DOI: 10.22055/IVJ.2020.189343.2147
DOR: 20.1001.1.17356873.1400.17.4.2.9

تأثیر شکل خوراک و فیبر بر تغییرات بافت‌شناسی روده‌ی کوچک جوجه‌های گوشتی

ابتسام بوعذار[۱]، سمیه سالاری[۲]*، نعیم عرفانی‌مجد[۳] و سیدکاظم موسوی‌فخر[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[۲] دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[۳] استاد، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۴] دکترا، مدیرعامل شرکت سلامت دان دزفول، دزفول، ایران

دریافت:۱۳۹۸/۳/۱۹ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر شکل خوراک و منابع مختلف فیبر بر بافت‌شناسی روده‌ی کوچک جوجه‌های گوشتی به صورت طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۵×۲ با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار به مدت ۴۲ روز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل منابع مختلف فیبر (۳ درصد پوسته آفتابگردان، ۳ درصد سبوس گندم، ۳ درصد تفاله چغندر قند و نیم درصد آربوسل) به همراه جیره شاهد و دو شکل خوراک (پلت و آردی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد در اثرات مقابل، تفاله چغندرقند به شکل آردی ارتفاع کرک در دوازدهه و ژژنوم را افزایش داد. در ارتباط با نوع منبع فیبر، در دوازدهه تفاله چغندر قند و در ژژنوم پوسته آفتابگردان باعث افزایش ارتفاع کرک شدند. ارتفاع کرک دوازدهه در پرندگان تغذیه شده با جیره آردی نسبت به پلت به طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار پوسته آفتابگردان در بخش ژژنوم باعث افزایش قطر کرک، بافت پوششی، ضخامت طبقه عضلانی شد. در ژژنوم تیمار شاهد به شکل پلت باعث افزایش قطر و ضخامت بافت پوششی و در دوازدهه، پوسته آفتابگردان، تفاله‌ی چغندر قند و آربوسل به شکل آردی، باعث کاهش عمق کریپت شدند. در دوازدهه تیمار سبوس گندم به شکل پلت به طور معنی‌داری باعث افزایش نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت شد. می‌توان نتیجه‌گیری نمود استفاده از منابع فیبری به شکل آردی در مقایسه با پلت باعث بهبود فراسنجه‌های بافتی در روده‌ی کوچک می‌شود.

کلمات کلیدی: فرم خوراک، فیبر، بافت‌شناسی، جوجه گوشتی

مقدمه

شکل خوراک و ترکیب اجزای جیره عملکرد رشد در پرندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Abdollahi et al, 2013). پلت کردن افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک را از طریق افزایش مصرف خوراک (Serrano et al, 2012) و کاهش انرژی مصرف شده پرنده در زمان مصرف خوراک (Amerah et al, 2007a) و همچنین به بهبود کاهش اتلاف خوراک کمک می‌کند (Serrano et al, 2013). از طرفی گزارش شده مقدار و نوع فیبر جیره بر

*نویسنده مسئول : سمیه سالاری، دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
E-mail: : S. Salari@asnrukh.ac.ir

© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

توسعه دستگاه گوارش و عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی اثر می‌گذارد (Jimenez-Moreno et al, 2009a; Jimenez-Moreno et al, 2009b). در مقابل، منابع فیبری محلول به ویژه آن‌هایی که از لحاظ پکتین غنی هستند (از قبیل تفاله چغندر قند) موجب افزایش ویسکوزیته شده و در نتیجه سرعت عبور مواد خوراکی در دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند. به علاوه، وزن نسبی اندام‌های دستگاه گوارش از قبیل پیش معده، سنگدان، روده کوچک و سکوم، به واسطه‌ی فیبرهای محلول و نامحلول تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Amerah et al, 2009). از جمله فوائد فیبر در جیره، تأثیر مثبت آن روی ساختمان دستگاه گوارش به ویژه اندازه و حجم روده و همچنین پرزهای روده کوچک می‌باشد (Montagen et al, 2003). از طرفی نشان داده شده که وارد نمودن مقادیر متوسط منابع مختلف فیبری در جیره باعث افزایش ترشح اسید صفراوی و آنزیم‌ها می‌گردد (Svihus, 2011). در نهایت بروز این تغییرات بهبود قابلیت هضم مواد مغذی، عملکرد و رشد، سلامتی دستگاه گوارش و همچنین رفاه حیوان را به دنبال دارد (Van Krimpen, 2009). به علاوه، بسته به نوع و مقدار فیبر و همچنین ترکیب جیره پایه، میکروارگانسیم‌های موجود در بخش انتهای دستگاه گوارش می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرند (Amerah et al, 2009).

با توجه به ماهیت غیرقابل هضم منابع فیبری و نیز تأثیر منابع فیبری و پلت بر بافت‌شناسی دستگاه گوارش طیور، هدف تحقیق حاضر تأثیر شکل خوراک و منابع مختلف فیبر بر بافت‌شناسی روده‌ی کوچک جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

مواد و روش کار

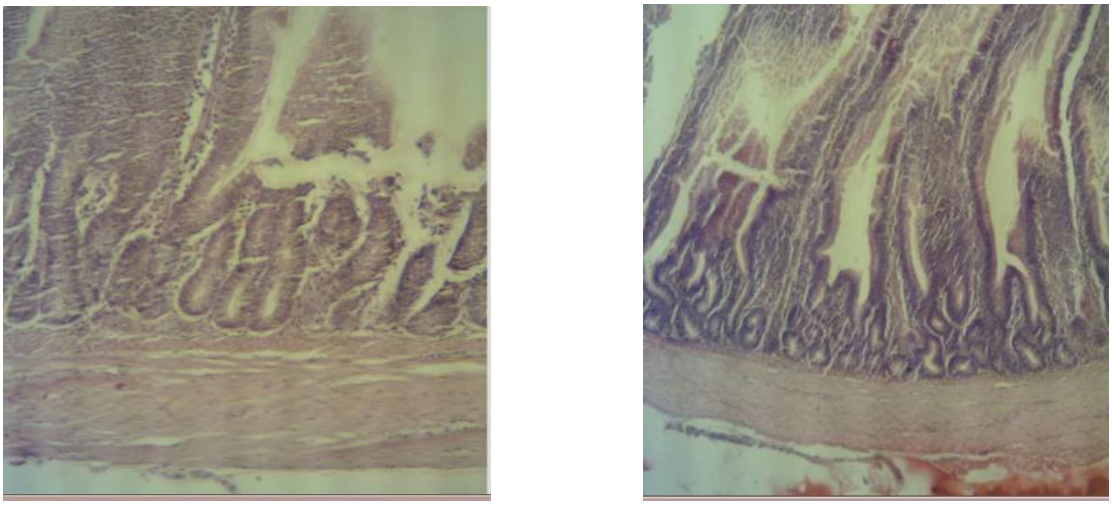
این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۵×۲ با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار به مدت ۴۲ روز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل منابع مختلف فیبر (۳ درصد پوسته آفتابگردان، ۳ درصد سبوس گندم، ۳ درصد تفاله چغندر قند و نیم درصد آربوسل) به همراه جیره شاهد به دو شکل خوراک (پلت و آردی) بودند. جیره‌های مورد استفاده در این پژوهش جیره‌های تجاری بر پایه‌ی ذرت-کنجاله سویا بودند که با ۳ درصد منابع مختلف فیبر طبیعی و نیم درصد فیبر تجاری رقیق شده و سپس تحت فرآوری پلت قرار گرفتند. کلیه مراحل تهیه و آماده‌سازی جیره‌ها در کارخانه خوراک دام سلامت دان دزفول انجام گرفت. جیره‌های خوراکی برای گروه‌های مختلف آزمایشی بر اساس جدول احتیاجات غذایی طیور (انجمن ملی تحقیقات، ۱۹۹۴) تنظیم شدند. کلیه مراحل مزرعه‌ای این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۶در ایستگاه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهر ملاثانی در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز، انجام شد. کلیه مراحل آزمایشگاهی در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. برنامه واکسیناسیون پرندگان به صورت معمول در منطقه و با توصیه‌ی سازمان دامپزشکی استان خوزستان انجام گرفت. برای اندازه‌گیری برخی از فراسنجه‌های ریخت‌شناسی در ۴۲ روزگی، حدود ۵ سانتی‌متر از ابتدای روده کوچک (دئودنوم) و قسمت میانی روده کوچک (ژژنوم) جدا شده و داخل محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. جهت انجام مراحل آماده‌سازی و تهیه بافت مقاطع بافتی به کمک تیغه اسکالپل، نمونه‌های بافتی پایدار (فیکس) شده از داخل محلول فرمالین خارج گردید. سپس به روش تهیه مقاطع بافتی پارافینی، برش‌هایی به ضخامت ۵ تا ۶ میکرومتر تهیه و مورد رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین قرار گرفت. برای بررسی میکرومتری از عدسی دیجیتال Dino Lite Capture و نرم افزار آن، استفاده و فراسنجه‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد. فراسنجه‌های مورد بررسی شامل: ارتفاع و قطر کرک، عمق کریپت، نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت، ضخامت بافت پوششی و ضخامت طبقه عضلانی بود (Humason, 1979).

