Archive of SID.ir

Vol 26, No. 1, Spring 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

The effect of particle size of sunflower hulls in diets containing different fat sources on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients and cecal microbial population of broiler chickens

Ramin Kasaeizadeh[1] | Somayyeh Salari[2]✉ | Mohammad Reza Abdollahi[3] | Farshad Baghban[4]

1. Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. E-mail: phd.raminkasaeizadeh@asnrukh.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran. Email: S.Salari@asnrukh.ac.ir
3. Monogastric Research Centre, School of Agriculture and Environment, Massy University, Private Bag 11 222, Palmerston North 442, New Zealand. E-mail: m.Abdollahi@massey.ac.nz
4. Isfahan Veterinary Pathology Center, Isfahan, Iran. E-mail: baghibaghban@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 20 October 2023
Received in revised form
3 February 2024
Accepted 5 February 2024
Published online 15 March 2024

Keywords:
Body weight gain
Broiler chickens
Escherichia coli
Insoluble fibre
Tallow

ABSTRACT

Introduction: In the past studies, the beneficial effect of insoluble fiber in broiler feed has been well demonstrated. Studies have shown that moderate amounts of fiber in poultry diets lead to significant improvements in nutrient utilization efficiency. Depending on the type of dietary fiber (soluble or insoluble), the particle size plays a role in the growth and development of gizzard and improves the mixture of digestive substances with digestive secretions. On the other hand, nutritionists are trying to respond to the rapid growth needs of birds by increasing the energy concentration of diets. Fats are considered for this purpose, as their energy value is at least twice that of carbohydrates and proteins. At a young age, the secretion of bile acids and the activity of pancreatic lipase are low, and therefore, the ability to digest fat in young broilers is compromised. Some studies have shown that cellulose and oat hull as a source of insoluble fiber (3%) in the diet of broiler chickens have increased the apparent digestibility of crude fat in the ileum and increased the availability of energy for the bird. Therefore, the purpose of this research is to investigate the effects of sunflower hull with different particle sizes in diets containing different sources of fat on growth performance, digestibility of nutrients and the microbial population of the caecum of broiler chickens.

Materials and methods: This experiment was conducted using 360 one-day-old Ross 308 broiler chickens in a completely randomized design with a 2×3 factorial arrangement for 42 days. Experimental treatments included: sunflower hulls (SFH) (without hulls, 3% with 1 mm particle size and 3% with 5 mm particle size) and different fat sources (3% tallow, 3% canola oil). Feed intake (FI) and body weight gain (BWG) of birds were recorded and feed conversion ratio (FCR) was calculated. To determine the ileal digestibility of nutrients, 3 g/kg of chromium oxide was fed to chickens on days 37-42 of the rearing period. On the 42nd day of rearing, the ileum contents of 2 birds were collected and stored in a freezer at -20°C. To investigate the morphology of the small intestine, 5 cm of the duodenum, jejunum and ileum were taken. Cecal microbial population also determined at 42 days of age. The data obtained from the experiment were analyzed using SAS statistical software and GLM procedure. To compare means, Duncan's (1955) multi-range test was used at a significant level of 5%.

Results and discussion: The results showed that, using of the coarse and fine SFH in the diet of broiler chickens increased FI and improved the FCR in the whole period of experiment ($P<0.05$). Canola oil improved FI and BWG compared to tallow ($P<0.05$). Apparent digestibility of crude protein and crude fat also increased by using of coarse SFH in the diet ($P<0.05$). The use of coarse SFH increased the villus height of duodenum and the villus height and thickness of ileum ($P<0.05$). Canola oil increased the villus height of ileum, but decreased the villus thickness compared to tallow treatment ($P<0.05$). The use of coarse SFH in the diet reduced the population of *Escherichia coli* bacteria in the cecum, and coarse SFH with different sources of fat increased the population *of Lactobacillus* ($P<0.05$).

Conclusions: In general, the results of the present study showed that the addition of coarse sunflower hull to the diet could improve the growth performance of broilers by increasing the digestibility of crude protein, crude fat, *Lactobacillus* population, and reducing the cecal population of *E. coli*. Although its interaction with canola oil also had positive effects on the population of beneficial gut bacteria.

Cite this article: Kasaeizadeh, R., Salari, S., Abdollahi, M. R., & Baghban, F. (2024). The effect of particle size of sunflower hulls in diets containing different fat sources on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients and cecal microbial population of broiler chickens. *Journal of Animal Production*, 26 (1), 45-60.
DOI: https://doi.org/ 10.22059/jap.2024.367011.623764

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.367011.623764

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دوره بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

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

تأثیر اندازه ذرات پوستهٔ آفتابگردان در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری ایلئومی مواد مغذی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی

رامین کسائی‌زاده[۱] | سمیه سالاری[۲]✉ | محمدرضا عبدالهی[۳] | فرشاد باغبان[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: phd.raminkasaeizadeh@asnrukh.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. رایانامه: S.Salari@asnrukh.ac.ir

۳. مرکز تحقیقات تک معده‌ای‌ها، گروه کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه مسی، نیوزیلند. رایانامه: m.abdollahi@massey.ac.nz

۴. مرکز پاتولوژی دامپزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: baghibaghban@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها:

اشرشیاکلای

اضافه وزن

پیه

جوجه‌های گوشتی

فیبر نامحلول

چکیده

در این مطالعه اثرات استفاده از پوستهٔ آفتابگردان با اندازهٔ ذرات متفاوت در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های فیزیولوژیکی، با استفاده از ۳۶۰ قطعه جوجهٔ گوشتی سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس) در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار آزمایشی و شش تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار بررسی شد. عوامل موردبررسی شامل پوسته آفتابگردان (بدون پوسته، دارای سه درصد پوسته با اندازه ذرات یک میلی‌متر و سه درصد پوسته با اندازه ذرات پنج میلی‌متر) و دو منبع مختلف چربی (سه درصد پیه و سه درصد روغن کانولا) بودند. نتایج نشان دادند که در کل دورهٔ پرورش، استفاده از پوستهٔ درشت و ریز آفتابگردان در جیره، باعث افزایش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل غذایی شد ($P<0/05$). تغذیهٔ روغن کانولا، مصرف خوراک و افزایش وزن را در مقایسه با پیه بهبود داد ($P<0/05$). هم‌چنین با استفاده از پوسته درشت آفتابگردان در جیره، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و چربی خام افزایش یافت ($P<0/05$). استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان، طول پرزهای دوازدهه و طول و ضخامت پرزها در ایلئوم را افزایش داد ($P<0/05$). استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان در جیره، جمعیت باکتری‌های اشرشیاکلای روده کور را کاهش داد ($P<0/05$). براساس نتایج حاصل، افزودن پوستهٔ درشت آفتابگردان به جیره با افزایش قابلیت هضم پروتئین خام، چربی خام، جمعیت لاکتوباسیلوس و کاهش جمعیت *اشرشیاکلای* سکوم، عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود می بخشد.

استناد: کسائی‌زاده، رامین؛ سالاری، سمیه؛ عبدالهی، محمدرضا و باغبان، فرشاد (۱۴۰۳). تأثیر اندازه ذرات پوستهٔ آفتابگردان در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری ایلئومی مواد مغذی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۱)، ۴۵-۶۰.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.367011.623764

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱. مقدمه

مصرف مقادیر متوسط فیبر (دو تا سه درصد) در جیره غذایی طیور منجر به بهبود قابل‌توجهی در بازدهی مواد مغذی می‌شود (Mateos *et al*., 2012). علاوه بر نوع فیبر خوراکی (محلول یا نامحلول)، اندازه ذرات در رشدونمو سنگدان نقش داشته و مخلوط‌کردن مواد هضمی را با ترشحات گوارشی بهبود بخشیده است (Donadelli *et al*., 2019). هم‌چنین، حضور اجزای ساختمانی، ذرات درشت و فیبر در خوراک جوجه‌های گوشتی از طریق افزایش فعالیت سنگدان و افزایش مدت زمان توقف خوراک در قسمت‌های بالایی دستگاه گوارش، باعث افزایش تخمیر باکتریایی در چینه‌دان و کاهش pH دستگاه گوارش شده است (Naderinejad *et al*., 2016). میزان pH پایین و افزایش ترشح کلریدریک‌اسید در پیش معده در نتیجه افزایش فیبر و اندازه ذرات در جیره‌های غذایی ممکن است منجر به اثر ضدمیکروبی بر روی برخی باکتری‌های بیماری‌زای قسمت انتهایی دستگاه گوارش شده و افزایش کلونیزه‌شدن باکتری‌های مفید را به‌دنبال داشته باشد (Mroz *et al*., 2006). از این‌رو، جیره‌های حاوی فیبر باید موردتوجه قرار گیرند. از طرف دیگر افزودن چربی به جیره یک روش عملی برای افزایش سطح انرژی جیره است (Jimenez-Moreno *et al*., 2009b). با این وجود در دو هفته اول زندگی جوجه‌ها، قابلیت هضم چربی‌ها به‌ویژه منابع چربی اشباع به‌دلیل کمبود ترشح اسیدهای صفراوی ممکن است مختل شود (Krogdahl, 1985). بنابراین شاید بتوان با افزودن فیبر نامحلول به جیره، کارایی استفاده از چربی‌ها را در جوجه‌ها افزایش داد.

