دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

اثر منابع مختلف و اندازه ذرات الیاف بر عملکرد، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده و آنزیم‌های گوارشی در جوجه‌های گوشتی

وحید رادمهر[۱]، اسدالله تیموری یانسری[۲] و منصور رضایی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: radmehr41@gmail.com)
۲ و ۳- دانشیار و استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات چهار منبع الیاف (پوسته سویا، پوسته جو، پوسته برنج و پوسته ذرت) با دو اندازه ذرات (با میانگین هندسی ۱و ۲ میلی‌متر) بر عملکرد، قابلیت هضم، ریخت شناسی و جمعیت میکروبی روده در جوجه‌های گوشتی،۵٤۰ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸، از سن ۱ تا ٤۲ روزگی، در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل ۲×٤ همراه با یک جیره فاقد منبع الیافی (شاهد)، با چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شدند. افزایش وزن در دوره‌های آغازین، پایانی و کل دوره، مصرف خوراک در دوره‌های پایانی و کل دوره و ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره پرورش تحت تأثیر منبع الیاف قرار گرفتند. در پایان دوره پرورش تیمار حاوی پوسته جو درشت دارای افزایش وزن بیشتر، مصرف خوراک پایین‌تر و ضریب تبدیل غذایی کمتری بود (p<۰/۰۵). نامطلوب‌ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی پوسته برنج مشاهده شد. قابلیت هضم پروتئین (p<۰/۰٤۹۳) و چربی خام (p<۰/۰۰۰٤)، در تیمار تغذیه شده با پوسته ذرت به‌طور معنی‌دار بیشتر از سایر تیمارها بود. در بخش‌های دئودنوم، ژوژنوم و ایلئوم بیشـترین ارتفـاع پرز در تیمار تغذیه شده با پوسته جو و کمترین آن در گروه شاهد مشاهده شد (p<۰/۰۵). عمق کریپت‌ها در بخش ژوژنوم و قطر کریپت‌ها در هر سه بخش روده تحت تأثیر منبع الیاف قرار گرفت. در سکوم تعداد لاکتوباسیل‌ها در تیمارهای حاوی پوسته جو و ذرت بیشتر از تیمارهای تغذیه شده با پوسته سویا و برنج بود (p<۰/۰۵)، تعداد باکتری‌های اشریشیاکلی و کلی‌فرم در تیمارهای حاوی الیاف دارای اندازه درشت کمتر بود (p<۰/۰۰۷). افزودن یک منبع الیافی مانند پوسته جو به جیره کم الیاف جوجه‌های گوشتی اثرات سودمندی را در ارتباط با عملکرد تولید به همراه داشت.

واژه‌های کلیدی: الیاف، اندازه ذرات، جوجه گوشتی، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی

مقدمه

طی چند دهه گذشته ترکیب مواد مغذی و شکل فیزیکی جیره‌های جوجه گوشتی با هدف افزایش مصرف خوراک و بهره‌وری مورد بازنگری قرار گرفته است (۲۲). برخی از این تغییرات شامل افزایش غلظت مواد مغذی، ضرورت افزایش قابلیت هضم اجزای خوراک به‌ویژه در جیره‌های آغازین و کاهش اندازه ذرات خوراک به‌منظور افزایش کیفیت پلت بوده است. این راهبردها منجر به کاهش محتوای الیاف خام جیره‌ها شد که توسعه و عملکرد دستگاه گوارش از جمله سنگدان را تحت تأثیر قرار داد (۱۵). در گذشته الیاف به‌عنوان یک عامل ضد تغذیه‌ای و رقیق کننده انرژی جیره‌ها با اثرات منفی بر مقدار مصرف اختیاری خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی در نظر گرفته می‌شد، در این راستا، پیشنهاد شد که محتوای الیاف در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به کمتر از ۳ تا ۴ درصد کاهش یابد (۳۵). لذا جیره‌های تجاری به‌ویژه جیره‌های جوجه‌های گوشتی جوان با مقادیر کمتر از ۳ درصد الیاف خام تنظیم می‌شوند. از طرفی، گنجاندن مقادیر متوسط الیاف از منابع متفاوت در جیره‌های غذایی پرندگان سبب بهبود رشد و توسعه اندام‌های گوارشی، افزایش ترشح اسید کلریدریک، اسیدهای صفراوی و ترشح آنزیم‌های گوارشی و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی، راندمان رشد، عملکرد و سلامت مجاری گوارشی و نهایتاً رفاه و آسایش پرنده می‌شود (۹،۱۰، ۱۳). ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در خوراک پرندگان به‌عنوان محرک رشد در بسیاری از کشورها و همچنین به‌کارگیری جیره‌های پلت شده سبب شیوع ناهنجاری‌های دستگاه گوارش پرندگان شده است که سالیانه خسارت‌های مالی زیادی را به این صنعت و تولیدکنندگان تحمیل می‌نماید. تغذیه با خوراک‌های آردی و با اندازه ذرات مناسب و همچنین افزایش سطح الیاف نامحلول در جیره‌ها به عنوان دو برنامه تغذیه‌ای برای مقابله با این مشکل در نظر گرفته شد (۲۲). به هر حال، وجود مقادیر متوسط الیاف در جیره ممکن است سبب بهبود رشد و توسعه اندام‌های گوارشی، تولید آنزیم و هضم بهتر مواد مغذی در پرندگان شود. بعضی از این تأثیرات ناشی از عملکرد بهتر سنگدان است که همراه با افزایش انقباضات غیر ارادی معده‌ای- روده‌ای می‌تواند سبب افزایش و تسهیل ارتباط بین مواد مغذی و آنزیم‌های گوارشی شود. افزون بر این، با توجه به مقدار و نوع الیاف جیره و همچنین ترکیب جیره پایه، جمعیت میکروبی مجاری گوارشی هم ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. الیاف نامحلول منابع خوراکی با کاهش رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا سبب کاهش بروز ناهنجاری‌های گوارشی مانند خیسی بستر می‌شود (۳۲،۱۰، ۱). به هرحال، اطلاعات محدودی در خصوص اثرات منابع مختلف الیافی و اندازه ذرات آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش در دسترس است، لذا این آزمایش به منظور بررسی اثرات منابع مختلف و اندازه ذرات

