

## اثر پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک بر عملکرد، هزینه خوراک و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی

امیرحسین اتابک<sup>۱</sup>، محمد امیر کریمی تورشیزی<sup>۲\*</sup> و شهبان رحیمی<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد، گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۸)

### چکیده

این آزمایش به منظور ارزیابی پتانسیل تغذیه‌ای خیساب خشک ذرت و پودر پر فرآوری شده با هیدروکسید سدیم به‌عنوان جایگزین‌های منابع پروتئینی متداول در تغذیه جوجه‌های گوشتی از سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی انجام شد. تعداد ۷۲۰ قطعه جوجه یک روزه (راس ۳۰۸) مخلوط دو جنس (نسبت برابر) به‌صورت تصادفی بین شش گروه آزمایشی در یک طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. شش جیره یکسان به لحاظ مواد مغذی فرموله شدند که به ترتیب حاوی سطوح مختلف صفر، ۴، ۵/۵، ۷، ۸/۵ و ۱۰ درصد خیساب خشک ذرت و صفر، ۳/۲۹، ۴/۴۷، ۱/۶۵ و ۰/۸۲ درصد پودر پر فرآوری شده با هیدروکسید سدیم بودند. نتایج نشان داد استفاده از پودر خیساب ذرت و پودر پر فرآوری شده در جیره جوجه‌های گوشتی، خوراک مصرفی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک را تحت تأثیر قرار ندادند. بالاترین میانگین هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن در دوره‌های پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) و کل دوره آزمایشی (۴۲-۱۱ روزگی) مربوط به تیمار شاهد بود ( $P < 0.05$ ). تغذیه از سطوح مختلف پودر پر در جیره به نحو موثری مالون‌دی‌آلدئید پلاسما به‌عنوان یک شاخص اکسیداسیون لیپید را بهبود داد. با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که جایگزین کردن بخشی از کنجاله سویا با پودر پر و خیساب خشک‌شده ذرت بدون هیچ اثر منفی بر عملکرد می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد و نیز باعث کاهش هزینه‌های تولید گردد. با در نظر گرفتن نتایج عملکرد رشد، هزینه تغذیه و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده از ۸/۵ درصد خیساب ذرت به همراه ۰/۸۲ پودر پر فرآوری شده با قلیا در جیره جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اکسیداسیون چربی، پودر پر فرآوری شده با قلیا، جوجه گوشتی، خیساب ذرت خشک‌شده، شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی گوشت و پلاسما، عملکرد.

## Effect of supplementing different levels of alkaline hydrolyzed feather meal and dried corn steep liquor on performance and anti-oxidation indices of broiler chicken

Amir Hossein Atabak<sup>1</sup>, Mohammad Amir Karimi Torshizi<sup>2\*</sup> and Shaban Rahimi<sup>3</sup>

1, 2, 3. MSc. Student, Associate Professor and Professor, Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: Oct. 27, 2020 - Accepted: Sep. 19, 2021)

### ABSTRACT

The present study was conducted to investigate the effect of different levels of alkaline treated feather meal and dried corn steep liquor on the performance of broiler chickens. A total of 720 one-day-old broiler chicks were randomly distributed into six experimental groups in a simple randomized experimental design (each experimental group had six replicates; 20 birds per each). Experimental groups contained: 1: Feed without dried corn steep liquor (DCSL) and alkaline treated feather meal (ATFM), 2: 4% DCSL and 3.29% ATFM, 3: 5.5% DCSL and 2.47% ATFM, 4: 7% DCSL and 1.65% ATFM, 5: 8.5% DCSL and 0.82% ATFM, 6: 10% DCSL. The results showed that experimental treatments could not affect feed intake, weight gain and feed conversion ratio ( $P > 0.05$ ). The average production cost per kilogram of live weight at 11-24 days did not show a significant difference ( $P > 0.05$ ). The highest average production cost per kilogram of live weight in the grower period (25-42 days) and the whole experimental period (11-42 days) was related to the control group ( $P < 0.05$ ). The use of different levels of alkaline treated feather meal and dried corn steep liquor had a significant effect on the percentage of crude fat and lipid oxidation of meat ( $P < 0.05$ ). According to the results, it can be concluded that partial substitution of soybean meal with alkaline treated feather meal and dried corn steep liquor can be done without any negative effects on performance and it reduces production costs.

**Keywords:** Alkaline hydrolyzed feather meal, Anti-oxidation properties, Broiler, Dried corn steep liquor, Performance.

\* Corresponding author E-mail: karimitm@modares.ac.ir

### مقدمه

هزینه خوراک حدود ۷۰ درصد کل هزینه‌ی تولید جوجه گوشتی را تشکیل می‌دهد و قسمت اعظم آن هزینه تامین ذرت و کنجاله سویا می‌باشد. پروتئین، گران قیمت‌ترین ماده مغذی در جیره طیور است. هزینه بالا و محدودیت‌های کمی منابع پروتئینی جیره، متخصصین تغذیه طیور را برانگیخته است تا پتانسیل تغذیه‌ای فرآورده‌های فرعی مختلف و منابع پروتئینی گیاهی غیرمتداول را از نظر بیولوژیکی ارزیابی کنند.

فرآورده‌های فرعی صنایع کشاورزی نه تنها امکان کاهش هزینه خوراک، بلکه بهبود کیفیت خوراک را هم ممکن می‌کنند. کشورهای با اقلیم متنوع نظیر ایران، پتانسیل بالایی برای به‌کارگیری فرآورده‌های فرعی صنایع کشاورزی به‌عنوان منابع پروتئینی غیرمتداول دارند؛ که به‌دلیل در دسترس بودن در تمام سال می‌توانند در جیره طیور مورد استفاده قرار بگیرند. به دلیل محدود بودن اطلاعات کاربردی در دسترس، کسب اطلاعات بیشتر در مورد جایگزینی منابع خوراکی متداول، با دشواری‌هایی روبرو می‌باشد. بنابراین، آزمایش‌هایی که به جایگزینی جزیی و یا کلی منابع پروتئینی مرسوم، با اقلام خوراکی پروتئینی غیرمرسوم می‌پردازند، می‌توانند به تولید موفقیت‌آمیز و اقتصادی‌تر جوجه گوشتی کمک کنند. در این رابطه تحقیق پیرامون دو مورد از اقلام خوراکی غیرمرسوم برای تأمین پروتئین جیره که پتانسیل بالایی به لحاظ افزایش بازده اقتصادی تولید و همین‌طور کاهش آلودگی‌های محیطی دارند، می‌تواند جالب توجه باشد؛ ۱- فرآورده جنبی کشتارگاه‌های طیور یعنی پر و ۲- فرآورده جنبی صنایع آسیاب خیس ذرت، یعنی خیساب ذرت خشک‌شده (DCSL)!

گوشت طیور در حال حاضر بنا به افزایش تقاضا توسط جمعیت انسانی به سرعت در حال رشد، اهمیت بسیار بالایی در بازار مصرف دارد. بنا به پیش‌بینی سازمان کشاورزی و غذا (FAO)، تولید جهانی گوشت طیور از سال ۲۰۱۷ تا سال ۲۰۲۶ با ۱۳ درصد افزایش تا ۱۳۲ میلیون تن افزایش خواهد یافت (OECD-FAO, 2017). پر، حدود پنج تا هفت درصد وزن یک مرغ بالغ را تشکیل

می‌دهد، بنابراین، حدود نه میلیون تن پر مرغ، سالانه در سرتاسر جهان تولید می‌شود (Forgács & Lundin, 2016). پر در صورت عدم مدیریت صحیح می‌تواند به یک آلوده کننده عمده محیط تبدیل شود. پر از ۹۱٪ بتاکراتین ساخته شده است که به شدت توسط پیوندهای دی‌سولفیدی، هیدروژنی و هیدروفوب به هم متصل شده‌اند (Onuoha & Chukwura, 2011). این ساختار محکم کراتین‌ها موجب عدم حلالیت و ثبات بالای پر می‌شود. پر زائد به‌عنوان یک منبع خوب پروتئین و آمینواسیدها شناخته شده است. به منظور تبدیل پر به یک فرآورده ارزشمند، فرآوری فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی پر گزارش شده است. فرآوری فیزیکی شامل دمای بالا همراه یا بدون فشار بالای بخار می‌باشد، تا پر برای تولید خوراک حیوانات هیدرولیز شود. با این وجود، ارزش تغذیه‌ای پر فرآوری‌شده به‌صورت فیزیکی، پایین است، زیرا تجزیه حرارتی بیش از اندازه، موجب دناتورشدن آمینواسیدهای خاصی می‌شود (لیزین، متیونین و تریپتوفان) و همین‌طور موجب تشکیل آمینواسیدهای غیرتغذیه‌ای (لیزینوآلانین و لانتیونین) می‌گردد (Karthikeyan *et al.*, 2007).