۲. پیشینه پژوهش

مشخص شده است که گنجاندن مقادیر محدود فیبر نامحلول در جیره غذایی طیور با تحریک رشدونمو دستگاه گوارش، رشد باکتری‌های مفید روده، فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده و ترشح اسیدهای صفراوی را افزایش داده و از اختلال در عملکرد روده جلوگیری و لذا قابلیت هضم مواد مغذی جیره را افزایش داده است (Hetland *et al*., 2003; Jimenez-Moreno *et al*., 2009b; 2010). از طرف دیگر، متخصصین تغذیه در تلاش هستند تا با افزایش غلظت انرژی جیره‌ها، به نیازهای رشد سریع پرندگان پاسخ دهند (Ravindran *et al*., 2016). افزودن چربی به جیرهٔ غذایی طیور علاوه بر تامین انرژی، مزایای دیگری از جمله کاهش گرد و غبار جیره، کاهش جداسازی ذرات در جیره‌های آردی و بهبود خوشخوراکی جیره، تأمین ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب ضروری را به‌همراه دارد (Ravindran *et al*., 2016). به‌علاوه، مصرف چربی در جیره، سرعت عبور مواد هضمی از دستگاه گوارش را کاهش داده و امکان استفاده بهتر از مواد مغذی را فراهم نموده است (Latshaw, 2008). در هفته‌های اول پس از هچ، ترشح اسیدهای صفراوی و فعالیت آنزیم لیپاز لوزالمعده کم بوده و لذا قابلیت هضم چربی در جوجه‌های گوشتی جوان به مخاطره می‌افتد (Krogdahl, 1985). بنابراین، عواملی که توسعه روده را بهبود بخشیده و ترشح اسیدهای صفراوی و فعالیت آنزیم را افزایش می‌دهند، به هضم و جذب چربی‌ها در جوجه‌های گوشتی جوان کمک می‌کنند (Krogdahl, 1985). چربی‌های اشباع در مقایسه با روغن‌های غیراشباع به‌ویژه در اوایل رشد جوجه‌های گوشتی دارای قابلیت هضم کم‌تری بوده و لذا انرژی حاصله از آن‌ها نیز کم‌تر خواهد بود درحالی‌که چربی‌های اشباع ثبات بیش‌تری دارند و مانند روغن‌های غیر اشباع به راحتی اکسیده نمی‌شوند (Abudabos, 2014). کاهش قابلیت هضم چربی خام در جیره‌های حاوی دانهٔ کانولا، به روغن موجود در دانه‌های کانولا که توسط یک پوشش پیتیدی احاطه شده، نسبت داده شده است که ممکن است قابلیت هضم روغن را محدود کند (Meng *et al*., 2006). هم‌چنین، در بررسی اثرات متقابل بین دانهٔ کانولا و پوستهٔ یولاف، افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در مرحلهٔ رشد، مشاهده شده است (Barekatain *et al*, 2017). پژوهش‌گران مختلفی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نشان دادند که هنگام افزودن فیبر به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی قابلیت هضم چربی خام، افزایش یافته است (Kalmendal *et al*., 2011). هم‌چنین گزارش شده است استفاده از سطح سه درصد پوسته یولاف در جیره توانسته قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد را در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با پیه افزایش دهد (Jimenez-Moreno *et al*., 2009). پژوهش‌گران در پژوهشی، افزودن سه درصد پوسته یولاف و تفاله چغندرقند با اندازه ذرات ۰/۵ و دو میلی‌متر به جیره جوجه‌های گوشتی در ۲۱ روز اول پرورش را بررسی و نشان دادند که آسیاب‌نمودن درشت منابع فیبری باعث افزایش وزن نسبی سنگدان در مقایسه با اندازه ذرات ریز شد، هم‌چنین افزودن فیبر باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها شد که البته این اثر در جیره حاوی پوسته یولاف نسبت به جیره حاوی تفاله چغندرقند بیش‌تر بود (Jimenez-Moreno *et al*., 2010). در همین راستا، گزارش شده است برای تحریک بیش‌تر توسعه سنگدانی، اندازه ذرات خوراک باید بیش‌تر از یک میلی‌متر باشد (Svihus, 2011). از طرفی، افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی ۱۵ روزه با افزودن ۲/۵ درصد پوسته نخود به جیره گزارش شده است (Jimenez-Moreno *et al*., 2011). برخی مطالعات نشان دادند که مصرف سلولز و پوسته یولاف به‌عنوان منابع فیبر خوراکی نامحلول به میزان سه درصد در جیرهٔ جوجه‌های گوشتی باعث افزایش قابلیت هضم ظاهری چربی خام و افزایش دسترسی به انرژی برای پرنده شده است. این اثر مثبت ممکن است در نتیجهٔ افزایش غلظت اسیدهای صفراوی در تهی‌روده باشد که از تشکیل میسل و جذب چربی حمایت نموده است (Jimenez-Moreno *et al*., 2009a; 2010). هم‌چنین افزایش قابلیت هضم چربی خام، پروتئین خام و ماده آلی در اثر افزودن فیبر نامحلول به جیره (پوسته آفتابگردان، باگاس نیشکر و سبوس گندم در سطح سه درصد جیره) در مقایسه با تیمار شاهد گزارش شده است (Pourazadi *et al*., 2020). بنابراین، شاید بتوان با استفاده از ذرات درشت پوسته آفتابگردان به‌عنوان منبع فیبر نامحلول در جیره، بهره‌وری منابع چربی به‌ویژه نوع اشباع را افزایش داد. بر این اساس، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات پوستهٔ آفتابگردان با اندازهٔ ذرات متفاوت در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی بود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

میزان موردنیاز از پوستهٔ آفتابگردان از محصولات فرعی کارخانه فرآوری مغز آفتابگردان اصفهان تهیه و قبل از استفاده در جیرهٔ غذایی، ترکیب شیمیایی آن براساس روش‌های استاندارد تعیین شد. برای این منظور، ابتدا نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد در آون برای رسیدن به وزن ثابت، خشک و سپس با استفاده از آسیاب مجهز به الک با قطر منافذ یک میلی‌متر آسیاب شدند. میزان مادهٔ خشک، خاکستر خام، مادهٔ آلی، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌ها براساس روش‌های استاندارد (AOAC, 2000) تعیین گردید. میزان الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) به روش توصیفی ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی پوستهٔ آفتابگردان مورد استفاده در جدول (۱) آورده شده است. پوسته آفتابگردان با آسیاب چکشی با الک‌های یک و پنج میلی‌متر آسیاب شد. توزیع اندازه ذرات توسط الک‌کردن با روش خشک تعیین گردید (Baker & Herrman, 2002). برای این منظور، مقدار ۱۰۰ گرم از نمونه در شیکر (Restch, Stuttgart, Germany) مجهز به شش الک با قطرهای دو، یک، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۰۶ و ۰/۰۷۵ میلی‌متر به‌ترتیب از بالا به پایین به‌مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سپس مقادیر باقی‌مانده بر روی هر یک از الک‌ها از طریق کم‌کردن وزن نمونه اولیه از وزن بعد از تکان‌دادن به‌دست آمد. سپس میانگین قطر هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین قطر هندسی براساس روش پیشنهادی انجمن مهندسی کشاورزی آمریکا (ASAE, 1995) محاسبه گردید (جدول ۱).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱. ترکیب شیمیایی پوستهٔ آفتابگردان مورداستفاده در آزمایش

مادهٔ خشک (درصد)	۹۲/۰۱
پروتئین خام (درصد)	۴/۲۲
انرژی قابل سوخت وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)[۱]	۳۴۰
چربی خام (درصد)	۰/۷۴
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (درصد)	۷۰/۷۲
الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی (درصد)	۶۴/۳۸
فیبر خام (درصد)	۵۳/۱۱
خاکستر (درصد)	۳/۰

اندازه ذرات (میکرومتر)	ریز	درشت
>۲۰۰۰	۰/۷۳۳	۱۲/۴۴۵
۱۰۰۰–۲۰۰۰	۶/۸۱۸	۵۳/۱۶۸
۵۰۰–۱۰۰۰	۷۵/۶۲۸	۲۴/۵۹۳
۲۵۰–۵۰۰	۱۳/۰۱۳	۷/۴۱۳
۱۰۶–۲۵۰	۳/۰۵۸	۱/۸۰۸
<۱۰۶	۰/۷۵۳	۰/۵۷۵
GMD±GSD (میکرومتر)	۶۳۳ ± ۱/۷۲	۱۰۶۲ ± ۱/۹۲

۱. محاسبه‌شده براساس معادله Janssen (1989)