نتایج

نتایج بافت‌شناسی در دو بخش هیستولوژی و میکرومتری ارائه می‌گردد:

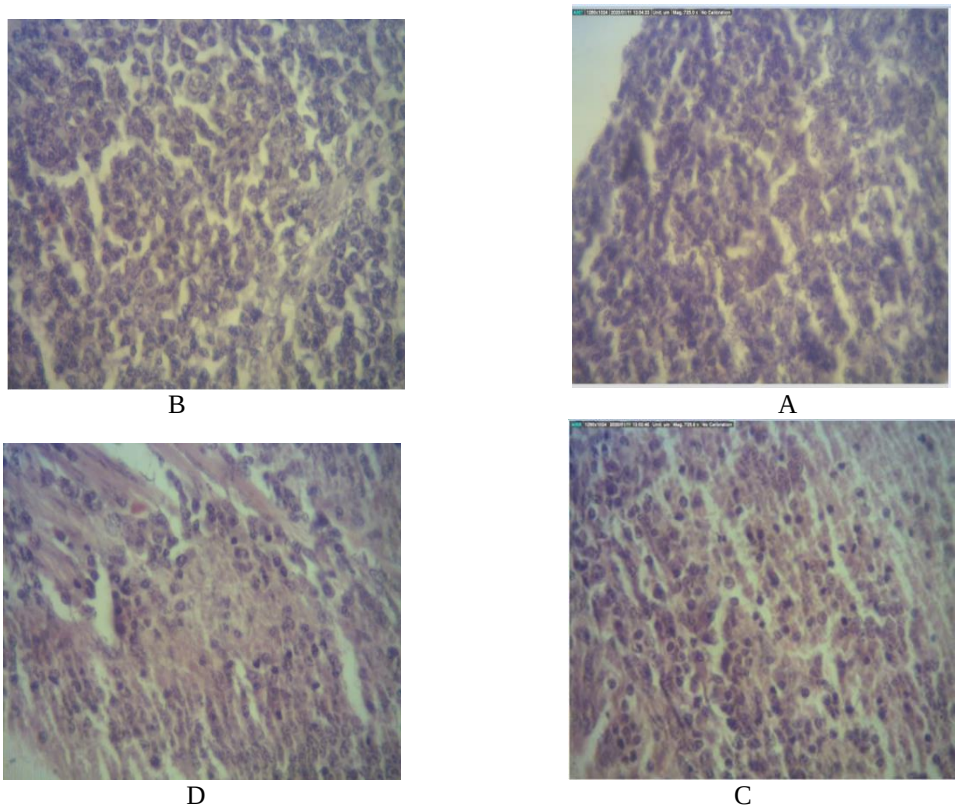
هیستولوژی

در تیمار تفاله چغندرقند به شکل آردی در بخش دوازدهه، بافت لنفوئیدی در پارین افزایش یافته (Figure 1) و از تراکم غدد لیبرکوهن کاسته شده است (Figure 2). تراکم بافت لنفوئیدی در تیمار آربوسل نسبت به تیمار تفاله چغندرقند در بخش دوازدهه افزایش کمتری یافته است (Figure 3). در تیمار سبوس گندم به شکل پلت نسبت به تیمار شاهد تراکم غدد کاهش یافته (Figure 4)، و بافت لنفوئیدی افزایش یافته است (Figure 5). همچنین در تیمار تفاله چغندرقند در بخش ژژنوم ضخامت بافت عضلانی بیشتر رشد کرده و نسبت به تیمار شاهد بافت لنفوئیدی بسیار توسعه یافته است (Figure 6). در مشاهدات میکروسکوپی نشان داده شد که تیمار پوسته آفتابگردان به شکل آردی نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارهای دیگر دارای کرک‌های باریک و کشیده و همچنین بافت پوششی ضخیم شده است (Figure 7).



B A

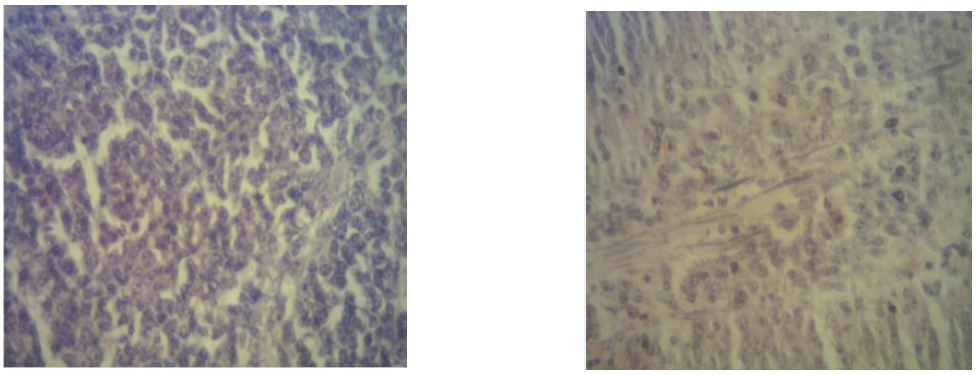
Figure 1. Reduction of Lieberkühn gland density in the duodenum of broilers in the treatment of sugar beet pulp in the mash form (B) in compare to the control group (A) (H&E,×10).