فرآوری بیولوژیکی، شامل استفاده از میکروارگانیسم‌های کراتینولیتیک و آنزیم‌های تولیدی آنها (کراتیناز) برای هیدرولیز پر می‌باشد. تولید آمینواسید از ضایعات پروتئینی با این روش، به علت شرایط عملیاتی ملایم و عدم تولید پس ماند، جالب به‌نظر می‌رسد. ولی به دلیل اینکه فرآیندی زمان‌بر می‌باشد، کاربرد این روش در صنعت محدودیت دارد. زیرا نرخ تجزیه آنزیمی پر، آهسته است و حدود سه تا پنج روز برای واکنش باکتریایی و دو تا چهار هفته برای واکنش قارچی زمان می‌برد (Sharma & Rajak, 2003). از طرف دیگر، در فرآوری شیمیایی، از مواد شیمیایی برای تجزیه پر استفاده می‌شود. برای مثال مرکاپتواسات، یدو استیک اسید، سدیم سولفات، سدیم تتراتیونات، می‌توانند پر را به‌صورت کامل تجزیه کنند ولی شدیداً سمی هستند (Kumar *et al.*, 2012). علاوه بر آن پر می‌تواند با استفاده از اسید یا قلیا هیدرولیز شود که این عمل به وسیله تغییر ساختار کراتین به‌دلیل شکستن پیوندهای دی‌سولفیدی و پپتیدی صورت می‌گیرد. اگرچه فرآوری

جایگزین بخشی از خیساب ذرت خشک شده شد تا مجموع پروتئین تأمین شده توسط خیساب ذرت و پودر پر در همه گروه‌های آزمایشی برابر با حدود ۴ درصد (۳/۹۶ درصد) شود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۱- بدون خیساب ذرت خشک شده و پودر پر فرآوری شده با قلیا، ۲- حاوی ۴ درصد خیساب ذرت خشک شده و ۳/۲۹ درصد پودر پر فرآوری شده با قلیا، ۳- حاوی ۵/۵ درصد خیساب ذرت خشک شده و ۲/۴۷ درصد پودر پر فرآوری شده با قلیا، ۴- حاوی ۷ درصد خیساب ذرت خشک شده و ۱/۶۵ درصد پودر پر فرآوری شده با قلیا، ۵- حاوی ۸/۵ درصد خیساب ذرت خشک شده و ۰/۸۲ درصد پودر پر فرآوری شده با قلیا، ۶- حاوی ۱۰ درصد خیساب ذرت خشک شده و بدون پودر پر فرآوری شده با قلیا، ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است.

برخی ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت در جدول ۲ نشان داده شده است. خیساب خشک ذرت از شرکت زر فروکتوز تهیه شد. قبل از استفاده از آن در جیره‌ها برخی از ترکیبات شیمیایی آن در آزمایشگاه بر اساس روش‌های مندرج در AOAC (1999) اندازه‌گیری شد و برخی ترکیبات موجود آن از منابع به شرح زیر استخراج شد و حسب مورد باتوجه به تفاوت محتوای پروتئینی اندازه‌گیری شده با محتوای پروتئینی مندرج در منبع تصحیح لازم انجام شد. اثری قابل متابولیسم (Conelius *et al.*, 1977)، لیزین، متیونین، متیونین + سیستین، ترئونین (Chovatiya *et al.*, 2010). پر خام تا کاهش رطوبت به کمتر از ده درصد هوادهی شد، سپس پر در محلول نیم مولار سود سوزآور، در دمای اتاق، برای مدت دو ساعت خیسانده شد و در دمای ۱۲۷ °C برای مدت نود دقیقه اتوکلاو شد، محصول بدست آمده در آن، در دمای ۶۰ °C تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد (Naveed, 2019). فرآورده به دست آمده در سایه و با جریان هوا، خشک و سپس آسیاب شد. نمونه‌ای از پودر پر تهیه شده برای تجزیه مواد مغذی و اسیدهای آمینه به موسسه (Johann Heinrich von Thunen Institute - Federal Institute for Rural Areas Forestry and Fisheries, Bundesallee, Germany) در کشور آلمان ارسال شد.

شیمیایی انحلال پذیری پر را بهبود می‌بخشد، ولی موجب کاهش برخی آمینواسیدها (سیستین، متیونین و سرین) می‌شود. هریک از روش‌های فرآوری مزایا و کاستی‌های خاص خود را دارد. مزایای روش آب‌کافت قلیایی مورد استفاده در این تحقیق شامل مزایایی مانند نیاز به دمای نه چندان بالا (۱۰۰ °C)، عدم برجای گذاشتن بقایای سمی، زمان فرآوری کوتاه، سادگی فرایند می‌باشد.

پودر خیساب ذرت یکی دیگر از فرآورده‌های جانبی صنایع آسیاب خیس ذرت است که از خشک کردن خیساب ذرت به دست می‌آید، خیساب ذرت ماده‌ای چسبنده و آبکی است و رنگی روشن تا قهوه‌ای تیره دارد و رایحه‌ای سیلو مانند و pH اسیدی دارد. این ماده ترکیبی از پروتئین‌های محلول، آمینواسیدهای آزاد، اسیدهای آلی طبیعی (لاکتیک اسید) و مواد ویتامینی و معدنی مختلف است. خیساب ذرت یک منبع غنی از فاکتورهای رشد ناشناخته است و موجب افزایش خوشخوراکی جیره و بهبود بالانس جیره از نظر مواد مغذی می‌گردد (Waldroup & Rutherford, 1971). این تحقیق با هدف تعیین ترکیب مناسب مکمل پودر پر آب‌کافت قلیائی و خیساب ذرت در جیره و تاثیر آن بر عملکرد، هزینه خوراک و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

تعداد ۷۲۰ قطعه جوجه گوشتی یکروزه (راس ۳۰۸) با نسبت مساوی دو جنس، توزین و به صورت تصادفی به شش گروه آزمایشی در یک طرح کاملاً تصادفی (هر گروه حاوی شش تکرار؛ بیست پرنده به ازای هر تکرار) تقسیم شدند. تمامی گروه‌های آزمایشی در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) جیره‌های کاملاً یکسان مطابق پیشنهادات راهنمای احتیاجات تغذیه‌ای راس ۳۰۸ سال ۲۰۱۴ دریافت کردند. در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)، شش جیره با مواد مغذی یکسان با بافت آردی فرموله شد، طراحی تیمارهای آزمایشی به این ترتیب بود که ابتدا با بررسی منابع سطح ده درصد خیساب ذرت خشک شده در فرمول در نظر گرفته شد. سپس نسبت‌های افزایشی پودر پر به منظور تأمین پروتئین یکسان،