به‌منظور بررسی تأثیر استفاده از پوستهٔ آفتابگردان با منابع مختلف چربی بر عملکرد، خصوصیات هضمی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی، از ۳۶۰ قطعه جوجهٔ گوشتی سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس) با میانگین وزنی ۰/۷±۳۵/۴۰ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۳ از سن یک تا ۴۲ روزگی استفاده شد. با توجه به وجود شش تیمار آزمایشی و شش تکرار در هر تیمار، تعداد ۱۰ قطعه جوجه برای هر تکرار در نظر گرفته شد. عوامل موردبررسی شامل پوسته آفتابگردان با سه سطح صفر، سه درصد با اندازه ذرات یک میلی‌متر و سه درصد با اندازه ذرات پنج میلی‌متر و منابع مختلف چربی شامل سه درصد پیه یا روغن کانولا بودند. جیره‌های آزمایشی برای دوره‌های آغازین (سن یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (سن ۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی) براساس نیازهای مواد مغذی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ تنظیم شدند (جدول ۲). فراسنجه‌های عملکرد شامل مصرف خوراک و افزایش وزن پرندگان به‌صورت دوره‌ای رکوردبرداری و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شد. جهت تعیین قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی، جیره حاوی سه گرم در کیلوگرم مکمل اکسیدکروم از روز ۳۷ دوره پرورش به جوجه‌ها تغذیه شد. در روز ۴۲ دوره پرورش، از هر تکرار تعداد دو قطعه پرنده به‌طور تصادفی انتخاب ومحتویات ایلئومی آن‌ها از زائده مکل تا پنج سانتی‌متر مانده به روده‌های کور جمع‌آوری و در فریزر با دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. محتویات ایلئومی فریزشده در آون با دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت کاملاً خشک شدند. پس از آسیاب‌کردن، پروتئین خام، چربی خام و ماده آلی جیره‌های آزمایشی و نیز محتویات ایلئوم اندازه‌گیری شد (Saha & Gilbereath, 1991) و ضرایب قابلیت هضم ظاهری ایلئومی مواد مغذی براساس فرمول Hafeez *et al.* (2015) تعیین گردید. جهت سنجش بافتی بخش‌های مختلف روده، پس از خارج‌کردن محتویات روده و شست‌وشوی روده با آب مقطر، نمونه‌های بافتی از قسمت میانی هرکدام از بخش های دوازدهه، تهی‌روده و ایلئوم تهیه شدند. نمونه‌های بافتی دارای ابعاد ۰/۵×۰/۵ سانتی‌مترمربع بوده که به‌منظور ثابت‌شدن و هم‌چنین تا زمان انجام آزمایش‌های بافت‌شناسی در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شدند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

مواد خوراکی (درصد)	دوره آغازین (سن یک-۱۰ روزگی)				دوره رشد (سن ۱۱-۲۴ روزگی)				دوره پایانی (سن ۲۵-۴۲ روزگی)			
	صفر درصد پوسته		۳ درصد پوسته		صفر درصد پوسته		۳ درصد پوسته		صفر درصد پوسته		۳ درصد پوسته	
	روغن کانولا	پیه	روغن کانولا	پیه	روغن کانولا	پیه	روغن کانولا	پیه	روغن کانولا	پیه	روغن کانولا	پیه
ذرت	۴۹/۴	۴۹/۷۳	۴۹/۲۶	۴۹/۸	۵۵/۷۴	۵۷/۲۷	۵۵/۳۸	۵۶/۰۴	۶۵/۲۷	۶۶/۷۷	۶۴/۹۳	۶۵/۳۵
کنجالهٔ سویا	۳۹/۱۷	۳۵/۹۶	۳۹/۹۱	۳۶/۶۵	۳۴/۷۴	۳۴/۴۸	۳۴/۸۱	۳۱/۵۴	۲۵/۵۵	۲۵/۳۴	۲۵/۶	۲۲/۳۸
کنجاله گلوتن ذرت	۱/۱۶	۳/۹۶	۰/۵۹	۳/۲۱۵	۰	۰	۰	۲/۵	۰	۰	۰	۲/۷۱
روغن کانولا[1]	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰
پیه[1]	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰	۰	۳/۰
متیونین	۰/۳۲	۰/۳	۰/۳۲۵	۰/۳	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۷۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۰
لایزین	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۲۴۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۶۵	۰/۱۶۵	۰/۱۶۵	۰/۲۴
ترئونین	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
مونوکلسیم فسفات	۱/۲۷	۱/۲۸	۱/۲۶	۱/۲۸	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۹	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۴۵
کربنات کلسیم	۱/۳۳	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۳۴	۱/۲۱	۱/۲۱	۱/۲۱	۱/۲۳	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۵
بیکربنات سدیم	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۴۵	۰/۲۷۵	۰/۲۳	۰/۲۳۵	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۵۵
نمک	۰/۳	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۲۸۵	۰/۲۷	۰/۲۶۵	۰/۲۷	۰/۲۴۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۰
پیش مخلوط مواد معدنی- ویتامینی[2]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
آنزیم فیتاز ۱۰۰۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ماسه	۳/۰	۳/۰	۰	۰	۲/۷	۱/۴۳	۰	۰	۲/۷۱	۱/۴۲	۰	۰
پوستهٔ آفتابگردان	۰	۰	۳/۰	۳/۰	۰	۰	۳/۰	۳/۰	۰	۰	۳/۰	۳/۰
ترکیب مواد مغذی محاسبه‌شده												
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۶	۲۲/۹	۲۲/۷	۲۲/۹	۲۰/۲	۲۰/۳	۲۰/۴	۲۰/۵	۱۶/۸	۱۶/۸	۱۶/۹	۱۷/۱
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۶۵	۲۹۶۵	۲۹۶۵	۲۹۶۵	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰
چربی خام (درصد)	۵/۵۱	۵/۶۲	۵/۵	۵/۶۲	۵/۶۲	۵/۶۷	۵/۶۳	۵/۷۳	۵/۸۲	۵/۸۷	۵/۸۳	۵/۹۴
فیبر خام (درصد)	۲/۹۳۱	۲/۸۱۶	۴/۵۵	۴/۴۴	۲/۸۷	۲/۸۹	۴/۴۶	۴/۳۴	۲/۶۷	۲/۷۰	۴/۲۶	۴/۱۴
کلسیم (درصد)	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵
سدیم (درصد)	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (درصد)	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۳۴	۰/۲۳۴	۰/۲۳۴	۰/۲۳۴	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸	۰/۲۰۸
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰
متیونین+سیستین قابل هضم (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰

۱. انرژی قابل سوخت‌وساز روغن کانولا و پیه به‌ترتیب ۸۵۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم در نظر گرفته شد.

۲. هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی افزوده شده شامل ۸۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۴۸۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۴۴۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۶۴۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۲۰میلی‌گرم سلنیوم و ۵۰۰ میلی‌گرم ید و هر کیلوگرم از هرکیلوگرم مکمل ویتامینی افزوده شده شامل: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 ، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۸۸۰ میلی‌گرم تیامین، ۲۱۶۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۰۰۰ میلی‌گرم پانتوتنیک اسید، ۸۸۰ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۶۴۰ میلی‌گرم اسید فولیک ، ۴/۴ میلی‌گرم کوبالامین، ۶۰ میلی‌گرم بیوتین و ۱۲۰۰۰۰میلی‌گرم کولین بود.

برای تهیهٔ اسلایدهای بافتی با ضخامت ۵ میکرون، از پارافین استفاده شد. این روش شامل آب‌گیری بافت، شفاف‌سازی و آغشتگی آن با پارافین مذاب است که به سرعت با سردشدن پارافین، جامد شده و سختی مناسب جهت برش‌گیری را دارد. جهت تعیین خصوصیات بافتی بخش‌های مختلف، از هر سطح مقطع از هر نمونه، ۱۰ عدد

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پرز سالم با استفاده از میکروسکوپ نوری (Nikon YS100, Japan) مجهز به دوربین و نرم‌افزار (DEP-BSW, Ver.1.3) موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور تعیین جمعیت میکروبی روده‌های کور، در سن ۴۲ روزگی دو قطعه پرنده به‌ازای هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از کشتار پرندگان، روده‌های کور در محل اتصال به ایلئوم و کولون توسط نخ بسته شدند و به‌کمک قیچی استریل و پنس از روده جدا و در داخل پتری‌دیش‌های استریل قرار گرفتند. سپس توسط اسکالپل شکافی به‌صورت طولی بر روی روده کور ایجاد و یک گرم از محتویات روده کور استخراج و در داخل لوله‌های آزمایش حاوی نُه میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده (نرمال سالین) ریخته و دهانه لوله آزمایش توسط پنبه استریل بسته شد. محتویات لوله‌های آزمایش توسط شیکر هموژنیزه گردیدند. برای کشت لاکتوباسیل‌ها از محیط کشت اختصاصی MRS آگار (Liofilchem, Italy)، برای کشت باکتری‌های کلی‌فرم از محیط کشت مکانکی آگار (Condalab, Spain) و به‌منظور کشت باکتری اشریشیاکلی از محیط کشت ائوزین متیلن بلو آگار (Condalab, Spain) استفاده شد. جهت تهیه رقت مناسب کشت، رقت‌های متوالی (از ۱-۱۰ تا ۹-۱۰) تهیه شد. تعداد کل باکتری‌های موجود در هر رقت تهیه‌شده از محتویات روده کور شمارش شده و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد کل باکتری در واحد گرم محتویات گوارشی برای هر تکرار از تیمار مربوط محاسبه شد. پس از کشت، انکوباسیون نمونه‌ها در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت انجام گرفت. تعداد واحدهای تشکیل‌دهندهٔ پرگنه‌های میکروبی (CFU) به‌صورت لگاریتمی (log10) به‌ازای هر گرم از محتویات روده بیان گردید. داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه۹/۴) برای مدل ۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$ رابطه ۱)

که در آن، Y_{ijk}، صفت موردنظر؛ μ میانگین کل؛ A_i، اثر ثابت i امین فیبر نامحلول خوراک؛ B_j، اثر ثابت j امین منبع چربی، AB_{ij} اثر متقابل بین فیبر نامحلول و منبع چربی و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی بود.