الیاف بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی، ریخت شناسی روده، جمعیت میکروبی روده و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در جوجه‌های گوشتی طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات افزودن چهار منبع الیاف (پوسته سویا، پوسته جو، پوسته برنج و پوسته ذرت) با دو اندازه ذرات (با میانگین هندسی ۱و ۲ میلی‌متر) در جیره جوجه‌های گوشتی با سطح الیاف ثابت سه درصد، ۵۴۰ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸، از سن ۱ تا ۴۲ روزگی، در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل ۲×۴ همراه با یک جیره فاقد منبع الیافی (شاهد)، در مجموع با نه تیمار در چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شدند. برای تمام تیمارها در هر مرحله (آغازین، رشد و پایانی) یک جیره پایه با سطوح پروتئین و انرژی قابل متابولیسم یکسان تنظیم شد، سپس الیاف مورد استفاده در هر تیمار به آن افزوده شد (جدول ۱). برای تنظیم جیره‌ها از ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی ارائه شده در جداول NRC[1] سال ۱۹۹۴ (۲۳)، و برای تعیین احتیاجات از جداول راهنمای پرورش سویه تجاری راس۳۰۸ سال ۲۰۱۴ استفاده شد. ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در آزمایشگاه تعیین شد. آب و خوراک به صورت آزاد و تمام جیره‌های آزمایشی به شکل مش در اختیار پرندگان قرار گرفت. پرورش روی بستر با پوشش رول کاغذی و بدون استفاده از تراشه چوب و یا سایر اشکال رایج صورت گرفت. برنامه نوری شامل ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت خاموشی بود. دمای سالن در ابتدا ۳۴ درجه سلسیوس و سپس با ۲ درجه کاهش در هر هفته به ۲۲ درجه سلسیوس در هفته ششم کاهش یافت. افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شد. این آزمایش در یک مزرعه مرغ گوشتی واقع در استان مازندران و در حومه شهر ساری در اردیبهشت ماه سال ۹۵ انجام شد.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره پایه در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی (٪)

Table 1. Ingridients and chemical composition (%) of basal diet at starter, grower, and finishing periods