B A

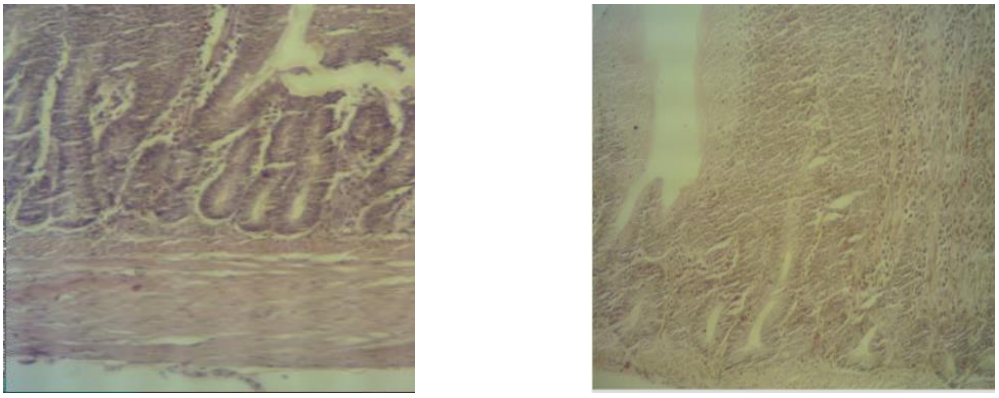
D C

Figure 2. Increase and development of lymphoid tissue in the parietal duodenum of broilers in the treatment of sugar beet pulp in the form of mash (A, x10 and B, x40) compare to the control group (C, ×10 and D, ×10) (H&E).



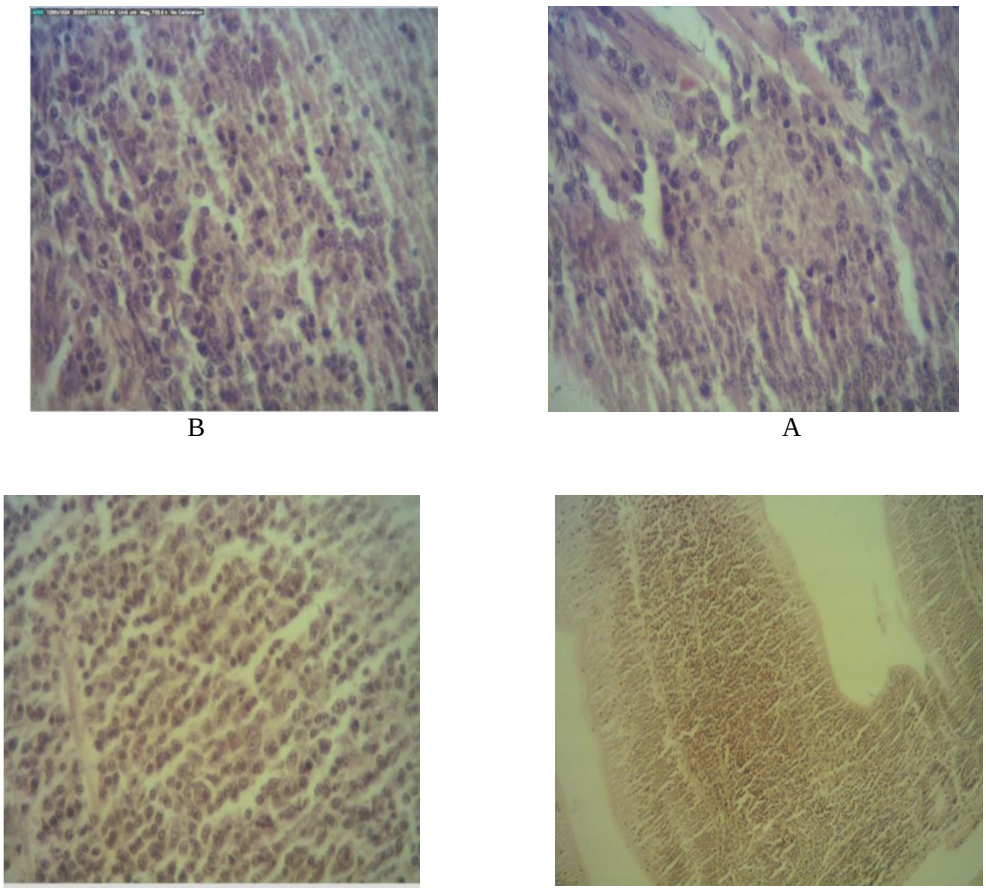
B A

Figure 3. Reduction of lymphoid tissue density in Arbocel in mash form (A), compared to sugar beet pulp in mash form (B) in the duodenum of broilers (×40, H&E).



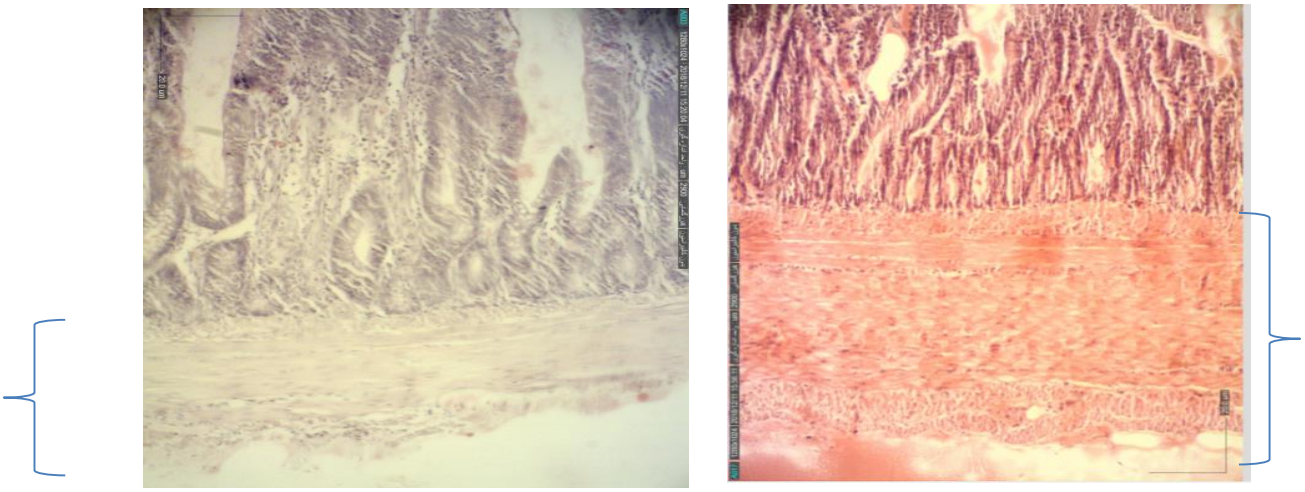
B A

Figure 4. Reduction of Lieberkühn gland density in the duodenum of wheat bran in pellet form (A), compared to the control treatment (B) (×10, H&E).



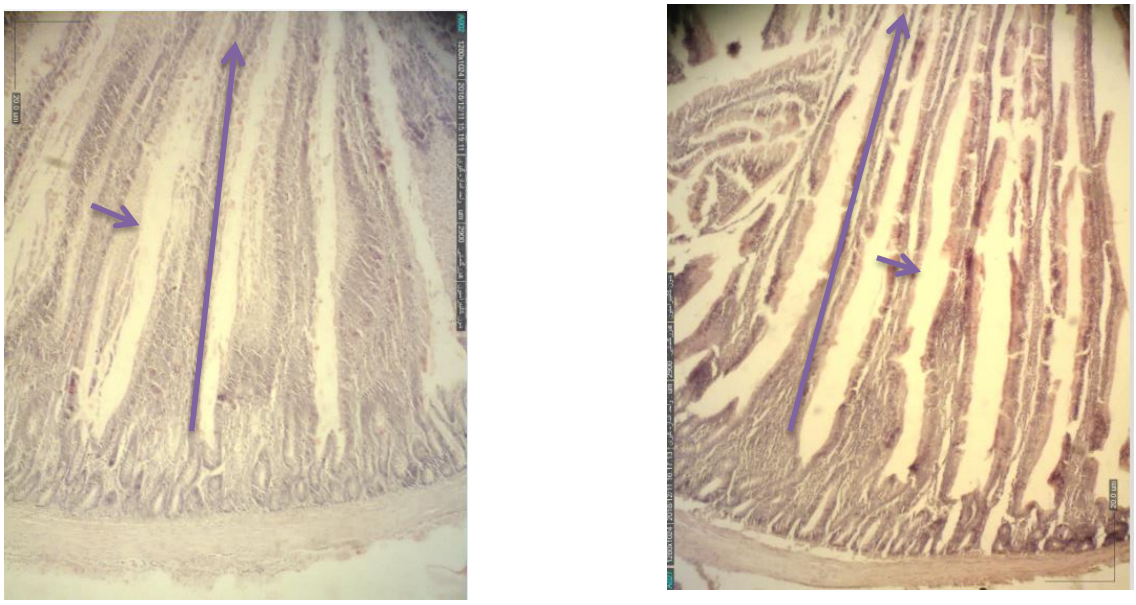
B A D C

Figure 5. Increased lymphoid tissue in the duodenum of broilers, wheat bran treatment in the form of pellet (C, ×10 and D, ×40) compared to the control treatment (A, ×10 and B, ×40) (H&E).