۴. یافته‌های پژوهش و بحث

۴. ۱. عملکرد رشد

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) نشان داده شده است. در دورهٔ آغازین و نیز دوره رشد مصرف خوراک تحت تأثیر اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان، نوع منبع روغن یا اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت. استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک را بهبود داد (P<۰/۰۵)، هرچند نوع منبع روغن یا اثر متقابل بین اندازهٔ ذرات فیبر با منبع روغن تأثیری بر صفات مذکور نداشت. افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان بهبود نشان داد (P<۰/۰۵). در دورهٔ پایانی پرورش، به‌کارگیری پوستهٔ درشت و ریز آفتابگردان در جیره، مصرف خوراک و افزایش وزن را در مقایسه با جیره بدون پوسته افزایش داد (P<۰/۰۵)، اما نوع منبع روغن و اثر متقابل بین منبع روغن با اندازه ذرات پوستهٔ آفتابگردان تأثیری بر این صفات نداشت. هم‌چنین در دوره پایانی، ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر اندازه ذرات پوسته آفتابگردان، نوع منبع روغن و یا اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت. در کل دورهٔ پرورش، استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان در جیره، مصرف خوراک را افزایش و ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد (P<۰/۰۵). تغذیه روغن کانولا در مقایسه با پیه، سبب افزایش مصرف خوراک و بهبود افزایش وزن جوجه‌ها شد (P<۰/۰۵)، اما نوع منبع روغن تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۳. اثر اندازه ذرات پوسته آفتابگردان و منبع چربی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (مصرف خوراک و افزایش وزن براساس گرم به‌ازای پرنده در دوره)

پوسته آفتابگردان	منبع چربی	دوره آغازین (سن یک تا ۱۰ روزگی)			دوره رشد (سن ۱۱ تا ۲۴ روزگی)			دوره پایانی (سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)			کل دوره (سن یک تا ۴۲ روزگی)		
		مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک
بدون پوسته	۳ درصد روغن کانولا	۲۵۶/۴۵	۲۰۸/۰۵	۱/۲۳	۱۱۴۰/۹۰	۷۷۹/۰۲	۱/۴۶	۲۳۵۶/۵۷	۱۲۷۵/۶۵	۱/۸۵	۳۷۵۳/۹۲	۲۲۶۲/۷۲	۱/۶۶
	۳ درصد پیه	۲۵۶/۲۹	۲۰۶/۳۲	۱/۲۴	۱۱۳۱/۴۲	۷۸۱/۸۹	۱/۴۵	۲۳۱۶/۵۶	۱۲۶۷/۱۱	۱/۸۲	۳۷۰۴/۲۷	۲۲۵۵/۳۲	۱/۶۴
۳ درصد پوسته ریز	۳ درصد روغن کانولا	۲۶۰/۷۳	۲۱۴/۶۵	۱/۲۱	۱۱۴۵/۳۲	۸۴۳/۱۸	۱/۳۶	۲۴۹۱/۹۴	۱۳۸۷/۴۷	۱/۷۹	۳۸۹۷/۹۹	۲۴۴۵/۳۰	۱/۵۹
	۳ درصدپیه	۲۵۷/۰۳	۲۱۳/۵۱	۱/۲۰	۱۱۴۲/۳۵	۸۲۹/۰۱	۱/۳۷	۲۳۹۰/۰۴	۱۳۰۶/۷۷	۱/۸۳	۳۷۸۹/۴۲	۲۳۴۹/۲۸	۱/۶۱
۳ درصد پوسته درشت	۳ درصد روغن کانولا	۲۶۴/۸۶	۲۲۰/۳۸	۱/۲۰	۱۱۵۶/۷۱	۸۶۲/۶۱	۱/۳۴	۲۴۹۷/۹۳	۱۳۹۴/۶۰	۱/۷۹	۳۹۱۹/۵۰	۲۴۷۷/۵۸	۱/۵۸
	۳ درصد پیه	۲۶۳/۱۰	۲۱۹/۸۲	۱/۱۹	۱۱۴۶/۸۷	۸۲۰/۶۸	۱/۳۹	۲۴۷۶/۰۷	۱۳۶۱/۲۷	۱/۸۲	۳۸۸۶/۰۳	۲۴۰۱/۷۸	۱/۶۲
SEM		۳/۷۹۳	۲/۹۱۳	۰/۰۱۳	۸/۴۶۷	۱۰/۱۹۶	۰/۰۱۸	۳۴/۱۵۹	۲۴/۶۰۰	۰/۰۲۵	۳۵/۸۸۸	۲۹/۷۵۱	۰/۰۱۵
اثر پوسته آفتابگردان													
صفر		۲۵۶/۳۷	۲۰۷/۱۸^{c}	۱/۲۳^{a}	۱۱۳۶/۱۶	۷۸۰/۴۵^{b}	۱/۴۶^{a}	۲۳۳۶/۵۶^{b}	۱۲۷۱/۳۸^{b}	۱/۸۴	۳۷۲۹/۱۰^{b}	۲۲۵۹/۰۲^{b}	۱/۶۵^{a}
ریز		۲۵۸/۸۸	۲۱۴/۰۸^{b}	۱/۲۱^{ab}	۱۱۴۳/۸۳	۸۳۶/۰۹^{a}	۱/۳۷^{b}	۲۴۴۰/۹۹^{a}	۱۳۴۷/۱۳^{a}	۱/۸۱	۳۸۴۳/۷۰^{a}	۲۳۹۷/۲۹^{a}	۱/۶۰^{b}
درشت		۲۶۳/۹۸	۲۲۰/۱۰^{a}	۱/۲۰^{b}	۱۱۵۱/۷۸	۸۴۱/۶۵^{a}	۱/۳۶^{b}	۲۴۸۷/۰۰^{a}	۱۳۷۷/۹۴^{a}	۱/۸۰	۳۹۰۲/۷۷^{a}	۲۴۳۹/۶۸^{a}	۱/۶۰^{b}
SEM		۲/۶۸۲	۲/۰۶۰	۰/۰۱۰	۵/۹۸۷	۷/۲۱۰	۰/۰۱۳	۲۴/۱۵۴	۱۷/۳۹۵	۰/۰۱۷	۲۵/۳۷۷	۲۱/۰۳۷	۰/۰۱۱
اثر روغن													
کانولا		۲۶۰/۶۸	۲۱۴/۳۶	۱/۲۱	۱۱۴۷/۶۴	۸۲۸/۲۷^{a}	۱/۳۹	۲۴۴۸/۸۱	۱۳۵۲/۵۷	۱/۸۲	۳۸۵۷/۱۴^{a}	۲۳۹۵/۲۰^{a}	۱/۶۱
پیه		۲۵۸/۸۱	۲۱۳/۲۲	۱/۲۱	۱۱۴۰/۲۱	۸۱۰/۵۳^{b}	۱/۴۱	۲۳۹۴/۲۲	۱۳۱۱/۷۱	۱/۸۱	۳۷۹۳/۲۴^{b}	۲۳۳۵/۴۶^{b}	۱/۶۲
SEM		۲/۱۹۰	۱/۶۸۲	۰/۰۰۸	۴/۸۸۸	۵/۸۸۷	۰/۰۱۱	۱۹/۷۲۲	۱۴/۲۰۳	۰/۰۱۴	۲۰/۷۲۰	۱۷/۱۷۷	۰/۰۰۹
P-value													
اثر پوسته		۰/۱۴۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۲۶	۰/۱۹۹	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۳۷۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
اثر منبع چربی		۰/۵۵۰	۰/۶۳۳	۰/۸۴۱	۰/۲۹۱	۰/۰۴۱	۰/۲۰۴	۰/۰۵۹	۰/۰۵۰	۰/۴۶۳	۰/۰۳۷	۰/۰۱۹	۰/۲۶۱
اثر متقابل		۰/۸۹۶	۰/۹۷۹	۰/۶۶۲	۰/۹۰۱	۰/۱۰۲	۰/۱۶۵	۰/۴۷۸	۰/۳۴۲	۰/۴۱۱	۰/۵۵۱	۰/۳۰۹	۰/۲۱۰

a-c: میانگین‌های با حروف نامشابه در هر ستون، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

