهبود معنی‌دار افزایش وزن (در دوره پایانی و کل دوره) و ضریب تبدیل خوراک می‌شود؛ با این وجود، چنین اثری در جیره‌های حاوی سویای پرچرب اکستروود شده، ضعیف به نظر می‌رسد. صرف نظر از اثر آنزیم پروتئاز، دمای فرآیند اکستروژن تأثیر قابل توجهی بر شاخص‌های عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نداشت.

در این تحقیق پروتئین و آلبومین پلاسما تحت تأثیر افزودن آنزیم قرار نگرفت. اما غلظت کلسترول با افزودن آنزیم در جیره‌های حاوی سویای پرچرب خام کاهش یافت. Ndazigaruye *et al.* (2019) نشان دادند استفاده از مکمل آنزیمی پروتئاز تأثیری بر غلظت پروتئین، آلبومین، تری‌گلیسرید، HDLc سرم نداشت. چنین نتایج متناقضی ممکن است مربوط به ترکیب مواد مغذی جیره، نوع و مقدار مصرف آنزیم، منابع پروتئینی شرایط روده مانند pH لوله گوارشی باشد (Saleh *et al.*, 2020).

REFERENCES

1. Abedini, M. R. (2014). *Extruded full fat soybean in livestock, poultry and aquaculture nutrition*. Parto-e Vaghee Publication, Tehran, Iran (In Farsi).
2. Abedini, M. R., Khodadadian, M., Foroudi, F., & Abbasi, M. (2014). The nutritional effects of raw and extruded full fat soybean in different temperature on performance and organs weight of broiler chickens. In: Proceedings of *The Fourth International Veterinary Poultry Congress (IVPC2014)*, 16-17 February, Tehran, Iran, p 60.
3. AFMA. (1979). *Feed Ingredient Guide* American Feed Industry Association, Arlington, VA, USA.
4. Amerah, A. M., Romero, L. F., Awati, A., & Ravindran V. (2017). Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Science*, 96, 807-816.
5. Amerah, A., Gilbert, C., Simmins, P., & Ravindran, V. (2011). Influence of fee processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. *World's Poultry Science Journal*, 67, 29-46.
6. Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*, 18th ed. AOAC international, Gaithersburg, Maryland, USA.
7. Balloun, S. L. (1980). *Soybean Meal in Poultry Nutrition*. American Soybean Association, St. Louis, MO. USA.

8. Cabrera-Orozco, A., Jimenez-Martínez, C., & Davila-Ortiz, G. (2013). Soybean: non-nutritional factors and their biological functionality. In: *Proceedings of Soybean: Non-Nutritional Factors and Their Biological Functionality*. pp. 387-410.
9. Chen, J., Wedekind, K., Escobar, J., & Vazquez-Añon, M. (2020). Trypsin inhibitor and urease activity of soybean meal products from different countries and impact of trypsin inhibitor on ileal amino acid digestibility in pig. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 97, 1151-63.
10. Chunmei, G., Hongbin, P., Zewei, S., & Guixin, Q. (2010). Effect of soybean variety on anti-nutritional factors content, and growth performance and nutrients metabolism in rat. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 1048-1056.
11. Cowieson, A. J., & Roos F. F. (2014). Bioefficacy of a mono-component protease in the diets of pigs and poultry: a meta-analysis of effect on ileal amino acid digestibility. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 2(e13), 1-8.
12. Cowieson, A. J., & Roos, F. F. (2016). Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 331-340.
13. Cowieson, A. J., Lu, H., Ajuwon, K. M., Knap, I., & Adeola, O. (2017). Interactive effects of dietary protein source and exogenous protease on growth performance, immune competence and jejunal health of broiler chickens. *Animal Production Science*, 57 (2), 252-261.
14. Cowieson, A. J., Toghyani, M., Kheravii, S. K., Wu, S. B., Romero, L. F., & Choct, M. (2019). A mono-component microbial protease improves performance, net energy, and digestibility of amino acids and starch, and upregulates jejunal expression of genes responsible for peptide transport in broilers fed corn/wheat-based diets supplemented with xylanase and phytase. *Poultry Science*, 98, 1321-1332.
15. Dalólio, F. S., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., & Ladeira, D. (2016). Metabolizable energy and digestible amino acids of full-fat soybean without or with protease supplementation in diets for broilers. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(5), 565-576.
16. Dourado, L. R. B., Pascoal, L. A. F., Sakomura N. K., Costa F. G. P., & Biagiot. D. (2011). Soybeans (*Glycine max*) and soybean products in poultry and swine nutrition. In: *Proceedings of Dora Krezhova (Ed) Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products*. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 175-90.
17. Dozier, W. A., & Hess, J. B. (2011). Soybean meal quality and analytical techniques. In: *Soybean and Nutrition*. pp. 111-124.
18. Erdaw, M. M., Perez-Maldonado, R. A., & Iji, P. A., (2017). Apparent and standardized ileal nutrient digestibility of broiler diets containing varying levels of raw full-fat soybean and microbial protease. *Journal of Animal Science and Technology*, 59, 23.
19. Fasina, Y. O., Garlich, J. D., Classen, H. L., Ferket, P. R., Havenstein, G. B., Grimes, J. L., Qureshi, M. A., & Christensen, V. L. (2004). Response of turkey poult to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. 1. Effect on growth and nutrient digestibility. *Poultry Science*, 83, 1559-1571.
20. Freitas, D. M., Vieira, S. L., Angel, C. R., Favero, A., & Maiorka, A. (2011). Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel monocomponent protease. *The Journal of Applied Poultry Research*, 20(3), 322-334.
21. Heger, J., Wiltafsky, M., & Zelenka, J. (2016). Impact of different processing of full-fat soybeans on broiler performance. *Czech Journal of Animal Science*, 61(2), 57-66.
22. Helsing, G. C., Laarhoven, H.van., Rooke, J. A., Morgan, A. (1996). Quality of soyabean meals (SBM) and effect of microbial enzymes in degrading soya antinutritional compounds (ANC). In: *Proceedings of 2nd International Soybean Processing and Utilization Conference*, Bangkok, Thailand, pp. 8-13.
23. Kaankuka, F. G., Balogun T. F., & Tegbe, T. S. B. (1996). Effects of duration of cooking of full fat soya beans on proximate analysis, levels of antinutritional factors and digestibility by weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 62, 229-237.
24. Kalmendal, R., & Tauson R. (2012). Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and anionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat- soybean meal- based diet. *Poultry Science*, 91, 1387-1393.
25. Kårlund, A., Paukkonen, I., Gómez-Gallego, C., & Kolehmainen, M. (2021). Intestinal exposure to food-derived protease inhibitors: digestion physiology- and gut health-related effects. *Healthcare*, 9 (8), 1002.
26. Lichovnikova, M., Zeman, L., Kracmar, S., & Klecker, D. (2004). The effect of the extrusion process on the digestibility of feed given to laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 116, 313-318.