B A

Figure 6. Increasing the muscle thickness in the jejunum of broilers in the treatment of sugar beet pulp in pellet form (A) compared to the control treatment (B) (×10, H&E).



B A

Figure 7. Decreasing the villus height and making them more elongated in the jejunum of broilers as well as increasing the epithelial thickness in the sunflower hull treatment (A) compared to the control treatment (B), (×40, H&E).

میکرومتری

یافته‌های میکرومتری دوازدهه و ژژنوم جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه در ۴۲ روزگی در جدول ۱و۲ آورده شده است. اثر متقابل فیبر و شکل خوراک بر ارتفاع کرک در دوازدهه و ژژنوم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، به طوری که بالاترین ارتفاع کرک در دوازدهه نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیمار تفاله چغندرقند به شکل آردی و کمترین ارتفاع کرک نسبت به شاهد مربوط به تیمار سبوس گندم به شکل آردی بود و در قسمت ژژنوم مربوط به تیمار تفاله چغندرقند به شکل آردی و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار پوسته آفتابگردان به شکل آردی بود. در اثر متقابل فیبر و شکل خوراک، قطر کرک در دوازدهه و ژژنوم نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین قطر کرک در دوازدهه مربوط به تیمار پوسته‌ی آفتابگردان با شکل پلت و کمترین قطر کرک مربوط به تیمارهای شاهد، تفاله چغندرقند با

شکل آردی، سبوس گندم با شکل پلت و در ژژنوم مربوط به تیمارهای شاهد با شکل پلت و تیمار پوسته آفتابگردان بوده است. در اثر متقابل فیبر و شکل خوراک در دوازدهه و ژژنوم ضخامت بافت پوششی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین ضخامت بافت پوششی در دوازدهه نسبت به شاهد مربوط به تیمار پوسته آفتابگردان با شکل پلت و کمترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمار شاهد با شکل آردی و در ژژنوم تیمار شاهد بیشترین ضخامت بافت پوششی با شکل پلت و کمترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمار سبوس گندم با شکل آردی بود. در اثر متقابل ضخامت طبقه لایه‌ی عضلانی در دوازدهه و ژژنوم به طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار گرفتند (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین ضخامت لایه‌ی عضلانی در دوازدهه نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیمار پوسته‌ی آفتابگردان به شکل پلت و کمترین آن مربوط به تیمار آربوسل به شکل آردی بود. در ژژنوم بیشترین ضخامت لایه‌ی عضلانی مربوط به تیمار تفاله چغندر قند به شکل پلت و کمترین آن مربوط به سبوس گندم به شکل آردی بود. در بررسی اثر متقابل بیشترین عمق کریپت در دوازدهه، مربوط به تیمار تفاله چغندر قند به شکل آردی و کمترین عمق مربوط به تیمار سبوس گندم به شکل پلت و در ژژنوم بیشترین عمق مربوط به تیمار تفاله چغندرقند به شکل آردی و آربوسل به صورت پلت و کمترین شکل آن مربوط به تیمار سبوس گندم بود. در بررسی اثر متقابل، قطر کریپت و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در دوازدهه به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین قطر کریپت مربوط به تیمار شاهد به شکل پلت و کمترین مربوط به تیمار پوسته آفتابگردان به شکل آردی بود. در ژژنوم عمق کریپت و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در بررسی اثر اصلی، فیبر ارتفاع کرک در دوازدهه و ژژنوم را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین ارتفاع کرک مربوط به تیمار تفاله چغندرقند و کمترین مربوط به تیمار آربوسل بود. در بررسی اثر اصلی فیبر بر قطر کرک ژژنوم بیشترین ارتفاع کرک مربوط به تیمارهای شاهد و تفاله چغندرقند و کمترین مربوط به تیمار پوسته آفتابگردان بود. در اثر اصلی فیبر، قطر کرک در دوازدهه و ژژنوم اختلاف معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، به طوری که بیشترین قطر کرک در دوازدهه نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیمارهای پوسته آفتابگردان و آربوسل و در ژژنوم مربوط به تیمارهای شاهد و تفاله چغندرقند بود. در بررسی اثر اصلی فیبر، ضخامت بافت پوششی در دوازدهه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، اما در ژژنوم اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵)، به طوری که بیشترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمار شاهد و کمترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمارهای آربوسل و پوسته آفتابگردان بود. در بررسی اثر اصلی فیبر، ضخامت لایه‌ی عضلانی در دئودنوم و ژژنوم اختلاف معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵)، به طوری که در دئودنوم بیشترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمار پوسته آفتابگردان به شکل پلت و کمترین ضخامت بافت پوششی مربوط به تیمار آربوسل به شکل آردی بود اما، در ژژنوم بیشترین ضخامت بافت پوششی نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها مربوط به تیمار تفاله چغندر قند به شکل پلت و کمترین ضخامت مربوط به تیمار سبوس گندم به شکل آردی بود. در بررسی اثر اصلی فیبر بر عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵)، در دئودنوم بیشترین عمق کریپت مربوط به تیمار شاهد و در ژژنوم بیشترین عمق کریپت مربوط به تیمار تفاله چغندرقند بود. در بررسی اثر اصلی فیبر، قطر کریپت و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در دئودنوم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، به طوری که بیشترین قطر کریپت مربوط به تیمار شاهد و بیشترین نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در دئودنوم مربوط به تیمارهای سبوس گندم و پوسته آفتابگردان بود، در حالی که قطر کریپت و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در ژژنوم نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد

(P>۰/۰۵). در بررسی اثر اصلی، شکل خوراک بر ارتفاع کرک در دئودنوم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، جیره پلت شده باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع کرک در مقایسه با جیره آردی در دئودنوم شد. همچنین جیره پلت باعث افزایش ضخامت طبقه لایه عضلانی در مقایسه با جیره آردی شده است. جیره پلت باعث افزایش ضخامت بافت پوششی، ضخامت طبقه عضلانی و عمق کریپت در ژژنوم در مقایسه با جیره آردی شد. در دئودنوم شکل آردی و در ژژنوم شکل پلت باعث افزایش عمق کریپت شدند. در بررسی اثر اصلی، شکل خوراک بر نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در دئودنوم اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). به طوری که جیره پلت باعث بهبود این نسبت شد.