در مطالعهٔ حاضر، افزودن پوستهٔ درشت آفتابگردان به جیره سبب کاهش ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش شد که نشان‌دهندهٔ ضروری‌بودن وجود مقادیری فیبر در جیرهٔ جوجه‌های گوشتی است. مطابق با این نتایج، نشان داده شده است که افزودن سطوح مختلفی از فیبر به جیرهٔ غذایی طیور سبب نمو اندام‌های گوارشی، افزایش ترشح کلریدریک‌اسید و اسیدهای صفراوری، بهبود سلامت دستگاه گوارش و در نهایت بهبود عملکرد رشد و رفاه حیوان شده است (Svihus, 2011). هم‌چنین، در پژوهشی از روز یک تا ۲۱ دوره پرورش، افزودن سه درصد فیبر به جیره سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک شد که در بین منابع مختلف فیبر (تفالهٔ چغندر قند، سلولز و پوستهٔ یولاف) بهترین پاسخ با مکمل کردن جیره با پوستهٔ یولاف به دست آمد و اندازه ذرات منابع مذکور (۰/۵ میلی‌متر در مقایسه با دو میلی‌متر) تأثیری بر صفات عملکردی نداشت (Jimenez-Moreno *et al.*, 2010). در پژوهش دیگری، کاربرد پوستهٔ یولاف به میزان سه درصد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب تحریک فعالیت سنگدان و کاهش pH آن شد (Gonzalez-Alvarado *et al.*, 2008). در پژوهش حاضر، در دوره‌های آغازین و رشد، بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن، مطابق با نتایج افزایش عددی مصرف خوراک بوده و بخشی از آن نیز ممکن است به‌دلیل کاربرد پوستهٔ درشت آفتابگردان باشد که نقش خود را در این زمینه به‌خوبی نشان داده است. دلیل این اختلاف‌ها ممکن است مربوط به نوع جیرهٔ پایه و نیز سطح فیبر نامحلول و یا نوع آن در مطالعات مختلف باشد. در آزمایش حاضر، نوع منبع چربی در

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دوره‌های زمانی مختلف تأثیری بر مصرف خوراک نداشت، درحالی‌که در کل دورهٔ آزمایش، تغذیه با منبع روغن کانولا در مقایسه با پیه سبب افزایش مصرف خوراک شد. در دورهٔ رشد و نیز در کل دورهٔ پرورش، تغذیه با روغن کانولا سبب بهبود افزایش وزن جوجه‌ها در مقایسه با پیه شد. چربی‌های اشباع در مقایسه با منابع غیر اشباع آن‌ها دارای قابلیت هضم کم‌تری بوده و در نتیجه انرژی حاصله از آن‌ها برای طیور نیز کم‌تر خواهد بود (Abudabos, 2014). مطابق با این نتایج، در مقایسه پیهٔ گاوی با روغن زیتون، روغن سویا و روغن کلزا در جیرهٔ پایانی جوجه‌های گوشتی، مشخص شد که متوسط افزایش وزن و مصرف خوراک در پرندگان تغذیه‌شده با پیه گاوی نسبت به سایر منابع چربی کم‌تر بود (Mirghelenj *et al*., 2016).

۴. ۲. فراسنجه‌های ریخت‌شناسی روده

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی بخش‌های مختلف روده کوچک در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ٤. اثر اندازه ذرات پوسته آفتابگردان و منبع چربی بر فراسنجه های ریخت‌شناسی قسمت‌های مختلف روده (میکرومتر) در سن ۴۲ روزگی جوجه‌های گوشتی

پوسته آفتابگردان	منبع چربی	دوازدهه				تهی‌روده				ایلئوم			
		طول پرز	عمق کریپت	ضخامت پرز	نسبت طول به عمق	طول پرز	عمق کریپت	ضخامت پرز	نسبت طول به عمق	طول پرز	عمق کریپت	ضخامت پرز	نسبت طول به عمق
بدون پوسته	۳ درصد روغن کانولا	۱۶۰۱/۰۰	۲۰۷/۹۱	۱۸۰/۵۴	۷/۹۶	۱۱۴۹/۲۰	۱۳۹/۴۶	۱۵۴/۵۸	۸/۲۱	۹۲۵/۷۱	۱۲۱/۷۲	۱۳۸/۷۸^{c}	۷/۶۶
	۳درصد پیه	۱۴۰۰/۰۰	۱۸۵/۷۷	۱۷۰/۸۳	۷/۵۱	۱۱۰۳/۵۰	۱۳۶/۲۵	۱۷۴/۰۳	۸/۵۱	۶۸۰/۶۷	۱۰۸/۷۵	۲۲۹/۳۸^{b}	۶/۳۱
۳درصد پوسته ریز	۳درصد روغن کانولا	۱۷۷۷/۱۰	۱۹۶/۲۵	۱۷۲/۸۱	۹/۲۱	۱۱۰۰/۰۰	۱۴۹/۵۸	۲۳۴/۸۲	۷/۴۶	۶۹۵/۸۳	۱۱۸/۰۹	۲۵۰/۳۳^{ab}	۵/۹۳
	۳درصد پیه	۱۶۱۹/۷۰	۲۰۰/۸۳	۲۱۰/۶۵	۸/۳۸	۱۰۱۵/۲۰	۱۷۰/۹۵	۱۸۵/۴۱	۶/۱۷	۶۷۶/۲۵	۱۱۶/۶۷	۲۵۲/۹۸^{ab}	۵/۹۲
۳درصد پوسته درشت	۳درصد روغن کانولا	۱۷۹۹/۶۰	۱۹۵/۴۱	۲۰۲/۳۸	۹/۲۵	۱۰۸۱/۵۰	۱۴۱/۰۷	۱۸۲/۳۲	۷/۶۶	۷۴۰/۰۶	۹۵/۴۱	۲۲۸/۴۱^{b}	۷/۷۴
	۳درصد پیه	۱۸۱۵/۳۰	۱۸۱/۲۵	۲۲۳/۲۳	۱۰/۳۲	۱۲۱۹/۸۰	۱۸۴/۵۸	۲۰۲/۶۸	۶/۸۹	۶۳۰/۸۳	۱۰۸/۷۵	۲۸۹/۱۶^{a}	۵/۹۶
SEM		۱۱۰/۰۰۲	۱۴/۵۷۲	۱۷/۳۶۴	۰/۹۶۰	۷۸/۰۸۳	۱۶/۳۳۲	۲۳/۵۱۰	۰/۷۶۱	۴۸/۴۹۵	۹/۵۹۴	۱۵/۱۷۶	۰/۴۵۳
اثر پوسته آفتابگردان													
بدون پوسته		۱۵۰۰/۵۰^{b}	۱۹۶/۸۴	۱۷۵/۶۸	۷/۷۳	۱۱۲۶/۳۴	۱۳۷/۸۶	۱۶۴/۳۰	۸/۳۶	۸۰۳/۱۹^{a}	۱۱۵/۲۳	۱۸۴/۰۸^{b}	۶/۹۹
ریز		۱۶۹۸/۴۰^{ab}	۱۹۸/۵۴	۱۹۱/۷۳	۸/۸۰	۱۰۵۷/۶۰	۱۶۰/۲۶	۲۱۰/۱۲	۶/۸۲	۶۸۶/۰۴^{b}	۱۱۷/۳۷	۲۵۱/۶۵^{a}	۵/۹۳
درشت		۱۸۰۷/۴۰^{a}	۱۸۸/۳۳	۲۱۲/۸۵	۹/۷۸	۱۱۵۰/۶۷	۱۶۲/۸۲	۱۹۲/۵۰	۷/۲۷	۶۸۵/۴۴^{b}	۱۰۲/۰۸	۲۵۸/۷۹^{a}	۶/۸۵
SEM		۷۷/۷۸۳	۱۰/۳۰۴	۱۲/۲۷۸	۰/۶۷۹	۵۵/۲۱۳	۱۱/۵۴۸	۱۶/۶۲۴	۰/۵۳۸	۳۴/۲۹۱	۶/۷۸۴	۱۰/۷۳۱	۰/۳۲۰
اثر روغن													
کانولا		۱۷۲۵/۹۱	۱۹۹/۸۶	۱۸۵/۲۴	۸/۸۱	۱۱۱۰/۲۴	۱۴۳/۳۷	۱۹۰/۵۷	۷/۷۸	۷۸۷/۲۰^{a}	۱۱۱/۷۴	۲۰۵/۸۴^{b}	۷/۱۱^{a}
پیه		۱۶۱۱/۶۶	۱۸۹/۲۸	۲۰۱/۶۰	۸/۷۴	۱۱۱۲/۸۳	۱۶۳/۹۳	۱۸۷/۳۷	۷/۱۹	۶۶۲/۵۸^{b}	۱۱۱/۳۸	۲۵۷/۱۷^{a}	۶/۰۶^{b}
SEM		۶۳/۵۱۰	۸/۴۱۳	۱۰/۰۲۵	۰/۵۵۴	۴۵/۰۸۳	۹/۴۲۹	۱۳/۵۷۳	۰/۴۴۰	۲۷/۹۹۸	۵/۵۳۹	۸/۷۶۲	۰/۲۶۱
P-value													
پوسته		۰/۰۳۶	۰/۷۵۷	۰/۱۲۸	۰/۱۳۰	۰/۴۸۰	۰/۲۶۸	۰/۱۷۳	۰/۱۴۳	۰/۰۳۸	۰/۲۵۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۶۲
روغن		۰/۲۱۹	۰/۳۸۵	۰/۲۶۳	۰/۹۲۹	۰/۹۶۷	۰/۱۴۰	۰/۸۶۹	۰/۳۵۵	۰/۰۰۵	۰/۹۶۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
اثرمتقابل		۰/۵۹۰	۰/۶۴۸	۰/۴۰۰	۰/۵۹۱	۰/۳۳۴	۰/۳۷۹	۰/۲۶۱	۰/۵۷۹	۰/۰۹۱	۰/۴۰۷	۰/۰۲۸	۰/۱۵۲

a-c: میانگین‌های با حروف نامشابه در هر ستون، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