## جدول ۱. ترکیب جیره‌های آزمایشی و اقلام خوراکی

Table 1. The ingredients and nutrients composition of experimental diets

| Treat                    | Starter |       | Grower |       |       |       | Finisher |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          | Starter | 1     | 2      | 3     | 4     | 5     | 6        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| <b>Ingredients %</b>     |         |       |        |       |       |       |          |       |       |       |       |       |       |
| Corn                     | 48.49   | 51.75 | 56.20  | 55.09 | 53.97 | 52.72 | 51.51    | 56.77 | 61.19 | 60.13 | 58.59 | 57.77 | 56.53 |
| Soybean meal (43.8% CP)  | 43.79   | 39.88 | 29.58  | 29.79 | 30.00 | 30.25 | 30.45    | 34.50 | 24.18 | 24.39 | 24.61 | 24.83 | 25.06 |
| Feather meal (72.07% CP) | 0       | 0     | 3.29   | 2.47  | 1.65  | 0.82  | 0        | 0     | 3.29  | 2.47  | 1.65  | 0.82  | 0     |
| DCSL (39.60% CP)         | 0       | 0     | 4      | 5.5   | 7     | 8.5   | 10       | 0     | 4     | 5.5   | 7     | 8.5   | 10    |
| Soybean Oil              | 3.2     | 4.16  | 2.90   | 3.06  | 3.22  | 3.42  | 3.62     | 4.84  | 3.59  | 3.74  | 3.91  | 4.11  | 4.31  |
| CaCO <sub>3</sub>        | 1.31    | 1.04  | 0.96   | 1.01  | 1.06  | 1.04  | 1.02     | 0.97  | 0.95  | 0.99  | 0.99  | 0.97  | 0.95  |
| DCP                      | 1.99    | 1.76  | 1.70   | 1.74  | 1.76  | 1.79  | 1.82     | 1.57  | 1.51  | 1.54  | 1.57  | 1.59  | 1.62  |
| *Vitamin premix          | 0.25    | 0.25  | 0.25   | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25     | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |
| **Mineral Premix         | 0.25    | 0.25  | 0.25   | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25     | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |
| DL-Methionine            | 0.20    | 0.31  | 0.26   | 0.25  | 0.23  | 0.22  | 0.21     | 0.28  | 0.23  | 0.22  | 0.20  | 0.19  | 0.18  |
| L-Lysine                 | 0.13    | 0.06  | 0.26   | 0.35  | 0.24  | 0.34  | 0.34     | 0.08  | 0.37  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.35  |
| L-Threonine              | 0.06    | 0.03  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0        | 0.01  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Common salt              | 0.51    | 0.51  | 0.075  | 0.17  | 0.27  | 0.30  | 0.32     | 0.37  | 0.07  | 0.14  | 0.15  | 0.16  | 0.18  |
| NaHCO <sub>3</sub>       | 0       | 0.10  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0        | 0.10  | 0     | 0     | 0.09  | 0.20  | 0.31  |
| CaCl <sub>2</sub>        | 0       | 0     | 0.18   | 0.003 | 0     | 0     | 0        | 0     | 0.11  | 0.01  | 0     | 0     | 0     |
| <b>Analysis</b>          |         |       |        |       |       |       |          |       |       |       |       |       |       |
| AME(kcal/kg)             | 3000    | 3100  | 3100   | 3100  | 3100  | 3100  | 3100     | 3200  | 3200  | 3200  | 3200  | 3200  | 3200  |
| CP, %                    | 23      | 21.5  | 21.5   | 21.5  | 21.5  | 21.5  | 21.5     | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 |
| Lys, %                   | 1.44    | 1.29  | 1.29   | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29     | 1.16  | 1.16  | 1.16  | 1.16  | 1.16  | 1.16  |
| Met, %                   | 0.56    | 0.64  | 0.67   | 0.64  | 0.65  | 0.66  | 0.67     | 0.59  | 0.62  | 0.61  | 0.59  | 0.58  | 0.56  |
| Met+Cys, %               | 0.73    | 0.99  | 0.99   | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.99     | 0.91  | 0.91  | 0.91  | 0.91  | 0.91  | 0.92  |
| Thr, %                   | 0.97    | 0.88  | 1.27   | 1.05  | 1.13  | 1.20  | 1.27     | 0.78  | 0.90  | 0.97  | 1.04  | 1.12  | 1.19  |
| Calcium, %               | 0.96    | 0.87  | 0.87   | 0.87  | 0.87  | 0.87  | 0.87     | 0.79  | 0.79  | 0.79  | 0.79  | 0.79  | 0.79  |
| Phosphorus, %            | 0.48    | 0.44  | 0.44   | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44     | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.40  |
| Sodium, %                | 0.23    | 0.23  | 0.33   | 0.50  | 0.45  | 0.39  | 0.33     | 0.20  | 0.23  | 0.22  | 0.21  | 0.20  | 0.20  |
| Chlorine, %              | 0.42    | 0.35  | 0.34   | 0.28  | 0.30  | 0.32  | 0.34     | 0.27  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.24  | 0.26  |
| DCAB (meq/kg)            | 230     | 220   | 220    | 220   | 220   | 220   | 210      | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   |
| Cost (Toman)             | 3783    | 3674  | 3396   | 3396  | 3357  | 3414  | 3436     | 3475  | 3200  | 3197  | 3217  | 3242  | 3264  |

\* هر کیلو مکمل ویتامینه حاوی ۳۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (رتینول)، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3 (کوله‌کلسیفرول)، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E (دی-آلفا-توکوفرول استات)، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3 (منادیون)، ۷۱۰ میلی‌گرم B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم B2، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم نیاسین، ۳۹۲۰ میلی‌گرم اسید پانتوتیک، ۱۱۷۶ میلی‌گرم B6 (پیریدوکسین)، ۷۲ میلی‌گرم بیوتین، ۴۰۰ میلی‌گرم اسید فولیک، ۶/۸ میلی‌گرم B12، ۳۲۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید و ۱۰۰۰ میلی‌گرم پایدارکننده. هر کیلو مکمل معدنی حاوی ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس (سولفات مس)، ۳۹۷ میلی‌گرم ید (یدات کلسیم)، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن (سولفات آهن)، ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز (منگنز سولفات)، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم (سلنیت سدیم)، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی (سولفات روی)، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

\* per kg of Vitamin premix: Vitamin A (retinol), 3600000 IU; Vitamin D3 (cholecalciferol), 800000 IU; Vitamin E (dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 14400 mg; Vitamin K3 (menadione), 800 mg; Vitamin B1, 710 mg; Vitamin B2, 2640 mg; Vitamin B6 (pyridoxine), 1176 mg; Vitamin B12 (cyanocobalamin), 6 mg; Vitamin B3 (niacin), 11880 mg; Vitamin B5 (pantothenic acid), 3920 mg; Biotin, 72 mg; Vitamin B9 (folic acid), 400 mg; Choline chloride: 100000 mg

\*\* per kg of Mineral premix: Mn (manganese sulfate), 39680 mg; Se (sodium selenite) 80 mg; Iodine (calcium iodate) 397 mg; Cu (copper sulfate) 4000 mg; Fe (iron sulfate) 20000 mg; Zn, 33880 mg (zinc sulfate); Choline chloride: 100000 mg.

## جدول ۲. ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت

Table 2. Chemical Composition of Dried Corn Steep Liquor

|                              |       |                           |      |
|------------------------------|-------|---------------------------|------|
| AMEn, (kcal/kg) <sup>1</sup> | 2750  | Threonine, % <sup>2</sup> | 5.34 |
| Crude protein, %             | 39.60 | Calcium, %                | 0.17 |
| Lysine, % <sup>2</sup>       | 0.60  | Phosphorus, %             | 0.10 |
| Met, % <sup>2</sup>          | 0.60  | Sodium, %                 | 0.22 |
| Potassium, %                 | 2.95  | Chlorine, %               | 0.50 |
| DCAB, (meq/kg)               | 330.6 | Crude fiber, %            | 0.24 |

DCAB: تعادل کاتیون و آنیون جیره

1. The AME value adopted from Cornelius et al. (1977), other values adopted from Chovatiya et al., 2010 and Waldroup & Rutherford, (1971)  
DCAB: Dietary cation anion balance

## جدول ۳. ترکیبات شیمیایی پودر پر فرآوری شده با قلیا

Table 3. Chemical Composition of Alkaline Treated Feather Meal

|                              |         |                  |      |
|------------------------------|---------|------------------|------|
| AMEn, (kcal/kg) <sup>1</sup> | 2686    | Threonine, %     | 1.98 |
| Crude protein, %             | 72.07   | Calcium, %       | 0.20 |
| Lysine, %                    | 1.03    | Phosphorus, %    | 0.70 |
| Met, %                       | 0.43    | Sodium, %        | 5.13 |
| Potassium, %                 | 0.25    | Chlorine, %      | 0.40 |
| DCAB, (meq/kg)               | 2195.34 | Ether extract, % | 2.5  |

DCAB: Dietary cation anion balance

DCAB: تعادل کاتیون و آنیون جیره

(TCA) و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول بوتیلیند هیدروکسی تولوئن (BHT) به‌عنوان آنتی‌اکسیدان روی نمونه‌ها ریخته شد. سپس نمونه‌ها نود ثانیه با دور بالا در مخلوط‌کن همگن و سپس بعد سه دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. سپس لایه هگزان فوقانی دور ریخته شد و فاز آبی با کاغذ واتمن صاف شد. فاز آبی با محلول TCA پنج درصد به حجم پنج میلی‌لیتر رسانده شد. سپس سه میلی‌لیتر محلول TBA هشت دهم درصد به نمونه‌ها افزوده شد و ۳۰ دقیقه در بن ماری با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها به‌سرعت در آب خنک شدند. غلظت MDA در نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۱ نانومتر قرائت شد (Botsoglou *et al.*, 2003).