Table 1: Histomorphometric parameters of duodenum in broiler chickens at 42 days of age (µm)

Feed form	Fiber source	Villus height	Villus diameter	Epithelial thickness	Muscle thickness	Crypt depth	Crypt diameter	Villus height:crypt depth
	CTL	961.9^{bc}	131.0^{c}	24.8^{c}	109.1^{c}	128.1^{ab}	28.4^{abc}	7.52^{cde}
	SBP	1025.7^{a}	119.5^{e}	29.0^{ab}	119.9^{b}	133.6^{a}	29.6^{ab}	7.69^{bcd}
Mash	WB	946.1^{c}	122.7^{de}	27.5^{abc}	111.7^{c}	126.1^{ab}	25.6^{cd}	7.51^{cde}
	SFH	882.3^{e}	128.6^{cd}	27.9^{abc}	105.6^{cd}	114.8^{c}	24.2^{d}	7.68^{bcd}
	AR	911.9^{cde}	138.9^{ab}	29.0^{ab}	99.0^{d}	122.6^{bc}	27.4^{bc}	7.48^{cde}
	CTL	940.6^{cd}	115.0e	27.5^{abc}	108.4^{c}	126.1^{ab}	30.4^{a}	7.46^{ed}
	SBP	933.8^{cde}	120.7^{e}	28.2^{abc}	106.0^{c}	113.4^{c}	25.7^{cd}	8.24^{abc}
Pellet	WB	889.0^{ab}	114.8^{e}	26.0^{bc}	104.9^{cd}	103.6^{d}	26.4^{cd}	8.59^{a}
	SFH	1001.4^{ab}	141.4^{a}	29.9^{a}	127.8^{a}	120.2^{bc}	27.6^{abc}	8.33^{ab}
	AR	788.0^{f}	133.4^{bc}	25.5^{bc}	119.9^{b}	115.7^{c}	26.7^{bcd}	6.81^{e}
	SEM	17.13	2.50	1.08	4.31	3.20	0.91	0.23
	Fiber source							
	CTL	951.2^{ab}	123.0^{b}	26.1	108.7^{b}	127.1^{a}	29.4^{a}	7.49^{bc}
	SBP	979.7^{a}	120.1^{b}	28.6	112.8^{ab}	123.5^{ab}	27.6^{ab}	7.96^{ab}
	WB	917.5^{b}	118.8^{b}	26.8	108.3^{b}	114.9^{c}	26.0^{b}	8.05^{a}
	SFH	941.8^{b}	135.0^{a}	28.9	116.7^{a}	117.5^{bc}	25.9^{b}	8.01^{a}
	AR	850.0c	136.1^{a}	27.2	109.5^{b}	119.2^{bc}	27.0^{b}	7.15^{c}
	SEM	12.11	2.24	0.76	1.52	2.24	1.82	0.16
	Feed form							
	Mash	945.6^{a}	128.1	27.6	109.0^{b}	125.0^{a}	27.0	7.58^{b}
	Pellet	910.5^{b}	125.0	27.4	113.4^{a}	115.8^{b}	27.4	7.89^{a}
	SEM	7.66	1.12	0.48	0.96	1.43	1.82	0.10
	P- Value							
	Feed form	0.003	0.05	0.761	0.003	<0.001	0.599	0.043
	Fiber source	<0.001	<0.001	0.074	0.002	0.005	0.003	0.001
	Interaction	<0.001	<0.001	0.044	<0.001	0.004	0.005	0.007

$^{a-f}$ Means in the same column with different superscript letters are different (P< 0.05).
CTL: control group, SBP: sugar beet pulp, WB: wheat bran, SFH: sunflower hull, AR: arbocel

Table 2. Histomorphometric parameters of jejunum in broiler chickens at 42 days of age (µm)

Feed form	Fiber source	Villus height	Villus diameter	Epithelial thickness	Muscle thickness	Crypt depth	Crypt diameter	Villus height:crypt depth
	CTL	813.0^{bcd}	114.5^{cd}	23.9^{bc}	111.3^{cd}	101.7^{de}	25.6	7.66
	SBP	916.4^{a}	129.7^{b}	23.8^{bc}	123.7^{ab}	113.6^{a}	24.4	8.07
Mash	WB	804.3^{bcd}	116.9^{cd}	24.7^{c}	91.5^{e}	103.3^{cd}	25.0	7.78
	SFH	723.1^{e}	119.6^{cd}	22.4^{c}	116.5^{bcd}	101.9^{de}	24.5	7.09
	AR	815.1^{bcd}	117.3^{cd}	22.2^{c}	113.8^{cd}	105.3^{cd}	24.3	7.74
	CTL	874.5^{ab}	137.0^{a}	28.6^{a}	107.34^{d}	110.8^{ab}	24.8	7.89
	SBP	830.5^{bc}	120.3^{c}	25.0^{b}	125.8^{a}	106.3^{cd}	24.7	7.82
Pellet	WB	752.3^{de}	112.9^{d}	22.5^{c}	113.3^{cd}	99.7^{e}	23.0	7.55
	SFH	716.8^{e}	115.4^{cd}	22.3^{c}	116.1^{bcd}	108.2^{bc}	22.0	6.62
	AR	771.4^{cde}	115.1^{cd}	23.6^{bc}	117.7^{abc}	113.4^{a}	24.0	6.80
	SEM	23.28	1.89	0.64	2.94	1.68	0.92	0.28
	Fiber source							
	CTL	843.8^{a}	125.7^{a}	26.2^{a}	109.3^{c}	106.3^{bc}	25.3	7.76^{ab}
	SBP	873.5^{a}	125.0^{a}	24.4^{b}	124.7^{a}	109.9^{a}	24.6	7.95^{a}
	WB	778.3^{b}	114.9^{b}	23.6^{bc}	102.4^{d}	101.5^{d}	24.0	7.66^{ab}
	SFH	719.9^{c}	117.5^{b}	22.3^{c}	116.3^{b}	105.0^{c}	23.2	6.86^{c}
	AR	793.2^{b}	116.2^{b}	22.9^{c}	115.7^{b}	109.4^{ab}	24.1	7.27^{bc}
	SEM	16.46	1.33	0.45	2.08	1.19	0.65	0.20
	Feed form							
	Mash	814.4	119.6	23.4^{b}	111.3^{b}	105.1^{b}	24.8	7.66
	Pellet	789.1	120.1	24.4^{a}	116.0^{a}	107.7^{a}	23.7	7.34
	SEM	10.41	0.84	0.28	1.31	0.75	0.41	0.12
	P- Value							
	Feed form	0.096	0.665	0.023	0.016	0.023	0.423	0.079
	Fiber source	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.329	0.004
	Interaction	0.037	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.424	0.345

$^{a-e}$ Means in the same column with different superscript letters are different (P< 0.05).
CTL: control group, SBP: sugar beet pulp, WB: wheat bran, SFH: sunflower hull, AR: arbocel

داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد زمانی که جیره‌ها دارای تفاله چغندرقند و آربوسل به شکل آردی استفاده شد باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع کرک در دئودنوم در جوجه‌های گوشتی شد که تفاوت معنی‌داری با پرندگان تغذیه شده با جیره دارای تفاله‌چغندر قند به شکل پلت داشت. همچنین سبوس گندم و پوسته آفتابگردان زمانی که به شکل پلت استفاده شد باعث افزایش ارتفاع کرک دئودنوم در جوجه-های گوشتی شد که تفاوت معنی‌داری با پرندگان تغذیه شده با جیره دارای سبوس گندم و پوسته آفتابگردان به شکل آردی داشت. در بخش ژژنوم زمانی که جیره شاهد به شکل پلت استفاده شد، باعث افزایش قطر کرک در جوجه‌های گوشتی شد که تفاوت معنی‌داری با پرندگان تغذیه شده از جیره شاهد به شکل آردی داشت.