نتایج نشان داد که استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان در جیره، باعث افزایش طول پرزهای دوازدهه شد (P<۰/۰۵). هرچند نوع منبع روغن یا اثر متقابل بین اندازهٔ ذرات فیبر و منبع روغن تأثیری بر آن نداشت. سایر صفات دوازدهه شامل

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

عمق کریپت، ضخامت پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت تحت تأثیر اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان، منبع روغن یا اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت. هیچ‌کدام از خصوصیات سنجش بافتی تهی‌روده تحت تأثیر اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان، منبع روغن یا اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت. در بحث ریخت‌شناسی ایلئوم، طول پرزها با مکمل‌کردن جیره با پوستهٔ درشت آفتابگردان در مقایسه با جیرهٔ شاهد کاهش یافت، اما ضخامت پرزها افزایش نشان داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین، با تغذیهٔ روغن کانولا در مقایسه با پیه، طول پرزها افزایش یافت اما ضخامت آن‌ها کاهش یافت (P<۰/۰۵). اثر متقابل بین اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان با منبع روغن بر ضخامت پرزهای ایلئوم معنی‌دار بود، به‌طوری‌که جیرهٔ حاوی پوستهٔ درشت آفتابگردان با پیه بیش‌ترین و جیرهٔ بدون پوسته با سه‌درصد روغن کانولا کم‌ترین ضخامت را به خود اختصاص دادند.

بخش عمدهٔ جذب مواد مغذی در تهی‌روده صورت گرفته و لذا سنجش بافتی این بخش شاخص مطلوبی برای خصوصیات هضم و جذب مواد مغذی است (Van Tancharoenrat *et al*., 2014). مطابق با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای طول پرزهای دوازدهه جوجه‌های گوشتی با تغذیهٔ جیره مکمل‌شده با پوستهٔ برنج و تفاله چغندرقند (به میزان سه درصد) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت و این افزایش در تیمار حاوی پوستهٔ برنج بیش‌تر از جیرهٔ حاوی تفاله چغندر بود. هرچند عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند (Sabour *et al*., 2019). برخلاف نتایج پژوهش حاضر، در آزمایشی مشخص شد که افزودن فیبر نامحلول به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب افزایش طول پرزها در بخش ایلئوم شد (Rezaei *et al*., 2011). در آزمایش دیگری، با تغذیهٔ جیره حاوی کیک آفتابگردان با محتوای فیبر بالا (Kalmendal *et al*., 2011) یا پوستهٔ برنج (Abazari *et al*., 2016) به جوجه‌های گوشتی، طول پرزهای رودهٔ باریک کاهش یافت که موافق با نتایج به‌دست‌آمده در بخش ایلئوم بوده، اما مخالف نتایج بخش دوازدهه در پژوهش حاضر است. نتایج پژوهشی (Jimenez-Moreno *et al*., 2013) که در آن افزودن فیبر نامحلول به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیری بر ریخت‌شناسی تهی‌روده نداشت، که در توافق با یافته‌های حاضر است. در ارتباط با اثر منبع روغن جیره بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی پرزهای رودهٔ باریک جوجه‌های گوشتی، اطلاعات کمی در دسترس است. بیان شده است ارتفاع پرز و تعداد سلول‌های جامی در هر سه قسمت روده کوچک تحت تأثیر منبع روغن (روغن کلزا و روغن تخم کدو) قرار نگرفت، اما ضخامت پرز، عمق کریپت و مساحت پرز در دوازدهه جوجه‌های دریافت‌کننده روغن تخم کدو بیش‌تر از روغن کلزا بود (خادمی شورمستی و همکاران، ۱۳۹۴). برخلاف نتایج مطالعه حاضر، در پژوهشی با بررسی اثر منابع مختلف اسیدهای چرب غیر اشباع شامل دکوزاهگزاانوئیک‌اسید و آلفالینولنیک‌اسید بر سنجش بافتی تهی‌روده در نیمچه‌های مادر گوشتی، مشخص شد که در هفته پنجم دوره پرورش، گروه تغذیه‌شده با دکوزاهگزاانوئیک اسید طول و عمق پرز بیش‌تری در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار مکمل‌شده با آلفا لینولنیک اسید داشت، هرچند بین تیمار حاوی آلفالینولنیک‌اسید و تیمار شاهد، تفاوتی از نظر صفات مذکور مشاهده نشد، هم‌چنین در هفته ۱۲ دوره پرورش، طول پرز در تیمارهای مکمل‌شده با چربی غیر اشباع بیش‌تر از تیمار شاهد و در تیمار حاوی لینولنیک‌اسید از نظر عددی بیش‌تر از تیمار حاوی دکوزاهگزاانوئیک‌اسید بود، اما بین تیمارهای آزمایشی از نظر عمق کریپت تفاوتی مشاهده نشد (Thanabalan and Kiarie, 2022). گزارش شده است که گنجاندن فیبر نامحلول در جیره منجر به افزایش طول پرز جوجه‌های گوشتی شد (Rezaei *et al*., 2011). هم‌چنین در یک بررسی نشان داده شد که استفاده از ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد فیبر نامحلول ویتاسل در جیره منجر به افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ناحیه ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی شد (Sarikhan *et al*., 2010). نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت، شاخصی از پتانسیل هضمی روده کوچک است و نسبت بزرگ‌تر ارتفاع پرز به عمق کریپت نشان‌دهنده بهبود وضعیت مخاط روده است. بنابراین، افزایش این شاخص در دوازدهه پرنده‌های تغذیه‌شده با فیبر نامحلول در این آزمایش توانسته

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

توجیه‌کننده بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در آن‌ها باشد. هم‌چنین ذرات درشت خوراک یا فیبر نامحلول بر طول پرزها و نسبت طول پرز به عمق کریپت اثر گذار بوده و با افزایش این فراسنجه‌ها، هضم، جذب و ابقای مواد مغذی در روده کوچک را بهبود داده است که در نتیجه بهبود بازده استفاده از مواد مغذی، موجب رشد بهتر پرنده و کیفیت بهتر لاشه شده است (Sarikhan *et al.*, 2010). در آزمایش حاضر نیز طول پرز در قسمت دوازدهه پرندگانی که با جیره‌های با اندازه ذرات درشت‌تر تغذیه شدند، افزایش یافت.

۴. ۳. میکروبیولوژی دستگاه گوارش و قابلیت هضم مواد مغذی

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده کور و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. اثر اندازه ذرات پوسته آفتابگردان و منبع چربی بر جمعیت میکروبی روده کور (لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) و قابلیت هضم ظاهری ایلئومی (درصد) جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

پوسته آفتابگردان	منبع چربی	جمعیت میکروبی روده‌کور			قابلیت هضم ایلئومی		
		لاکتوباسیل	اشرشیاکلای	کلی فرم	پروتئین خام	چربی خام	ماده آلی
بدون پوسته	۳ درصد روغن کانولا	۹/۱۲^{d}	۸/۵۷	۸/۴۴	۷۶/۸۲	۶۶/۹۱	۸۰/۷۶
	۳ درصد پیه	۹/۵۱^{c}	۸/۹۴	۸/۹۹	۶۷/۲۲	۷۵/۰۲	۷۹/۵۳
۳ درصد پوسته ریز	۳ درصد روغن کانولا	۹/۸۰^{ab}	۸/۲۶	۸/۵۲	۸۱/۰۶	۷۷/۹۲	۸۱/۸۰
	۳ درصد پیه	۹/۶۵^{bc}	۸/۲۷	۸/۴۲	۷۰/۹۸	۷۴/۴۳	۷۳/۷۷
۳ درصد پوسته درشت	۳ درصد روغن کانولا	۱۰/۰۲^{a}	۸/۰۹	۸/۶۱	۸۱/۸۲	۸۶/۱۰	۸۴/۱۰
	۳ درصد پیه	۹/۹۷^{a}	۸/۱۴	۸/۳۳	۸۱/۸۳	۸۲/۸۹	۸۰/۵۳
SEM		۰/۰۷۶	۰/۲۲۳	۰/۲۱۵	۳/۳۵۲	۳/۸۴۴	۲/۵۸۱
اثر پوسته آفتابگردان							
بدون پوسته		۹/۳۳^{c}	۸/۷۵^{a}	۸/۷۲	۷۲/۰۲^{b}	۷۰/۹۶^{b}	۸۰/۱۴
ریز		۹/۷۳^{b}	۸/۲۷^{b}	۸/۴۷	۷۶/۰۲^{ab}	۷۶/۱۷^{b}	۷۷/۷۸
درشت		۱۰/۰۰^{a}	۸/۱۱^{b}	۸/۴۷	۸۱/۸۳^{a}	۸۴/۴۹^{a}	۸۲/۳۱
SEM		۰/۰۵۴	۰/۱۵۸	۰/۱۵۲	۲/۳۷۰	۲/۷۱۸	۱/۸۲۵
اثر روغن							
کانولا		۹/۶۵	۸/۳۱	۸/۵۲	۷۹/۹۰^{a}	۷۶/۹۷	۸۲/۲۲
پیه		۹/۷۱	۸/۴۵	۸/۵۸	۷۳/۳۴^{b}	۷۷/۴۵	۷۷/۹۴
SEM		۰/۰۴۴	۰/۱۲۹	۰/۱۲۴	۱/۹۳۵	۲/۲۱۹	۱/۴۹۰
P-value							
پوسته		۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۴۲۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۲۳۰
روغن		۰/۳۲۱	۰/۴۴۴	۰/۷۳۴	۰/۰۲۳	۰/۸۸۰	۰/۰۵۱
اثرمتقابل		۰/۰۰۲	۰/۶۸۴	۰/۱۴۵	۰/۲۵۲	۰/۲۴۳	۰/۴۱۸

a-c: میانگین‌های با حروف نامشابه در هر ستون، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