27. Lourenco, J.M., Nunn, S.C., Lee, E.J., Dove, C.R., Callaway, T.R., & Azain, M.J. (2020). Effect of supplemental protease on growth performance and excreta microbiome of broiler chicks. *Microorganisms*, 8, 475.
28. Masey O'Neill, H. V., Hall, H., Curry, D., & Knox, A. (2018). Processed soya to improve performance of broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 27, 325-331.
29. Mirghelenj, S. A., Golian, A., Kermanshahi, H., & Raji, A. (2013). Nutritional value of wet extruded full fat soybean and its effects on broiler chicken performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 410-422.
30. Monari, S. (1996). *Fullfat Soya Handbook*. American Soybean Association, Brussels, Belgium.
31. Oxenboll, K., Pontoppidan, K., & Fru-Nji, F. (2011). Use of a protease in poultry feed offers promising environmental benefits. *International Journal of Poultry Science*, 10, 842-848.
32. Pacheco, W. J., Stark, C. R., Ferket, P. R., & Brake, J. (2014). Effects of trypsin inhibitor and particle size of expeller-extracted soybean meal on broiler live performance and weight of gizzard and pancreas. *Poultry Science*, 93, 2245-2252.
33. Payne, R. L., Bidner, T. D., Southern, L. L., & Mcmillin, K. W. (2001). Dietary effects of soy isoflavones on growth and carcass traits of commercial broilers. *Poultry Science*, 80, 1201-1207.
34. Pettersson, D., & Pontoppidan, K. (2013). Soybean meal and the potential for upgrading its feeding value by enzyme supplementation. In: EL-SHEMY, A. (Ed) *Soybean-Bio-Active Compounds*, pp. 288-307.
35. Popescu, A., & Criste, R. (2003). Using full fat soybean in broiler diets and its effect on the production and economic efficiency of fattening. *Journal of Central European Agriculture*, 4, 167-74.
36. Rocha, C., Durau, J. F., Barrilli, L. N. E., Dahlke F., Maiorka, P., & Maiorka, A. (2014). The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(1), 71-79.
37. Ross 308 Broiler Nutrition Specifications. (2019). Aviagen™ group, Newbridge Midlothian, EH28 8SZ, Scotland, United Kingdom.
38. Ruiz, N., & De Belal azar, F. (2005). Field observation: trypsin inhibitors in soybean meal are correlated with outbreaks of feed passage in broilers. *Poultry Science*, 84:70.
39. Subuh, A. M. H., Motl, M. A., Fritts C. A., & Waldroup P. W. (2002). Use of various rations of extruded full fat soybean meal and dehulled solvent extracted soybean meal in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*, 1, 9-12.
40. Whitehead, C. C., McNab, J. M., & Griffin, H. D. (1981). The effects of low dietary concentrations of saponin on liver lipid accumulation and performance in laying hens. *British Poultry Science*, 22, 281-288.
41. Yadav, J., & Sah, R. (2005). Supplementation of corn-soybean based broiler's diets with different levels of acid protease. *Journal of Institute of Agriculture and Animal Science*, 26, 65-70.
42. Yousef, M. I., Kamel, K. I., Esmail, A. M., & Baghdadi, H. H. (2004). Antioxidant activities and lipid lowering effects of isoflavone in male rabbits. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 1497-1503.
43. Yu, B., Wua, S. T., Liub, C. C., Gauthierc, R., & Chiou, Peter W. S. (2007). Effects of enzyme inclusion in a maize soybean diet on broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 134(4), 283-294.
44. Zhang, Y., Parsons, C. M., Weingartner, K. E., & Wijeratne, W. B. (1993). Effects of extrusion and expelling on the nutritional quality of conventional and kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. *Poultry Science*, 72, 2299-2308.