نشان داده شده است، مصرف خوراک آردی، وزن دستگاه گوارش و ارتفاع کرک ژژنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهد (Svihus et al, 1997) و تغذیه پرنده‌ها با خوراک پلت شده سبب افزایش pH روده کوچک و کاهش وزن سنگدان در مقایسه با جیره آردی می‌شود (Engberg et al, 2002). در پژوهش Yaghobfar و همکاران (۲۰۰۹) با افزایش سطوح مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز طول پرزها و سلول‌های جامی افزایش و قطر کرک کاهش یافته است. همچنین طول و عرض کرک‌های دوازدهه روده باریک با مصرف خوراک پلت شده نسبت به خوراک آردی، بیشتر بود که با نتایج پژوهش حاضر در تناقض است.

Sadeghi و همکاران در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی با بررسی تأثیر افزودن فیبر محلول و نامحلول (تفاله چغندرقند، پوسته برنج، و ترکیبی از این دو منبع فیبری) بر مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی بیان کردند که ارتفاع کرک در بخش دئودنوم در جیره شاهد نسبت به سایر تیمارها به صورت معنی‌داری افزایش یافت ولی عمق کریپت و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت معنی‌دار نبود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. همچنین نشان دادند که در جیره‌های حاوی تفاله چغندر قند نسبت به جیره شاهد و سایر تیمارها ارتفاع کرک در دئودنوم به طور معنی‌داری کاهش یافت که این یافته‌ها با نتایج این پژوهش در تضاد است. علاوه بر این محققین در پژوهشی با افزودن ۳۰ گرم بر کیلوگرم فیبر به جیره‌ی غذایی حاوی ۳۰ تا ۴۰ گرم در کیلوگرم فیبر خام نشان دادند که ممکن است افزودن سطح بالایی از فیبر باعث کاهش ارتفاع ویلی یا تخریب کرک در سطح مخاط روده کوچک شود، یا این که افزایش گرانروی باعث تخریب کرک شده است، زیرا، با افزودن تفاله چغندرقند به جیره پرندگان، فعالیت باکتری های بی هوازی افزایش یافته و در نتیجه خصوصیات گرانروی را تغییر داده است (Montagen, 2003). Kimiaeitalab و همکاران در سال ۲۰۱۷، در آزمایشی با بررسی تأثیر پوسته آفتابگردان در دو سطح ۰ و ۳ درصد بر مورفولوژی ایلئوم در جوجه‌های گوشتی و پولت‌ها به این نتیجه رسیدند که استفاده از فیبر تأثیر معنی‌داری بر مورفولوژی روده نداشت، ولی ارتفاع کرک، عمق کریپت، ارتفاع کرک نسبت به عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی بالاتر از پولت‌های گوشتی بودند. Sklan و همکاران در سال ۲۰۰۳، گزارش دادند که افزودن سطوح مختلف از سلولز به جیره بوقلمون باعث افزایش وزن روده کوچک و همچنین افزودن ۳ درصد سلولز به جیره‌ی جوجه‌های گوشتی باعث بهبود عملکرد و مورفولوژی کرک روده می-شود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در پژوهش حاضر، زمانی که سبوس گندم و پوسته آفتابگردان به جیره اضافه شد، به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع کرک و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در بخش دوازدهه نسبت به جیره حاوی آربوسل شد. Kermanshahi و همکاران در سال ۲۰۱۸، در پژوهشی که بر مورفولوژی جوجه‌های گوشتی انجام دادند، بیان کردند که کربوکسی متیل سلولز و پکتین به طور قابل ملاحضه‌ای باعث ایجاد تغییر در مورفولوژی جوجه‌های گوشتی از دوازهه تا ایلئوم شده، در حالی که سلولز تأثیر منفی بر مورفولوژی کرک روده نداشت. چون کرک‌ها در فرآیندهای گوارشی هضم و جذب مواد مغذی دخیل هستند و پکتین و کربوکسی متیل سلولز باعث تخریب کرک‌های روده شده، پس ممکن است این عوامل با هضم و جذب مواد مغذی و همچنین عملکرد و رشد جوجه‌های گوشتی مرتبط باشند. محققین اثبات کرده‌اند که تغییر در مورفولوژی روده می‌تواند در اثر افزایش فعالیت میکروارگانسیم‌ها باشد (Yaghobfar, et al., 2009). نشان داده شده است که تفاله چغندر قند (پکتین) به عنوان فیبر محلول می‌تواند باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها که جزء باکتری‌های مفید سکوم هستند شود، پس شاید بتوان دلیل افزایش ارتفاع کرک در جیره حاوی تفاله چغندرقند را به این موضوع ارتباط داد. Kermanshahi و همکاران (۲۰۱۸)، در آزمایشی با بررسی تأثیر منابع فیبری سلولز، پکتین وکربوکسی متیل سلولز در جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰-۱ روزگی بیان کردند، زمانی که پرندگان از جیره‌ی حاوی پکتین تغذیه شدند به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع کرک و نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت نسبت به گروه شاهد و سایر تیمارها شد. Geyra و همکاران در سال ۲۰۰۱، در پژوهشی با افزدن کربوکسی متیل سلولز به جیره غذایی، کاهش مصرف خوراک و عملکرد جوجه‌های گوشتی و همچنین کاهش ارتفاع کرک در قسمت بالایی ژژنوم را مشاهده کردند. Sarikhan و همکاران در سال ۲۰۱۰، در پژوهشی گزارش دادند که فیبر اثر مثبتی بر ارتفاع کرک در جوجه‌های گوشتی دارد به طوری که ترکیب فیبر نامحلول، باعث بهبود عملکرد و افزایش ارتفاع کرک در ایلئوم می‌شود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد زمانی که به جیره،

منابع فیبری سبوس گندم و آربوسل افزوده شد باعث افزایش ارتفاع کرک در بخش ژژنوم در مقایسه با پوسته آفتابگردان شد. همچنین افزودن سبوس گندم به جیره نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت را افزایش داد. Bi and Chiou در سال ۱۹۹۶، در پژوهشی با افزودن سطوح بالای فیبر در تغذیه جوجه‌های گوشتی بیان نمودند که افزودن سبوس گندم با سطوح بالا باعث افزایش رشد کرک روده شده و همچنین تولید باکتری‌های مضر در اپیتلیوم روده را کاهش داد.