مکمل کردن جیره با پوستهٔ درشت آفتابگردان، جمعیت باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* روده را در مقایسه با جیرهٔ شاهد یا جیرهٔ حاوی پوستهٔ آفتابگردان ریز افزایش داد، اما باعث کاهش جمعیت باکتری *اشرشیاکلای* شد (P<۰/۰۵). جمعیت *کلی‌فرم‌ها* تحت تأثیر اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان قرار نگرفت. نوع منبع روغن تأثیری بر جمعیت میکروبی روده نداشت. اثر متقابل بین اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان با منبع روغن بر جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان جمعیت باکتری‌های *لاکتوباسیل* در جیرهٔ حاوی پوستهٔ درشت آفتابگردان

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مکمل‌شده با سه درصد روغن کانولا و کم‌ترین میزان آن در جیرهٔ بدون پوستهٔ آفتابگردان و مکمل شده با سه درصد پیه مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد فیبر جیره‌ای ممکن است تعادل میکروبی در بخش‌های مختلف دستگاه گوارش را از طریق اثرات آن بر pH محتویات دستگاه گوارش و زمان انتقال، تغییر دهد (Kheravii *et al*., 2018). در واقع ممکن است رشد میکروب‌های مضر دستگاه گوارش بسته به ماهیت بخش فیبر، از طریق مکانیسم‌های مختلفی کاهش یابد. حلالیت، ویسکوزیته و تخمیر سه خصوصیت کلیدی منابع فیبر بوده که تنوع و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش طیور را متأثر کرده‌اند. تغذیهٔ منابع فیبر نامحلول به جوجه‌های گوشتی ممکن است از طریق بهبود فعالیت سنگدان، فعال‌کردن سطح مخاطی به‌صورت مکانیکی، افزایش تحرک دستگاه گوارش و کاهش شانس چسبیدن باکتری‌های مضر مانند کلستریدیوم پرفرینژز به قسمت‌های دیستال دستگاه گوارش، اثرات مثبتی را به‌دنبال داشته باشد (Kalmendal *et al*., 2011). اثر فیبر جیره بر فرسایش مخاط و بهبود ترشح موسین در محتویات ایلئوم بستگی به خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن شامل حلالیت و ظرفیت نگهداری آب توسط آن دارد. فیبر نامحلول دارای یک کارکرد ساینده‌تر بوده، سبب خراش‌دادن موسین از مخاط در هنگام عبور از دستگاه گوارش شده و سبب افزایش اتلاف از منشأ درونی نیز می‌شود (Montagne *et al*., 2003). در بحث فیبر نامحلول، اثر اصطکاکی آن بر روی لایهٔ ماهیچه‌ای رودهٔ باریک سبب حذف و از بین بردن عوامل بیماری‌زا می‌شود. علاوه بر این، تغذیهٔ با فیبر ممکن است از طریق تعدیل ترکیب موسین سبب تغییر الگوی باکتری‌های مشترک و بیماری‌زایی شود که قابلیت چسبیدن به لایه موکوسی را دارند (Mateos *et al*., 2012). به‌نظر می‌رسد فیبرهای جیره‌ای سبب ترشح اسید بیش‌تر در موسین و افزایش قابلیت مخاط جهت مقاومت در برابر آنزیم‌های میکروبی شده که این مسئله به‌نوبه خود سبب حذف عوامل بیماری‌زا شده است (Montagne *et al*., 2003). مطابق با نتایج مطالعه حاضر،گزارش شده است که افزودن فیبر نامحلول به جیره‌های حاوی سطوح بالای کنجالهٔ آفتابگردان سبب کاهش معنی‌دار جمعیت باکتری‌های بیماریزایی مانند کلستریدیوم شد (Kalmendal *et al*., 2011). در آزمایش دیگری مشخص شد که افزودن پوستهٔ برنج به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی سبب افزایش جمعیت *لاکتوباسیلوس‌های* دستگاه گوارش شده، اما جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا را کاهش داد (Abazari *et al*., 2016). در مطالعهٔ حاضر، نوع منبع روغن اثری بر جمعیت میکروبی روده کور نداشت. تأثیر چربی جیره بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش احتمالاً ناشی از تأثیرات متفاوت منابع مختلف اسیدهای چرب بر ویسکوزیته و زمان حمل و نقل مواد مغذی در دستگاه گوارش است (Laflamme *et al*., 2011). مطابق با یافته‌های ما، در پژوهشی با بررسی اثر منابع مختلف چربی حاوی اسیدهای چرب لوریک‌اسید و میریستیک‌اسید بر جمعیت میکروب‌های روده جوجه‌های گوشتی تا سن ۳۵ روزگی مشخص شد که تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد اثری بر بیفیدوباکترها، لاکتوباسیلوس‌ها، انتروباکترها، اشریشیاکلای و کامپیلوباکتر ژژونی نداشتند (Zeitz *et al*., 2015).

براساس نتایج جدول (۵)، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و چربی خام تحت تأثیر اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان قرار گرفت و در هنگام استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان در مقایسه با تیمار شاهد و یا تیمار حاوی پوستهٔ آفتابگردان ریز بهبود یافت ($P<۰/۰۵$). تغذیهٔ جیرهٔ حاوی روغن کانولا نیز سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین خام در مقایسه با پیه شد ($P<۰/۰۵$)، درحالی‌که قابلیت هضم مادهٔ آلی تمایل به افزایش نشان داد. قابلیت هضم مواد مغذی تحت تأثیر برهم‌کنش بین اندازهٔ ذرات پوستهٔ آفتابگردان و نوع منبع چربی قرار نگرفت. در مطالعهٔ حاضر، افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام با افزودن پوستهٔ درشت آفتابگردان به‌عنوان منبع فیبر نامحلول در مقایسه با تیمار شاهد اتفاق افتاد. به‌نظر می‌رسد که افزایش قابلیت هضم چربی در جوجه‌ها با مصرف

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فیبر نامحلول (سه درصد پوسته آفتابگردان) احتمالاً از طریق کاهش گرانروی مواد هضمی و کاهش تکثیر باکتری‌های مضر (*اشریشیاکولای*) و افزایش باکتری‌های مفید (*لاکتوباسیل‌ها*) در دستگاه گوارش و در نتیجه تجزیه کم‌تر نمک‌های صفراوی در روده صورت گرفته باشد (Kheravii *et al.*, 2018). برخی پژوهش‌گران در این رابطه بیان داشتند که افزودن پوسته یولاف به جیره بر پایه ذرت موجب افزایش قابلیت هضم چربی شده است (Kalmendal *et al.*, 2011). از طرف دیگر، بهبود قابلیت هضم پروتئین، احتمالاً به این خاطر بوده است که مواد خشبی و با اندازه ذرات درشت‌تر به میزان بیش‌تری در قسمت‌های بالایی دستگاه گوارش باقی مانده‌اند که با کاهش pH سنگدان سبب بهبود فعالیت آنزیم پپسین شده که آن نیز به نوبهٔ خود سبب افزایش ابقا و قابلیت هضم نیتروژن شده است. هم‌چنین، مکمل‌کردن جیره با منابع فیبر نامحلول ممکن است به‌دلیل نمو مطلوب سنگدان، سبب رفلاکس خوراک از دوازدهه به سنگدان شده و با تسهیل مخلوط‌کردن محتویات با آنزیم‌ها سبب بهبود بازدهی استفاده از مواد مغذی شود. استفاده از ذرات درشت فیبر نامحلول سبب افزایش غلظت اسیدهای صفراوی در کیموس جوجه‌های گوشتی شده که این امر ممکن است سبب افزایش قابلیت هضم چربی خام شده باشد (Hetland *et al.*, 2003). مطابق با این نتایج، در پژوهشی میزان ابقای مادهٔ خشک، مادهٔ آلی، نیتروژن و انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری در کل دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی با افزودن پوستهٔ یولاف به جیره در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت، هم‌چنین افزودن تفالهٔ چغندرقند به جیره در مقایسه با تیمار بدون منبع فیبر (شاهد) سبب افزایش میزان ابقای ماده خشک، خاکستر محلول، چربی خام و انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری در کل دستگاه گوارش شد، اما ابقای مادهٔ آلی و نیتروژن تحت تأثیر قرار نگرفتند (Jimenez-Moreno *et al.*, 2009b). در بحث اثر منبع چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی، در مطالعهٔ حاضر روغن کانولا اثرات مطلوب‌تری در مقایسه با پیه از خود نشان داد. مطابق با این نتایج، در آزمایشی میزان ابقای تمام مواد مغذی به جز خاکستر محلول، در تیمار حاوی روغن سویا بیش‌تر از تیمار حاوی چربی اشباع بود (Jimenez-Moreno *et al.*, 2009b). روغن کانولا حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع بوده که در مقایسه با چربی‌های اشباع به‌طور آسان‌تری هضم می‌شود. هم‌چنین، مشخص شده است که لیپیدهای امولسیفیه نشده با منشأ اسیدهای چرب اشباع، ممکن است در حلالیت و جذب سایر مواد مغذی مداخله نموده و لذا قابلیت هضم و بازدهی استفاده از آن‌ها را کاهش دهند (Malagelada *et al.*, 1973). در پژوهش دیگری، استفاده از پنج درصد روغن کنجد یا روغن کتان در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با روغن خوک (روغن لارد) تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری کلسیم، فسفر و پروتئین خام نداشت، اما قابلیت هضم چربی خام به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت (Huo *et al.*, 2019). در آزمایش حاضر، افزایش قابلیت هضم چربی و پروتئین در تیمارهای حاوی پوسته درشت آفتابگردان باعث افزایش عملکرد و بهبود ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی شد.