مالون دی‌آلدئید ترکیبی آلی و بسیار فعال است که در واکنش‌های پراکسیداسیون تولید می‌شود. برای بررسی میزان مالون دی‌آلدئید به‌عنوان شاخصی از میزان اکسیداسیون لیپید در پلاسما خون از آزمایش TBARS استفاده شد (Faix *et al.*, 2009). مقدار ۷/۵ گرم اسید تری‌کلرواستیک + ۱۸۷ میلی‌گرم TBA + ۶/۲۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک مخلوط شد و داخل بن‌ماری آب جوش قرار گرفت تا به‌خوبی حل شود. سپس برای انجام دادن آزمایش، سه میلی‌لیتر معرف آماده با ۳۰۰ میکرولیتر از پلاسما در داخل لوله آزمایش دردار ریخته شد، پس از آن به مدت ۲۰ دقیقه لوله‌های آزمایش در بن ماری با دمای ۹۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس لوله‌ها از آب گرم، خارج و به‌سرعت در آب سرد قرار داده تا خنک شوند. سپس، دو میلی‌لیتر N-ایزوبوتانول اضافه کرده و به مدت ۲۰ ثانیه در مخلوط‌کن همگن شدند. در مرحله بعد، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ نموده و بلافاصله در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شدند. به‌منظور ارزیابی قدرت آنتی‌اکسیدانی سرم، میزان خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد توسط دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) بررسی شد. در این تست اندازه‌گیری میزان بی‌رنگ شدن محلول بنفش دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل در متانول از طریق توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون در ترکیبات

میزان انرژی پودر پر از رابطه (۱) ارایه شده در NRC (1994) استخراج گردید.

$$\text{AMEn (kcal/kg)} = \quad (1)$$

$$33/2 \times \text{پروتئین خام} + 57/53 \times \text{چربی}$$

آنالیز برخی ترکیبات نیز در آزمایشگاه گروه پرورش و مدیریت طیور دانشگاه تربیت مدرس بر اساس روش‌های مندرج در AOAC (1999) انجام شد. برخی ترکیبات شیمیایی پودر پرآوری شده با قلیا در جدول ۳ نشان داده شده است. در ابتدای دوره آزمایش (۱۰ روزگی)، جوجه‌های اختصاص یافته به هر واحد آزمایشی توزین شدند و میانگین وزن آنها محاسبه شد (۳۰۶/۵±۷/۸۸ گرم). وزن بدن، مصرف خوراک در پایان دوره‌های رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) اندازه‌گیری شد و افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در هر یک از این دوره‌ها با در نظر گرفتن روز جوجه محاسبه گردید.

به‌عنوان شاخص ارزیابی اقتصادی از هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده طبق رابطه (۲) استفاده شد (Martins *et al.*, 2016). به دلیل نبود امکان برآورد دقیق همه هزینه‌ها و با توجه به سهم عمده تغذیه در هزینه‌های پرورش، سایر هزینه‌ها برای تمامی تیمارها برابر فرض شد. قیمت اقلام خوراک بر اساس اطلاعات روز بازار در هنگام اجرای آزمایش (اسفند ۱۳۹۷) در نظر گرفته شد.

$$(2) = \text{هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن}$$

$$\text{هزینه هر کیلو خوراک آزمایشی} \times \text{ضریب تبدیل غذایی}$$

در پایان آزمایش از هر واحد آزمایشی دو قطعه (خروس) به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و بعد از توزین، خونگیری (از سیاهرگ زیر بال)، از طریق قطع سر کشتار و کل گوشت ران (بدون پوست و استخوان) در چرخ گوشت خرد و سپس همگن شد. سنجش میزان چربی خام نمونه گوشت به روش سوکسله مندرج در AOAC (1999) انجام شد. برای اندازه‌گیری مقدار اکسیداسیون، از روش سریع، حساس و اختصاصی تیوباربیتوریک اسید (TBA) برای تعیین پراکسیداسیون چربی در نمونه‌های گوشت ران استفاده شد. چهار میلی‌لیتر محلول اسید تری‌کلرواستیک

مختلف انجام می‌گیرد. معرف مورد استفاده DPPH است که یک رادیکال پایدار و محلول در الکل می‌باشد. بر اثر کاهش رادیکال DPPH توسط آنتی‌اکسیدان، میزان رنگ بنفش محلول، کاهش یافته و به رنگ زرد تبدیل می‌شود که در طول موج ۵۱۷ نانومتر قابل اندازه‌گیری می‌باشد. ۳/۹ میلی‌لیتر محلول DPPH (۶۰ میکرومول) را در لوله آزمایش ریخته سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از پلاسما خون جوجه‌های گوشتی را به آن افزوده و پس از همگن شدن به مدت ۴۵ دقیقه در یک مکان تاریک انکوبه شد. جذب مخلوط توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل بلانک قرائت شد (Brand-Williams *et al.*, 1995).

برای سنجش میزان ویتامین A و بتاکاروتن یک میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درجه به یک میلی‌لیتر نمونه سرم اضافه شد و سپس با افزودن سه میلی‌لیتر هگزان به مدت ده دقیقه در مخلوط‌کن همگن شده و ده دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ نموده، در نهایت جذب هگزان در برابر بلانک در ۳۲۵ nm قرائت شد (Suzuki, 1990).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

### نتایج و بحث

آنالیز برخی ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت خشک‌شده (DSCL) در جدول ۲ آورده شده است، پروتئین آن از کنجاله سویا (۴۳/۸ درصد) مقداری پایین‌تر است و انرژی قابل متابولیسم آن در مقایسه با کنجاله سویا (۲۴۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم) به مقدار قابل توجهی بیشتر است. میزان لیزین آن از کنجاله سویا (۲/۸۱ درصد) کمتر و میزان متیونین + سیستین آن از کنجاله سویا (۱/۲۷ درصد) بیشتر است و با توجه به سطوح انرژی، پروتئین خام و قیمت مناسب این ماده غذایی می‌توان از آن به‌عنوان منبع پروتئینی بهره‌برداری کرد. اما با توجه به اینکه این ماده از نظر اسید آمینه لیزین فقیر است، باید هنگام استفاده از آن در جیره، به استفاده از مکمل لیزین توجه ویژه شود. همچنین آنالیز برخی ترکیبات شیمیایی پودر پر فرآوری‌شده با قلیا در جدول ۳ آورده شده است، این ماده نیز متیونین + سیستین بیشتری نسبت به کنجاله سویا داشته و میزان لیزین آن از کنجاله سویا پایین‌تر است.

اثر مکمل‌سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر مقدار مصرف خوراک در جدول ۴ گزارش شده است. مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های مکمل شده با پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت

برای تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی احیاء آهن پلاسمای جوجه‌های گوشتی از روش توان احیاء آهن پلاسم (Ferric reducing ability of plasma - FRAP) استفاده شد. در این روش ویژگی الکترون‌دهندگی آنتی‌اکسیدان‌ها در pH پایین موجب احیاء کاتیون فریک ( $Fe^{3+}$ ) به فروس ( $Fe^{2+}$ ) می‌شود. بنابراین، سبب تغییر رنگ فریک-تری‌پیریدیل-تریازین بی‌رنگ به کمپلکس آبی‌رنگ فریک-تری‌پیریدیل-تریازین می‌شود. به همین منظور ابتدا محلول کار FRAP به این ترتیب تهیه گردید: میزان ده میلی‌لیتر بافر استات با یک میلی‌لیتر از ماده TPTZ (Tripyridyl-S-triazine) در محلول اسید کلریدریک مخلوط شد، سپس یک میلی‌لیتر محلول کلریدفریک به محلول فوق اضافه گردید. جذب نور محلول کار با طول موج ۵۹۳ نانومتر سنجیده شد و دستگاه اسپکتروفتومتر صفر گردید. سپس برای آغاز واکنش میزان ۵۰ میکرولیتر از پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی به محلول فوق اضافه گردید. تغییرات جذب نوری در طول موج ۵۹۳ نانومتر و دمای ۳۷ درجه

ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر میانگین افزایش وزن بدن در جدول ۴ نشان داده شده است. افزایش وزن بدن پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های مکمل شده با پودر پر آب‌کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در هیچ‌کدام از دوره‌های رشد، پایانی و کل تحت تاثیر قرار نگرفت. این نتیجه با نتایج *Creger et al.* (1962) که با استفاده از پنج درصد خیساب ذرت خشک‌شده میزان رشد را ۷/۳۵ درصد بیشتر از گروه شاهد گزارش کردند هم‌راستا نبود. گزارش شده که جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ده درصد خیساب ذرت دارای بیشترین وزن بدن در ۴۲ روزگی بودند (*Ullah et al.*, 2018). نتایج حاصله از آزمایش *Shen* (1970) نشان داد، جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی پنج درصد خیساب ذرت خشک‌شده، رشد بهتری نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با همان جیره و بدون خیساب ذرت داشتند. در آزمایش‌های متعددی جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی سطوح سه، پنج، هفت و نیم درصد خیساب ذرت خشک‌شده رشد بهتری نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با همان جیره و بدون خیساب ذرت خشک‌شده داشتند (*Camp et al.*, 1957; *Waldroup et al.*, 1970).