محققین در پژوهشی بیان کردند که افزودن مواد ویسکوز به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کریپت عمیق-تر در ژژنوم در سن ۱۴ روزگی شده است (Iji et al, 2001). بیان شده است که اثر پلی ساکاریدهای غیر نشاسته محلول بر مورفولوژی روده به طور غیر مستقیم به خصوصیات گرانروی آن‌ها مربوط می‌باشد زیرا که افزایش در فعالیت میکروبی در دستگاه گوارش هم راستا با تغییرات در مورفولوژی دیوار روده می‌باشد (Montagen et al, 2002). محققین در پژوهشی تأثیر فیبر محلول و نامحلول بر عملکرد و مورفولوژی روده را بررسی نمودند و بیان کردند که جوجه‌های که از تیمار کربوکسی متیل سلولز تغذیه شدند، جهت جبران سلول‌های از بین رفته، عمق کریپت در آنها افزایش یافت. ارتفاع کمتر کرک منجربه کاهش عملکرد در پرندگان تغذیه شده با کربوکسی متیل سلولز شده است که با نتایج این پژوهش هم خوانی دارد. در پژوهش حاضر با افزودن پوسته آفتابگردان و آربوسل به جیره ارتفاع کرک در اثر اصلی و اثر متقابل با شکل پلت و آردی در بخش دوازدهه و ژژنوم کاهش یافت، همچنین با افزودن تفاله چغندر قند به جیره عمق کریپت و ضخامت طبقه لایه عضلانی در بخش ژژنوم و دئودنوم افزایش یافت (Montagen et al, 2002). مجرای گوارش سیستم اصلی جذب مواد مغذی است که نقش مهمی در رشد پرندگان دارد. هرگونه تغییری در سلامت و مورفولوژی بافت روده می‌تواند بر روند جذب مواد مغذی و بازدهی تولیدی پرنده اثری مستقیم ایجاد نماید. سلولز یک فیبر غیر قابل هضم است که به طور معمول به عنوان یک عامل خنثی و حجم دهنده در جیره حیوانات تک معده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Montagen et al, 2002; Hetland, 2004). سلولز دارای اثر سایندگی بر روده بوده و باعث افزایش ترشح مخاط می‌شود و در حفاظت، ایجاد سیالیت در روده و جذب مواد مغذی نقش دارد. پس از ایجاد سایش توسط سلولز جیره، میزان موسین در مجرای گوارش با افزایش ترشح از سلول‌های جامی جبران می‌گردد (Montagen, 2004). موسین باعث حفاظت لایه اپیتلیوم در برابر آنزیم-های گوارشی و اسید شده و همچنین به عنوان یک سد فیزیکی در برابر عوامل بیماریزای خارجی عمل می‌نماید. اما افزایش ضخامت موسین ممکن است در روند هضم اختلال ایجاد کند (Montagen, 2004).

Xu و همکاران در سال ۲۰۰۳، در مطالعه‌ای با افزودن فروکتوالیگوساکارید به مقدار ۴ و ۸ گرم به جیره‌ی جوجه-های گوشتی، اختلاف معنی‌داری در ارتفاع پرز و عمق کریپت در دوازدهه مشاهده نکردند. همچنین افزودن فروکتوالیگوساکارید به مقدار ۸ گرم بر کیلوگرم اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی و میکروفلورای روده نداشت.

محققین گزارش دادند که کریپت به عنوان کارخانه ساخت پرز می‌باشد؛ کریپت کم عمق‌تر نشانگر روند دگرساخت کندتر بافتی و نیاز کمتر به سنتز بافت جدید است. نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت شاخصی از پتانسیل جذبی روده کوچک است و نسبت بالاتر ارتفاع کرک به عمق کریپت نشان دهنده بهبود مخاط روده است (Adibmoradi et al, 2006; Xu, 2003). از این رو، Humm و همکاران در سال ۱۹۸۶، با افزودن منابع فیبری به جیره در جوجه‌های گوشتی بیان نمودند که نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در ژژنوم پرنده‌های تغذیه شده با پوسته جو می‌تواند توجیه کننده بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در آنها باشد زیرا ژژنوم محل اصلی انجام فرایند جذب در روده کوچک است.

Rezaei و همکاران ۲۰۱۱، در پژوهشی اثر فیبر خوراکی را بر عملکرد و مورفولوژی روده باریک جوجه‌های گوشتی با افزودن ۵ گرم بر کیلوگرم پوسته ذرت و ۵ گرم فیبر تجاری فرآوری شده مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که گروه‌های مصرف کننده فیبر فرآوری شده دارای ارتفاع پرز بیشتری بودند که می‌تواند در نتیجه ویژگی‌های فیزیکی فیبر فرآوری شده در روده بوده و باعث افزایش تعداد سلول‌های گابلت در پرزها گردد. ولی گروه پوسته ذرت باعث ایجاد فرسایش در پرزها شده و به کاهش تعداد سلول‌های گابلت در واحد سطح منجر شده است، محققین در پژوهشی گزارش دادند که کاهش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تاثیر منفی قابل ملاحظه‌ای در هضم و جذب دارد. در حقیقت تفاوت در فعالیت‌های اختصاصی آنزیم-های غشای مخاطی سلول‌های روده غالبا به تغییرات مورفولوژیکی وابسته است.

Saki و همکاران در سال ۲۰۱۱، در پژوهشی نشان دادند که با افزودن نسبت بیشتر فیبر محلول، در دوره ۱۴-۱ روزگی ارتفاع کرک در ایلئوم کاهش یافت. ارتفاع ویلی نشان دهنده ظرفیت جذب روده است (Teirlynck et al, 2009). Iji و همکاران در سال ۲۰۰۱، در گزارشی بیان نمودند که، افزودن ۵۰ گرم فیبر محلول به جیره‌ی جوجه-های گوشتی باعث کاهش ارتفاع کرک در جوجه‌های گوشتی شده است. محققین در پژوهشی بیان کردند که یک نوع تعادل و تعامل بین باکتری‌ها و بافت لنفوئیدی در دستگاه گوارش میزبان وجود دارد که در واقع مکانسیم مهم اولیه میزبان در برابر پاتوژن‌های مهاجم است. به این ترتیب، فیبر نامحلول ممکن است اثرات ایمنی خود را از طریق افزایش در موسین و یا باکتری‌های مفید نشان دهد (Montagen et al, 2003; Bao and Choct, 2010).

همچنین Montagen و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش کردند که در مجموع تأثیر پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول بر آناتومی اپیتلیوم روده و توسعه ساختاری آن می-تواند ناشی از تأثیرات فیبر بر افزایش گرانروی مواد هضمی باشد. به عنوان مثال دانه‌های غنی از بتاگلوکان مانند جو و یولاف، گرانروی محتویات روده را افزایش می‌دهند که می-تواند باعث از بین رفتن سلول‌های کرک، کاهش ارتفاع کرک و افزایش تولید سلول‌های گابلت یا سلول‌های جامی شود که در نهایت منجر به افزایش عمق کریپت می‌گردد. تحریک و افزایش تکثیر سلول‌های کریپت توسط فیبر جیره و همچنین توسط اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر و بوتیرات انجام می‌گیرد. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر محصول نهایی تخمیر میکروبی در روده بزرگ می‌باشند که با افزایش غلظت آنها نرخ سنتز و تجزیه انتروسیت‌ها و تکثیر سلول‌های اپتلیال روده‌ای تسریع می‌گردد که این امر منجر به تغییر مورفولوژی دستگاه گوارش می‌گردد.

همچنین Kelly و همکاران در سال ۱۹۹۱، در مطالعه‌ای بیان کردند که کاهش، در نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت تاثیر منفی قابل ملاحظه‌ای در هضم و جذب دارد. در حقیقت تفاوت در فعالیت‌های اختصاصی آنزیم‌های غشای مخاطی سلول‌های روده غالباً به تغییرات مورفولوژیکی وابسته است. به ویژه در موارد پاتولوژیک کرک‌ها دچار کاهش رشد شده و عمق کریپت بالا می‌رود و باعث کاهش فعالیت آنزیمی می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از فیبر در تغذیه طیور گوشتی در مقادیر کم می‌تواند مفید باشد. همچنین فرآوری فیبر در مقایسه با آردی نمی‌تواند باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیکی روده جوجه‌های گوشتی شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع مالی

منابع مالی این پژوهش در قالب پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد توسط دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تأمین گردیده است.

منابع

Abdollahi, M.R., Ravindarn, V., & svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*, 179:1-23.

Adibmoradi, M., Navidshad, B., Seifdavati, M., & Royan, M. (2006). Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *Journal Poultry Science*, 43: 378-383.

Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G., & Thomas, D.G. (2007a). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63: 439-455.

Amerah, A.M., Ravindran, V., & Lentle, R.G. (2009). Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*, 50: 366-375.