۵. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن پوستهٔ درشت آفتابگردان (۵ میلی‌متر) به‌عنوان منبع فیبر نامحلول به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک و قابلیت هضم ظاهری ایلئومی پروتئین خام و چربی خام می‌شود. استفاده از پوستهٔ درشت آفتابگردان به‌همراه روغن کانولا (سه درصد جیره) سبب افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده نظیر لاکتوباسیلوس‌ها می‌شود. بنابراین شاید بتوان استفاده از ذرات درشت پوسته آفتابگردان را در زمان استفاده از چربی در تغذیه جوجه‌های گوشتی توصیه نمود.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۶. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی از پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان مقاله وجود ندارد.

۸. منابع

خادمی شورمستی، داریوش؛ شریعتمداری، فرید؛ کریمی ترشیزی، محمد امیر؛ و لطف‌الهیان، هوشنگ (۱۳۹۴). تأثیر منبع چربی و نوع افزودنی بر عملکرد، صفات تولیدی و ریخت‌شناسی رودهٔ جوجه‌های گوشتی. *تولیدات دامی*، ۱۷(۲)، ۲۱۱-۲۲۱.

References

Abazari, A., Navidshad, B., Aghjehgheshlagh, F.M., & Nikbin, S. (2016). The effect of rice husk as an insoluble dietary fiber source on intestinal morphology and *Lactobacilli* and *Escherichia coli* populations in broilers. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, *10* (3), 217-224.

Abudabos, A.M. (2014). Effect of fat source, energy level and enzyme supplementation and their interactions on broiler performance. *South African Journal of Animal Science*, *44*, 280-287.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.

ASAE. (1995). Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. ASAE standard S319.2. Pages 461-462 in Agriculture Engineers Yearbook of Standards. *American Society of Agricultural Engineers*.

Baker, S., & Herrman, T. (2002). Evaluating Particle Size. MF-2051 Feed Manufacturing. Kansas State University, Manhattan, KS, USA.

Donadelli, R.A., Stone, D.A., Aldrich, C.G., & Beyer, R.S. (2019). Effect of fiber source and particle size on chick performance and nutrient utilization. *Poultry Science*, *98*, 5820-5830.

Gonzalez-Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., Valencia, D.G., Lázaro, R., & Mateos, G.G. (2008). Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. *Poultry Science*, *87*, 1779-1795.

Hafeez, A., Männer, K., Schieder, C., & Zentek, J. (2016). Effect of supplementation of phytogenic feed additives (powdered vs. encapsulated) on performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 95(3), 622-629.

Hetland, H., Svihus, B., & Krogdahl, Å. (2003). Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British Poultry Science*, *44*, 275-282.

Huo, W., Li, M., Wang, J., Wang, Z., Huang, Y., & Chen, W. (2019). Effects of dietary lipid sources on growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. *Animal Nutrition*, *5*, 68-73.

Janssen, W. M. M. A., ed. (1989). *European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs*. 3rd ed. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services.

Jimenez-Moreno, E., Frikha, M., de Coca-Sinova, A., Lázaro, R.P., & Mateos, G.G. (2013). Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers. 2. Effects on the development of the gastrointestinal tract and on the structure of the jejunal mucosa. *Animal Feed Science and Technology*, *182*, 44-52.

Jimenez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., de Coca-Sinova, A., Lázaro, R., & Mateos, G.G. (2009a). Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, *154*, 93-101.

Jimenez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., González-Sánchez, D., Lázaro, R. and Mateos, G.G. (2010). Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. *Poultry Science*, *89*, 2197-2212.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Jimenez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., González-Serrano, A., Lázaro, R., & Mateos, G.G. (2009b). Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Science*, *88*, 2562-2574.

Kalmendal, R., Elwinger, K., Holm, L., & Tauson, R. (2011). High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens. *British Poultry Science*, *52*, 86-96.

Khademi Shurmasti, D., Shariatmadari, F., Karimi-Torshizi, M.A., & Lotfollahian, H. (2016). Effect of fat source and additive type on performance, productive traits and gut morphology of broiler chickens. *Animal Production*, 17(2), 211-221. (In Persian).

Kheravii, S.K., Morgan, N.K., Swick, R.A., Choct, M., & Wu, S.B. (2018). Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 74 (2), 301-316.

Krogdahl, Å. (1985). Digestion and absorption of lipids in poultry. *The Journal of Nutrition*, *115*, 675-685.

Laflamme, D.P., Xu, H., & Long, G.M. (2011). Effect of diets differing in fat content on chronic diarrhea in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *25*, 230-235.

Latshaw, J.D. (2008). Daily energy intake of broiler chickens is altered by proximate nutrient content and form of the diet. *Poultry Science*, *87*, 89-95.

Malagelada, J.R., Go, V.L., DiMagno, E.P., & Summerskill, W.H.J. (1973). Interactions between intraluminal bile acids and digestive products on pancreatic and gallbladder function. *The Journal of Clinical Investigation*, *52*, 2160-2165.

Mateos, G.G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M.P., & Lázaro, R.P. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, *21*, 156-174.

Meng, X., Slominski, B.A., Campbell, L.D., Guenter, W., & Jones, O. (2006). The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: Canola seed. *Poultry Science*, *85*, 1025-1030.

Mirghelenj, S.A., Golian, A., Behroozlak, M.A., & Moradi, S. (2016). Effects of different fat sources in finisher diet of broiler chickens on performance, fat deposition and blood metabolites. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, *6*, 143-148.

Montagne, L., Pluske, J.R., & Hampson, D.J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, *108*, 95-117.

Mroz, Z., Koopmans, S.J., Bannink, A., Partanen, K., Krasucki, W., Øverland, M., & Radcliffe, S. (2006). Carboxylic acids as bioregulators and gut growth promoters in nonruminants. In: *Biology of Growing Animals* (Vol. 4, pp. 81-133). Elsevier.

Naderinejad, S., Zaefarian, F., Abdollahi, M.R., Hassanabadi, A., Kermanshahi, H., & Ravindran, V. (2016). Influence of feed form and particle size on performance, nutrient utilisation, and gastrointestinal tract development and morphometry in broiler starters fed maize-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, *215*, 92-104.

Pourazadi, Z., Salari, S., Tabandeh, M. R., & Abdollahi, M. R. (2020). Effect of particle size of insoluble fibre on growth performance, apparent ileal digestibility and caecal microbial population in broiler chickens fed barley-containing diets. *British Poultry Science*, 61(6), 734-745.

Ravindran, V., Tancharoenrat, P., Zaefarian, F., & Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. Animal Feed *Science and Technology*, *213*, 1-21.

Rezaei, M., Karimi Torshizi, M.A., & Rouzbehan, Y. (2011). The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. *Poultry Science*, *90*, 2008-2012.

Sabour, S., Tabeidian, S.A. and Sadeghi, G. (2019). Dietary organic acid and fiber sources affect performance, intestinal morphology, immune responses and gut microflora in broilers. *Animal Nutrition*, 5, 156-162.

Saha, D. C., & Gilbreath, R. L. (1991). Analytical recovery of chromium from diet and faeces determined by colorimetry and atomic absorption spectrophotometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55(3), 433-446.

Sarikhan, M., Shahryar, H.A., Gholizadeh, B., Hosseinzadeh, M.H., Beheshti, B., & Mahmoodnejad, A. (2010). Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. *International Journal of Agriculture and Biology*, *12*, 531-536.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Svihus, B. (2011). The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal*, *67*, 207-224.

Tancharoenrat, P., Ravindran, V., Zaefarian, F., & Ravindran, G. (2014). Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Poultry Science*, *93*, 371-379.

Thanabalan, A., & Kiarie, E.G. (2022). Body weight, organ development and jejunal histomorphology in broiler breeder pullets fed n-3 fatty acids enriched diets from hatch through to 22 weeks of age. *Poultry Science*, *101*, 101514.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, *74*, 3583-3597.

Zeitz, J.O., Fennhoff, J., Kluge, H., Stangl, G.I., & Eder, K. (2015). Effects of dietary fats rich in lauric and myristic acid on performance, intestinal morphology, gut microbes, and meat quality in broilers. *Poultry Science*, *94*, 2404-2413.

Archive of SID.ir