محققین کاهش عملکرد جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پودر پر تجزیه نشده را مشاهده کردند، که تفاوت با نتایج حاضر می‌تواند به دلیل اثربخش بودن فرآوری با قلیا در این تحقیق باشد (*Williams et al.*, 1990). گزارش شده است پس از هیدرولیز پودر پر با سود سوزآور، می‌توان از آن تا هشت درصد جیره جوجه‌های گوشتی بدون هیچ‌گونه تأثیر منفی بر افزایش وزن استفاده کرد (*Tsang et al.*, 1963). نتایجی مشابه با پژوهش حاضر با افزودن هفت درصد پر تجزیه شده به روش زیستی در جیره جوجه‌های گوشتی در جایگزینی با کنجاله سویا گزارش شده است (*Odetallah et al.*, 2003). تفاوت در نتایج گزارش شده ممکن است به سن، جنس، نژاد، بهداشت عمومی، مزرعه، استرس‌های محیطی، مدت و زمان آزمایش، نوع، غلظت، دوز و روش‌های فرآوری پودر پر و خیساب ذرت مربوط شود. یکی از نگرانی‌های اصلی

خشک در طی دوره‌های رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره آزمایشی (۱۱ تا ۴۲ روزگی) تحت تاثیر قرار نگرفت.

مشابه با نتایج حاضر، گزارش شده است استفاده از سطوح مختلف خیساب ذرت خشک‌شده تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت؛ ولی به صورت خطی غیرمعنی‌داری سبب افزایش مصرف خوراک گردید (*Waldroup et al.*, 1970). عدم تأثیر خیساب ذرت بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی توسط محققین گزارش شده است (*Shen et al.*, 1970). استفاده از ۱۰ و ۱۵ درصد خیساب ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی افزایش و سطح پنج درصد کاهش مصرف خوراک را نسبت به گروه شاهد در پی داشت (*Ullah et al.*, 2018). مشابه با نتایج حاضر، نتایج تحقیقات *Ochetim* (1993) نشان داد سه درصد پودر پر فرآوری‌شده در جایگزینی با ۶ درصد کنجاله سویا جیره، می‌تواند بدون هیچ اثر منفی بر مصرف خوراک در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده شود ولی در همین تحقیق سطح چهار و چهاردهم پودر پر سبب کاهش مصرف خوراک گردید. در آزمایش دیگری، بین سطوح ۲/۵ و ۵ درصد پودر پر، مصرف خوراک تفاوت معنی‌داری نداشت، هرچند که با سطح پنج درصد مصرف خوراک تمایل به کاهش رشد داشت (*Moran et al.*, 1966). در تحقیقی که توسط *Naveed et al.* (2019) به جهت ارزیابی پودر پر تجزیه شده زیستی و فرآوری‌شده با سود سوزآور انجام گرفت، مصرف خوراک گروه دریافت کننده پودر پر تجزیه شده زیستی بالاتر از گروه کنترل بود.

پودر پر، پروتئین خام بالایی دارد ولی ارزش غذایی آن به دلیل عدم توازن اسیدهای آمینه، پایین می‌باشد (*Moran et al.*, 1966). اما فرآوری پر با سود سوزآور و همچنین استفاده همزمان آن با خیساب ذرت خشک شده در جیره جوجه گوشتی، با توجه به عدم تاثیر منفی روی مقدار مصرف خوراک موجب بهبود ارزش تغذیه‌ای جیره می‌شود و به علت ایجاد تنوع در مواد اولیه در دسترس، موجب سهولت فرمولاسیون جیره متعادل از لحاظ مواد مغذی می‌شود. اثر مکمل سازی پودر پر آب‌کافت قلیایی و خیساب

میانگین هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف تولید در جدول ۴ بیان شده است. میانگین هزینه در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های مکمل شده با پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک تحت تاثیر قرار نگرفت. پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد بالاترین میانگین هزینه خوراک در دوره‌های پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره آزمایشی (۱۱ تا ۲۴ روزگی) را نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک داشتند ( $P < 0.05$ ) که این نشان‌دهنده سودمندی جایگزین کردن پودر پر فرآوری شده با قلیا و خیساب ذرت خشک شده، با بخشی از کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی می‌باشد. کنجاله سویا که منبع اصلی و با ارزش تأمین پروتئین جیره طیور می‌باشد منبعی گران‌قیمت و وارداتی می‌باشد. که این امر سبب خروج ارز از کشور می‌شود، لذا لزوم جایگزینی این ماده با منابع بالارزش، ارزان قیمت‌تر و در دسترس‌تر ضروری می‌باشد. استفاده از پسماندهای کشاورزی و صنعتی یکی از راه‌کارهای به‌دست آوردن جیره اقتصادی می‌باشد. خیساب ذرت، فرآورده جنبی با ارزشی در صنایع تصفیه ذرت می‌باشد که دارای سطوح بالای انرژی و پروتئین خام می‌باشد، از آنجایی که این فرآورده محصولی فرعی یا جانبی تلقی می‌شود معمولاً ارزان قیمت دسترس قرار می‌گیرد. لذا از این ماده می‌توان به‌عنوان منبع پروتئینی بهره‌برداری کرد. همچنین پر طیور به‌عنوان یک فرآورده جانبی کشتارگاهی پس از فرآوری طیور به مقدار زیادی تولید شده که آلودگی‌های زیادی دارد و مشکلات بسیاری در مورد دفع پر و جلوگیری از آلودگی محیطی وجود دارد. تولید سالانه پر مرغ در کشور ۱۵۰ الی ۲۰۰ هزار تن برآورد می‌شود. قیمت پروتئین پودر پر آب کافت قلیایی شده نسبت به پروتئین کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئینی در جیره دام و طیور بسیار پایین‌تر می‌باشد. لذا می‌توان پس از یک فرآوری مناسب، به‌عنوان یک منبع بالقوه و ارزان قیمت در تغذیه حیوانات مزرعای استفاده شود. در این تحقیق گنجاندن این دو منبع پروتئینی ارزان قیمت ولی با ارزش بجای قسمتی از کنجاله سویا سبب کاهش هزینه‌های خوراک گردید.

در ارتباط با استفاده از پودر پر، مشکلات هضم ناشی از پروتئین کراتین موجود در پر می‌باشد، ولی با فرآوری آن می‌توان تا حدی این مشکل را کاهش داده و سبب استفاده از آن در جیره غذایی طیور شد (Naveed *et al.*, 2019).

کنجاله سویا که ماده خوراکی متداول در تهیه جیره‌های طیور می‌باشد، از نظر اسیدهای آمینه تعادل بهتری نسبت به پودر پر تجزیه شده دارد (Odetallah *et al.*, 2003)، اما محدودیت‌هایی نظیر قیمت بالای این کنجاله و کمبود آن در کشور به‌دلیل وارداتی بودن این محصول، نیاز به استفاده از مواد ارزان‌تر را در جیره ایجاد کرده است. اثر مکمل‌سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر ضریب تبدیل خوراک در جدول ۴ نشان داده شده است. ضریب تبدیل خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های مکمل شده با پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک تحت تاثیر قرار نگرفت. طبق آزمایش‌های (Shen 1970) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی پنج و هشت درصد DCSL ضریب تبدیل خوراک بهتری از جوجه‌های تغذیه شده با همان جیره و بدون خیساب ذرت داشتند. اما مشابه با نتایج این تحقیق، جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح سه، پنج و ده درصد خیساب ذرت خشک ضریب تبدیل خوراک مشابه‌ای با جوجه‌های تغذیه شده با گروه شاهد داشتند (Camp *et al.*, 1957).