Bao, Y.M., & Choct, M. (2010). Dietary NSP nutrition and intestinal immune system for broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 66: 511–518.

Bi, Y.U., & Chiou, P.W.S. (1996). Effects of crude fiber level in the diet on the intestinal morphology of growing rabbits. *Laboratory Animal*, 30: 143-148.

Engberg, R.M., Hedemann, M.S & Jensen, B.B. (2002). The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, 44: 569-579.

González-Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R., & Mateos, G.G. (2007). Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science*, 86: 1705-1715.

Hetland, H., Choct, M., & Svihus, B. (2004). Role of insoluble nonstarch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 60: 415-422.

Humason, G. L. (1979). Animal tissue techniques (4nd ed.). San Fransico, 37-47.

Iji, P.A., Saki, A.A., & Tivey, D.R. (2001). Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*, 89:175–188.

Jimenez-Moreno, E., Gozalez-Alvarado, J.M., Lazaro, R., & Mateos, G.G. (2009b). Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the deit on gizzard pH and nutrient unilization in broiler from one to twenty-one days of age. *Poultry Science*, 88(9): 1925-1933.

Jimenez-Moreno, E., Gonzalez-Alvarado, J., de Coca-sinova., A., Lazaro, R., & Mateos, G. (2009a). Effects of source of fibre the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 154 (1): 93- 101.

Kelly, D., Smyth, J.A. & McCracken, K.J. (1991). Digestive development of the early-weaned pig. 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the 1st week postweaning. *British Journal of Nutrition*, 65: 169–180.

Kermanshahi, H., Shakouri, M.D., & Daneshmand, A. (2018). Effects of non-starch polysaccharides in semi-purified diets on performance, serum metabolites, gastrointestinal morphology, and microbial population of male broiler chickens. *Livestock Science*, 214: 93-97.

Kimiaeitalab, M.V., Cámara, L., Mirzaie Goudarzi, S., Jimenez-Moreno, E., & Mateos, G.G. (2016). Effects of the inclusion of sunflower hulls in the diet on growth performance and digestive tract traits of broilers and pullets fed a broiler diet from zero to 21 d of age. A comparative study. *Poultry Science*. 96 (3): 581-592.

Montagen, L., Pluske, J.R. & Hampson, D.J. (2003). Areview of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on in young-runimant animal. *Animal Feed Science and Technology*, 108: 95-117.

Montagne, L., Piel, C., & Lalles, J.P. (2004). Effect of diet on mucin kinetics and composition: Nutrition and health implications. *Nutrition Reviews*, 62: 105-114.

Montagne, L., Salgado, P., Toullec, R., & Lallès, J. P. (2002). Enzymes of the small intestine of the calf: effect of dietary protein source on the activities of some enzymes in the small intestinal mucosa and digesta. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(15): 1772-1779.

Rezaei, M., Karimi Toeshizi, M.A., & Rouzbehan, Y. (2011). Effect of dietary fiber on intestinal morphology and performance of broiler chickens. *Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 90: 52-60. (Persian).

Rougiere, N., & Carre, B. (2010). Comparsion of gastrointestinal transit times between chinckens from D^+ and D^- genetic lines selected for diyersent digestion efficacy. *Journal Animal Science*, 4: 1861-1872.

Sadeghi, A., Toghyani, M., & Gheisari, A. (2015). Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poultry Science*, 94 (11): 2734-2743.

Saki, A.A., Matin, H.H., Zamani, P., Tabatabai, M.M., & Vatanchian, M. (2011). Various ratios of pectin to cellulose affect intestinal morphology, DNA quantitation, and performance of broiler chickens. *Livestock Science*, 139 (3): 237-244.

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

Serrano, M.P., Frikha, M., Corchero, J., & Mateos, G.G. (2013). Influence of feed form and source of soybean meal on growth performance, nutrient retention, and digestive organ size of broilers. 2. Battery study. *Poultry Science*, 92 (3): 693-708.

Serrano, M.P., Valenci, D.G., Mendez, J., & Mateos, G.G. (2012). Influence of feed form and source of soybean meal of the diet on growth performance of broilers from 1 to 42 days of age. 1. Foor pen study. *Poultry Science*, 91: 2838-2844.

Sklan, D., Smirnov, A., & Plavnik, I. (2003). The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *British Poultry Science*, 44:735–740.

Svihus, B., Herstad, O., & Newman, R.K. (1997). Comparison of performance and intestinal characteristics of broiler chickens fed on diets containing whole, rolled or ground barley. *British Poultry Science*, 38: 524-529.

Teirlynck, E., Bjerrum, L., Eeckhaut, V., Huygebaert, G., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Dewulf, J., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2009). The cereal type in feed influences gut wall morphology andintestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *British Jornal Nutrition*.102:1453–1461.

Yaghobfar, A., Parvizi, O., Shivazad, M., Niknafs, F., Taghizadeh, V., & Ahmadi, M. (2009). Determination of morphology transformed small intestinal of broiler chicks due to influence of the levels of feed form and nutrients or ME of diets. *Dynamic Agriculture*, 5(4): 427-431 (in Persian).

Van Krimpen, M.M.R.P., Kwakkel, C.M.C., Van Peet-shwering, L.A., Den Hartog, & Verstegen M.W.A. (2009). Effects of nutrient dilution and non starch polysaccharide concentration in rearing and laying dites on eating be havior and feather damage of rearing and laying hens. *Poultry Science*, 88: 759-773.

Xu, Z.R., Hu, C.H., Xia, M.S., Zhan, X.A. & Wang, M.Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activites, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 82: 1030-1036.

Received: 09.06.2019
Accepted:02.03.2020

Vol. 17, No. 4, Winter, 2022 **Original Article**

DOI: 10.22055/IVJ.2020.189343.2147
DOR: 20.1001.1.17356873.1400.17.4.2.9

Effect of feed form and fiber on small intestine histological alteration of broiler chickens

Ebtesam Boazar[1], Somayyeh Salari[2*], Naeim Erfanimajd[3] and Seyed Kazem Moosavi Fakhr[4]

[1] MSC Student, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[2] Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[3] Professor, Department of Basic Scieences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[4] PhD, Chairman of Executive Committee, Salamatdan Dezful Company, Dezful, Iran.

Received: 09.06.2019 Accepted: 02.03.2020

Abstract

This experiment was conducted to determine the effect of feed form and various sources of fiber on small intestine histology of broiler chickens in completely randomized design with factorial arrangement 2×5 with 10 treatments and 4 replicates for 42 days. Treatments consisted of different sources of fiber (3% sunflower hull (SFH), 3% wheat bran (WB), 3% sugar beet pulp (SBP) and 0.5% Arbocel) with control diet and 2 feed forms (mash vs. pellet). The results showed that SBP in mash form increased villus height of duodenum and jejunum. In the duodenum, SBP and in the jejunum, SFH increased villus height. Duodenal villus height increased significantly in birds fed with mash form compared to the birds fed with pellet form of diet. SFH increased the villus diameter, epithelial thickness, and mscle thickness. In the jejunum, control treatment in pellet increased the villus diameter and epithelial thickness and in the duodenum SFH, SBP and Arbocel in mash form decreased crypt depth. WB in pellet form significantly increased the villus height-to-crypt depth ratio in the duodenum. According to the results of this experiment, it can be concluded that the use of fiber sources in mash form in compare to the pellet form, improved histlogical parameters of small intestine in broiler chickens.

Key words: Feed form, Fiber, Histology, Broiler chickens

* **Corresponding Author**: Somayyeh Salari, Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
E-mail: S. Salari@asnrukh.ac.ir

© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).