در پژوهشی با استفاده از سطوح صفر، پنج، ده و پانزده درصد خیساب ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی، محققین مشاهده کردند که بالاترین ضریب تبدیل خوراک متعلق به گروه دریافت کننده ده درصد بود و کمترین آن به گروه دریافت کننده پنج درصد مربوط شد (Ullah *et al.*, 2018). همچنین (Naveed *et al.*, 2019)

اظهار داشتند که ضریب تبدیل خوراک نیز در پرندگان تغذیه شده با پودر پر فرآوری شده با سود سوزآور با تیمار شاهد تفاوت چشمگیری نداشت و بیان کردند که استفاده از پودر فرآوری شده با سود سوزآور بدون تأثیر منفی بر عملکرد می‌تواند در جیره جوجه گوشتی استفاده گردد. اثر مکمل‌سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر



جدول ۴. تاثیر مکمل سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه های گوشتی بر عملکرد رشدی و هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده

Table 4. Effect of experimental treatments on feed intake, body weight gain, feed conversion ratio and feed cost per kg of live weight

| Treat   | Age(day)        |        |        | Age(day)             |        |        | Age(day)              |       |       | Age(day)                                |                   |                   |
|---------|-----------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|-----------------------|-------|-------|---|-------------------|-------------------|
|         | 11-24           | 25-42  | 11-42  | 11-24                | 25-42  | 11-42  | 11-24                 | 25-42 | 11-42 | 11-24                                   | 25-42             | 11-42             |
|         | Feed intake (g) |        |        | Body weight gain (g) |        |        | Feed conversion ratio |       |       | Feed cost per kg of live weight (Toman) |                   |                   |
| 1       | 1182.6          | 2572.8 | 3755.4 | 822.0                | 1219.9 | 2041.9 | 1.44                  | 2.12  | 1.84  | 5290                                    | 7379 <sup>a</sup> | 6522 <sup>a</sup> |
| 2       | 1211.6          | 2552.5 | 3764.1 | 800.0                | 1236.6 | 2036.6 | 1.52                  | 2.07  | 1.97  | 5148                                    | 6612 <sup>b</sup> | 6035 <sup>b</sup> |
| 3       | 1261.5          | 2625.5 | 3887.2 | 843.8                | 1226.4 | 2070.2 | 1.50                  | 2.14  | 1.88  | 5088                                    | 6852 <sup>b</sup> | 6128 <sup>b</sup> |
| 4       | 1226.9          | 2562.5 | 3789.4 | 823.4                | 1241.1 | 2064.6 | 1.49                  | 2.07  | 1.84  | 5009                                    | 6666 <sup>b</sup> | 5997 <sup>b</sup> |
| 5       | 1204.6          | 2533.2 | 3737.8 | 780.3                | 1270.6 | 2050.9 | 1.55                  | 2.00  | 1.82  | 5285                                    | 6473 <sup>b</sup> | 6010 <sup>b</sup> |
| 6       | 1212.0          | 2600.2 | 3812.2 | 843.1                | 1301.4 | 2144.5 | 1.44                  | 2.00  | 1.78  | 4940                                    | 6531 <sup>b</sup> | 5903 <sup>b</sup> |
| SEM     | 21.9            | 41.4   | 57.6   | 17.0                 | 34.1   | 40.0   | 0.03                  | 0.05  | 0.04  | 100                                     | 153               | 89                |
| p-Value | 0.237           | 0.660  | 0.509  | 0.090                | 0.545  | 0.446  | 0.084                 | 0.154 | 0.053 | 0.100                                   | 0.003             | 0.001             |

abc: میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی داری دارند (P < 0.05).

۱: جیره بدون خیساب ذرت و پودر پر آب کافت قلیایی

۲: جیره با ۴٪ خیساب ذرت و ۳/۲۹٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۳: جیره با ۵/۵٪ خیساب ذرت و ۲/۴۷٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۴: جیره با ۷٪ خیساب ذرت و ۱/۶۵٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۵: جیره با ۸/۵٪ خیساب ذرت و ۰/۸۲٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۶: جیره با ۱۰٪ خیساب ذرت و بدون پودر پر آب کافت قلیایی

شاخص اقتصادی: (خوراک مصرفی (kg) × هزینه خوراک (تومان) / افزایش وزن بدن (kg))

abc: Means within a column with different letters differ significantly (P ≤ 0.05).

1: Feed without dried corn steep liquor and alkaline treated feather meal

2: Feed with 4% dried corn steep liquor and 3.29% alkaline treated feather meal

3: Feed with 5.5% dried corn steep liquor and 2.47% alkaline treated feather meal

4: Feed with 7% dried corn steep liquor and 1.65% alkaline treated feather meal

5: Feed with 8.5% dried corn steep liquor and 0.82% alkaline treated feather meal

6: Feed with 10% dried corn steep liquor

Economic Factor: (Feed intake (kg) × Feed price (Toman)) / Body weight gain (kg)

جدول ۵. اثر مکمل سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه های گوشتی بر میزان چربی خام نمونه

گوشت و شاخص های آنتی اکسیدانی در گوشت و پلاسما

Table 5. Effect of experimental treatments on meat crud fat and anti-oxidation indices

| Treat   | EE<br>%            | Meat MDA<br>μmol/ml | Plasma MDA<br>μmol/ml | DPPH<br>% Reduction | Vit A<br>μg/dl       | GPX<br>U/l           | FRAP<br>μmol/l        |
|---------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1       | 13.04 <sup>a</sup> | 0.640 <sup>a</sup>  | 0.151 <sup>a</sup>    | 53.344 <sup>b</sup> | 8.709 <sup>c</sup>   | 198.512 <sup>b</sup> | 273.910 <sup>ab</sup> |
| 2       | 12.35 <sup>a</sup> | 0.704 <sup>a</sup>  | 0.125 <sup>b</sup>    | 89.018 <sup>a</sup> | 10.008 <sup>bc</sup> | 179.807 <sup>c</sup> | 184.580 <sup>c</sup>  |
| 3       | 12.14 <sup>a</sup> | 0.656 <sup>a</sup>  | 0.128 <sup>b</sup>    | 57.034 <sup>b</sup> | 8.826 <sup>c</sup>   | 187.167 <sup>b</sup> | 247.160 <sup>b</sup>  |
| 4       | 9.99 <sup>b</sup>  | 0.564 <sup>ab</sup> | 0.136 <sup>b</sup>    | 62.887 <sup>b</sup> | 9.894 <sup>bc</sup>  | 252.360 <sup>a</sup> | 247.690 <sup>b</sup>  |
| 5       | 10.42 <sup>b</sup> | 0.409 <sup>b</sup>  | 0.122 <sup>c</sup>    | 84.103 <sup>a</sup> | 13.019 <sup>a</sup>  | 250.257 <sup>a</sup> | 204.480 <sup>c</sup>  |
| 6       | 9.51 <sup>b</sup>  | 0.699 <sup>a</sup>  | 0.151 <sup>a</sup>    | 17.527 <sup>c</sup> | 11.443 <sup>ab</sup> | 179.807 <sup>a</sup> | 294.330 <sup>a</sup>  |
| SEM     | 0.34               | 0.061               | 0.004                 | 3.335               | 1.29                 | 5.737                | 12.912                |
| p-Value | 0.001              | 0.044               | 0.0004                | <0.0001             | 0.012                | <0.0001              | <0.0001               |

abc: Means within a column with different letters differ significantly (P ≤ 0.05) در هر ستون تفاوت معنی داری دارند (P < 0.05).

1: Feed without dried corn steep liquor and alkaline treated feather meal

2: 4% dried corn steep liquor and 3.29% alkaline treated feather meal

3: 5.5% dried corn steep liquor and 2.47% alkaline treated feather meal

4: 7% dried corn steep liquor and 1.65% alkaline treated feather meal

5: 8.5% dried corn steep liquor and 0.82% alkaline treated feather meal

6: 10% dried corn steep liquor

EE: Ether Extract

MDA<sub>meat</sub>: Meat Malondialdehyde

MDA<sub>plas</sub>: Plasma Malondialdehyde

DPPH: Diphenylpicrylhydrazyl

Vit A: Vitamin A

GPX: Glutathioneperoxidase

FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma

۱: جیره بدون خیساب ذرت و پودر پر آب کافت قلیایی

۲: جیره با ۴٪ خیساب ذرت و ۳/۲۹٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۳: جیره با ۵/۵٪ خیساب ذرت و ۲/۴۷٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۴: جیره با ۷٪ خیساب ذرت و ۱/۶۵٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۵: جیره با ۸/۵٪ خیساب ذرت و ۰/۸۲٪ پودر پر آب کافت قلیایی

۶: جیره با ۱۰٪ خیساب ذرت و بدون پودر پر آب کافت قلیایی

EE: عصاره اتری

MDA<sub>meat</sub>: مالون دی آلدئید در گوشت

MDA<sub>plas</sub>: مالون دی آلدئید در پلاسما

DPPH: دی فنیل پیکریل هیدرازیل

Vit A: ویتامین آ

GPX: گلوکوتائون پراکسیداز

FRAP: توان احیاء آهن پلاسما

( $P < 0/05$ ). پرندگان تغذیه شده با جیره‌های دو و پنج (۸/۵ درصد خیساب ذرت و ۰/۸۲ درصد پودر پر) توان آنتی‌اکسیدانی پلاسمای بیشتری بر اساس میزان کاهش رادیکال آزاد DPPH نسبت به پرندگان تغذیه شده با سایر جیره‌ها داشتند و پرندگان تغذیه شده با جیره شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و صفر درصد پودر پر) توان آنتی‌اکسیدانی پلاسمای کمتری بر اساس میزان کاهش رادیکال آزاد DPPH مشابه با آنچه در میزان مالون‌دی‌آلدئید مشاهده شد، نشان داد ( $P < 0/05$ ). از هیدرولیز پودر پر ممکن است پپتیدهای آنتی‌اکسیدان حاصل شود که می‌تواند رادیکال‌های آزاد را تخریب کند و یا باعث ترمیم سلول‌های آسیب دیده توسط رادیکال‌های آزاد شود که به نوبه‌ی خود سبب بهبود غشای گلبول‌های قرمز، افزایش طول عمر و سیستم ایمنی می‌گردد (Sabow, 2016). همچنین سیستمین برای کاهش پراکسیداسیون لیپید، افزایش سطح تری‌پپتید گلوکوتایون در کبد و اریتروسیت‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با گلوکوتایون در سرم، اریتروسیت‌ها و کبد نقش دارد (Skrzydłowska & Farbiszewski, 1999). بالاتر بودن میزان کاهش رادیکال آزاد DPPH در تیمار دو (۴ درصد خیساب ذرت و ۳/۲۹ درصد پودر پر) و به طور کلی مشاهده بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در تیمارهایی که در آن‌ها از پودر پر فرآوری شده با قلیا استفاده شده است، می‌تواند به این علل باشد.

پرندگان تغذیه شده با جیره‌های پنج (۸/۵ درصد خیساب ذرت و ۰/۸۲ درصد پودر پر) و شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و صفر درصد پودر پر) سطح ویتامین A بیشتری نسبت به پرندگان دریافت کننده جیره‌های یک (بدون خیساب ذرت و پودر پر) و تیمار سه (۵/۵ درصد خیساب ذرت و ۲/۴۷ درصد پودر پر) داشتند ( $P < 0/05$ ). ویتامین A به‌عنوان آنتی‌اکسیدان محلول در چربی شناخته می‌شوند بهترین محافظت در برابر اکسیژن منفرد و رادیکال‌های آزاد را دارد و میزان بالای آن‌ها در پلاسما نشان‌دهنده عملکرد مطلوب سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن می‌باشد و از بدن در مقابل تاثیر منفی رادیکال‌های آزاد حفاظت می‌کنند. پرندگان

اثر مکمل سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر درصد چربی خام و اکسیداسیون گوشت ران جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ ارائه شده است. پرندگان تغذیه شده با جیره‌های یک (بدون خیساب ذرت و پودر پر)، دو (۴ درصد خیساب ذرت و ۳/۲۹ درصد پودر پر) و سه (۵/۵ درصد خیساب ذرت و ۲/۴۷ درصد پودر پر) چربی گوشت ران بیشتری نسبت به پرندگان دریافت‌کننده سایر جیره‌ها داشتند ( $P < 0/05$ ). بالاتر بودن میزان چربی خام در پرندگان تغذیه شده با جیره یک می‌تواند به علت محتوای بالاتر روغن جیره و در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های دو (۴ درصد خیساب ذرت و ۳/۲۹ درصد پودر پر) و سه (۵/۵ درصد خیساب ذرت و ۲/۴۷ درصد پودر پر) می‌تواند به علت محتوای بالاتر چربی خام پودر پر نسبت به خیساب ذرت خشک‌شده باشد. بیشترین میزان اکسیداسیون بر اساس سنجش میزان مالون‌دی‌آلدئید نمونه گوشت ران در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های یک (بدون خیساب ذرت و پودر پر)، دو (۴ درصد خیساب ذرت و ۳/۲۹ درصد پودر پر)، سه (۵/۵ درصد خیساب ذرت و ۲/۴۷ درصد پودر پر) و شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و بدون پودر پر) نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره پنج (۸/۵ درصد خیساب ذرت و ۰/۸۲ درصد پودر پر) مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

به‌منظور ارزیابی اثر مکمل‌سازی پودر پر آب کافت قلیایی و خیساب ذرت خشک در جیره جوجه‌های گوشتی بر توان آنتی‌اکسیدانی، پلاسمای مالون‌دی‌آلدئید (MDA)، ویتامین A، گلوکوتایون پراکسیداز (GPX)، میزان یون آهن احیا (FRAP) و میزان کاهش رادیکال آزاد DPPH پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی اندازه‌گیری شد (جدول ۵). پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های یک (بدون خیساب ذرت و پودر پر) و شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و بدون پودر پر) سطح مالون‌دی‌آلدئید پلاسمای بیشتری نسبت به پرندگان دریافت کننده سایر جیره‌ها داشتند ( $P < 0/05$ ) که نشان‌دهنده بالابودن سطح اکسیداسیون چربی در پلاسمای پرندگان دریافت کننده این دو جیره می‌باشد، اما استفاده از پودر پر در جیره جوجه‌های گوشتی حتی در کمترین سطح (۰/۸۲ درصد) میزان مالون‌دی‌آلدئید پلاسما را کاهش داد

2001). آثار سودمند ناشی از ترکیبات فنولیک مربوط به خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به‌خصوص در برابر گونه‌های فعال اکسیژن و توانایی پاک‌کنندگی رادیکال‌های آزاد، دادن اتم‌های هیدروژن یا الکترون و یا تشکیل کیلات با کاتیون‌های فلزی. در بین آنتی‌اکسیدان‌های مشتق‌شده از خیساب ذرت، مشتقات اسیدسیناپینیک و اسیدکافنیک به‌طور مؤثری از تولید واسطه‌های هیدروپراکسید در پراکسیداسیون چربی جلوگیری کردند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی مشابه و بلکه قوی‌تر از توکوفرول و اسیدآسکوربیک دارند (Niwa et al., 2001).

### نتیجه‌گیری

استفاده از سطوح مختلف خیساب خشک‌شده ذرت و پودر پر فرآوری‌شده با قلیا به‌عنوان جایگزین منبع پروتئین جیره جوجه‌های گوشتی هیچ اثر منفی بر افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و هزینه خوراک به‌ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن نداشت. استفاده از این دو فرآورده جنبی در جیره نه تنها عملکردی مشابه با جیره شاهد که از کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئین استفاده شده بود، حاصل شد؛ بلکه هزینه خوراک را کاهش داد و سبب دستیابی به یک جیره اقتصادی و کاهش هزینه‌های تولید گردید. همچنین استفاده از سطوح مختلف پودر پر در جیره توانست نقش آنتی‌اکسیدانی داشته باشد. با در نظر گرفتن نتایج عملکرد رشد، هزینه تغذیه و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده از ۸/۵ درصد خیساب ذرت به همراه ۰/۸۲ پودر پر فرآوری شده با قلیا در جیره جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود.

### سپاسگزاری

از مدیریت محترم گروه صنعتی پژوهشی فرهیختگان زرنام به خاطر حمایت مالی از این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. از همکاری جناب آقای دکتر حامد صالحی در آنالیز اسیدهای آمینه نمونه پودر پر سپاسگزاری می‌شود. همچنین از مدیریت محترم کشتارگاه ایران بورچین به دلیل همکاری صمیمانه در تهیه نمونه پر خام، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تغذیه شده با جیره‌های چهار (۷ درصد خیساب ذرت و ۱/۶۵ درصد پودر پر)، پنج (۸/۵ درصد خیساب ذرت و ۰/۸۲ درصد پودر پر) و شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و بدون پودر پر) فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) بالاتری نسبت به پرندگان تغذیه‌شده با سایر جیره‌ها داشتند ( $P < 0.05$ ) و پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های دو و سه (۵/۵ درصد خیساب ذرت و ۲/۴۷ درصد پودر پر) فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز کمتری داشتند. افزایش معنی‌دار فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پرندگان ذکر شده نشان‌دهنده بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی متعاقب تغذیه از جیره حاوی سطوح بالای خیساب خشک‌شده ذرت می‌باشد. به‌طور طبیعی در موجودات زنده برای مقابله با رادیکال‌های آزاد سیستم‌های حفاظتی متعددی از قبیل گلوتاتیون پراکسیداز در هر سلول وجود دارد. سنجش این آنزیم برای ارزیابی عملکرد صحیح سیستم ایمنی و آنتی‌اکسیدانی مؤثر به‌نظر می‌رسد (Skrzydłewska & Farbiszewski, 1999). بالاترین توان اکسیدانی پلاسما به روش سنجش میزان احیاء یون آهن FRAP به پرندگان تغذیه شده با جیره شش (۱۰ درصد خیساب ذرت و بدون پودر پر) و کمترین آن به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های دو و پنج متعلق بود ( $P < 0.05$ ). کاروتنوئیدها پیش‌ساز ویتامین A هستند، کاروتنوئیدها آنتی‌اکسیدان و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی‌اند که در بدن پرنده ساخته نشده و بنابراین، باید از طریق جیره تأمین شوند (Blount et al., 2002). اثر خیساب ذرت در بازدارندگی از اکسیداسیون چربی را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی مواد مؤثره موجود در آن مانند ترکیبات فنولیک و کاروتنوئیدها نسبت داد. گیاهان یکی از منابع مهم آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند زیرا دارای ترکیباتی هستند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند مانند ویتامین‌ها، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنولیک هستند (Blount et al., 2002).

خیسب ذرت حاوی ۱۲ ترکیب پلی‌فنول است که ۱۱ عدد از آن‌ها از مشتقات p-کوماریک اسید و یکی از آن‌ها اسید وانیلیک است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به اثبات رسیده است (Niwa et al., 2001).

## REFERENCES

1. AOAC. (1999). *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup> rev. ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
2. Benzie, I. F. & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
3. Blount, J. D., Surai, P. F., Houston, D. C. & Moller, A. P. (2002). Patterns of yolk enrichment with dietary carotenoids in gulls: the roles of pigment acquisition and utilization. *Functional Ecology*, 16, 445-453.
4. Botsoglou, N. A., Govaris, A., Botsoglou, E. N., Grigoropoulou, S. H., Papageorgiou, G. & Chemistry, F. (2003). Antioxidant activity of dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation in long-term frozen stored turkey meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2930-2936.
5. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
6. Camp, A. A., Cartrite, H. T., Reid, B. L., Quisenberry, J. H. & Couch, J. R. (1957). Corn steep water solubles as a source of unknown growth factor(s) for growing chicks. *Poultry Science*, 36(6), 1354-1359.
7. Chovatiya, S. G., Bhatt, S. S. & Shah, A. R. (2010). Evaluation of corn steep liquor as a supplementary feed for *Labeo rohita* (Ham) fingerlings. *Aquaculture International*, 19(1), 1-12.
8. Cornelius, S.G., Harmon, B. & Totsch, J.P. (1977). Condensed fermented corn soluble with germ meal and bran (DSL) as a nutrient source for swine. III. Metabolizable energy content. *Journal of Animal Science*, 46(3), 482-485.
9. Creger, C. R., Zavala, M. A., Mitchell, R. H., Davis, R. E. & Couch, J. R. (1962). Organic and inorganic supplements in a purified type diet for chickens. *Poultry Science*. 41, 1928-1931.
10. Faix, S., Faixova, Z., Placha, I. & Koppel, J. (2009). Effect of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil on antioxidative status in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brunensis*, 78, 411-417.
11. Forgács, G. & Lundin, M. (2013). Pretreatment of chicken feather waste for improved biogas production. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 169, 2016-2028. <https://doi.org/10.1007/s12010-013-0116-3>.
12. Martins, J. M. S., Carvalho, C. M. C., Litz, F.H., Silveira, M.M., Moraes C.A., Silva, M.C.A., Fagundes, N. S. & Fernandes, E. A. (2016). Productive and economic performance of broiler chickens subjected to different nutritional plans. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 18(2), 209-216. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0037>.
13. Moran, E., Summers, J. & Slinger, S. (1966). Keratin as a source of protein for the growing chick 1. amino acid imbalance as the cause for inferior performance of feather meal and the implication of disulfide bonding in raw feathers as the reason for poor digestibility. *Poultry Science*, 45(6), 1257-1266.
14. Naveed, A., Sharif, M. & Sultan, J. I. (2019). Biological evaluation of NaOH treated and un-treated feather meal in broiler chicks. *Austin Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(2), 1069.
15. Niwa, T., Doi, U., Kato, Y. & Osawa, T. (2001). Antioxidative properties of phenolic antioxidants isolated from corn steep liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1), 177-182.
16. Odetallah, N., Wang, J., Garlich, J. & Shih, J. (2003). Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. *Poultry Science*, 82(4), 664-670.
17. OECD/FAO. (2017). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026*, OECD Publishing, Paris. Retrieved October 12, 2020, from [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-en)
18. Onuoha, S. C. & Chukwura, E. I. (2011). Effect of temperature and pH on bacterial degradation of chicken feather waste (CFW). *International Journal of Natural and Social Sciences*, 2(3), 538-544.
19. Papadopoulos, M., El Boushy, A. & Ketelaars, E. (1985). Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chicken assay. *Poultry Science*, 64(9), 1729-1741.
20. Papadopoulos, M.C. (1984). *Feather meal: evaluation of the effect of processing conditions by chemical and chick assays*. Ph.D. thesis. Agricultural University of Wageningen, The Netherlands.
21. Sabow, A. B. (2016). Changes of microbial spoilage, lipid-protein oxidation and physicochemical properties during post mortem refrigerated storage of goat meat. *Animal Science Journal*. 87(6), 816-826.
22. Sharma, R. & Rajak, R. C. (2003). Keratinophilic fungi: Nature's keratin degrading machines! *Resonance*, 8(9), 28-40.
23. Shen, T.F., Marrett, L.E., Sunds, M.L. & Bird, H.R. (1970). Growth promoting effect of condensed fermented extractive (corn fermentation condensed soluble) in chickens. *Poultry Science*, 49, 542-545.
24. Skrzydlewska, E. & Farbiszewski, R. (1999). Protective effect of N-acetylcysteine on reduced glutathione, reduced glutathione-related enzymes and lipid peroxidation in methanol intoxication. *Drug and Alcohol Dependence*, 57(1), 61-67.
25. Suzuki, J. & Katoh, N. (1990) A simple and cheap method for measuring serum Vitamin A in cattle using only a spectrophotometer. *Japan Journal of Veterinary Science*, 6, 1281-1283

26. Tsang, S. T. L., McKee, E. L., Andrews, G. P., Winslade, C. E., Steinhauser, R. L. & Windsor, H. A. (1963). The utilization of hydrolyzed poultry feathers in isonitrogenous and isocaloric broiler rations. *Poultry Science*, 42(6), 1369-1372.
27. Ullah, Z., Yousaf, M., Shami, M. M., Sharif, M. & Mahrose, K. (2018). Effect of graded levels of dietary corn steep liquor on growth performance, nutrient digestibility, haematology and histopathology of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 395-402.
28. Waldroup, P. W. & Rutherford, H. O. (1971). Acceptability of corn dried steep liquor concentrate for laying hens and turkeys. *Poultry Science*, 50(6), 1863-1867.
29. Waldroup, P. W., Hillard, C. M. & Abbott, W. W. (1970). Evaluation of corn dried steep liquor concentrate in the diet of broiler chicks. *Poultry Science*, 49(5), 1203-1208.
30. Williams, C. M., Richter, C. S., Mackenzie, J. M. & Shih, J. C. (1990). Isolation, identification, and characterization of a feather-degrading bacterium. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(6), 1509-1515.