اقلام خوراکی	آغازین (۱۰-۱)	رشد (۲۴- ۱۱)	پایانی (۴۲-۲۵)
ذرت	۴۹/۵۰	۵۳/۰۰	۵۸/۶۰
کنجاله سویا(۴۵٪ پروتئین خام)	۳۶/۰۰	۳۴/۰۰	۲۸/۰۰
روغن سویا	۳/۷۰	۴/۰۰	۴/۵۰
گلوتن ذرت (۶۰٪ پروتئین خام)	۳/۳۰	۱/۸۰	۲/۰۰
دی کلسیم فسفات[1]	۱/۸۰	۱/۶۵	۱/۴۵
سنگ آهک[2]	۱/۱۰	۱/۰۰	۰/۹۵
نمک	۰/۳۰	۰/۲۳	۰/۲۷
بی کربنات سدیم	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۲۳
مکمل ویتامینه[3]	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۵
مکمل معدنی[4]	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۵
ال- لیزین	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۷
ال-ترئونین	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵
دی- ال متیونین	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۸
جمع کل*	۹۷/۰۰	۹۷/۰۰	۹۷/۰۰
انرژی قابل متابولیسم Kcal/Kg	۲۸۸۰/۰۰	۲۹۳۰/۰۰	۳۰۳۵/۰۰
پروتئین	۲۲/۰۰	۲۰/۵۰	۱۸/۴۰
نسبت انرژی به پروتئین	۱۳۰/۴۵	۱۴۹/۰۰	۱۶۵/۰۰
اسید لینولئیک	۳/۰۰	۳/۲۰	۳/۳۰
الیاف خام	۳/۳۰	۳/۴۰	۳/۳۰
کلسیم	۰/۹۸	۰/۹۰	۰/۸۰
فسفر قابل دسترس	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۴۰
سدیم	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۸
کلراید	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۰
پتاسیم	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۴
تعادل الکترولیتی(meq/kg)[5]	۲۳۴/۰۰	۲۳۸/۰۰	۲۳۶/۰۰
لیزین	۱/۳۹	۱/۲۸	۱/۱۵
متیونین	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۵۹
متیونین+ سیستین	۱/۰۱	۰/۹۵	۰/۹۰
ترئونین	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۷۷
آرژنین	۱/۴۲	۱/۳۳	۱/۱۶
تریپتوفان	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۳

۱- دی کلسیم فسفات حاوی ۱۸ درصد فسفر و ۲۱ درصد کلسیم می‌باشد. ۲- کربنات کلسیم محتوی ۳۸ درصد کلسیم است. ۳- مکمل ویتامینه مورد استفاده مقادیر فوق را در هر کیلوگرم جیره فراهم می‌کند: ویتامین TA ۱۱۰۰۰IU: ویتامین D_3، ۲۴۰۰IU: ویتامین E، ۲۲ میلی‌گرم ویتامین B12، ۰/۰۱۸ میلی‌گرم: ویتامین K، ۳/۰ میلی‌گرم: تیامین (B1)، ۲/۵ میلی‌گرم: کولین، ۱۶۰۰ میلی‌گرم: فولیک اسید، ۲/۰ میلی‌گرم: بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم: ریبوفلاوین، ۷/۵ میلی‌گرم، ۴- مکمل معدنی مورد استفاده مقادیر فوق را در هر کیلوگرم جیره فراهم می‌کند: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم: روی، ۱۱۰ میلی‌گرم: آهن،۲۰ میلی‌گرم: مس، ۱۶ میلی‌گرم: سلنیوم، ۰/۳ میلی‌گرم: ید، ۱/۲ میلی‌گرم. ۵- تعادل الکترولیتی جیره (DEB(Na+K-Cl *- سه درصد از وزن جیره‌ها به به الیاف مورد استفاده اختصاص یافت.

1- Nutrient Requirements of Poultry

2- American Society of Agricultural Engineers

برای تعیین اندازه ذرات الیاف از روش جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا، ASAE (۳) استفاده شد. که ازسه الک و به ترتیب ازبالا به پایین با کاهش نزولی، و با قطر منافذ ۳/۳۵، ۱/۶۸و ۱/۱۸ میلی‌متر استفاده شد که بر روی یک سینی زیرین قرار گرفته بودند، دراین پژوهش برای تعیین اندازه ذرات الیاف مورد استفاده ابتدا مقدار مشخصی از الیاف مورد نظر آماده شده برای تغذیه جوجه‌ها پس از اندازه‌گیری دقیق وزن نمونه بر روی الک بالایی قرار گرفت، سپس کلیه این الک‌ها با هم و به صورت افقی در سطح یک صفحه صاف و صیقلی مطابق با روش توصیه شده (در ۸ جهت که بعد از ۵ بار حرکت در طول ۱۷ سانتی‌متر ۹۰ درجه چرخانده می‌شود) حرکت داده شد، بعد از آن مقدار الیاف باقی مانده بر روی هر کدام از آن‌ها و هم‌چنین مقدار باقی‌مانده بر روی سینی زیرین به طور دقیق وزن‌کشی شد و سپس با کمک نرم‌افزار مربوطه، میانگین هندسی ذرات الیاف (GMD)[1]، تعیین شد (۳). برای اندازه‌گیری قابلیت هضم مقدار ۳ درصد از هر یک از الیاف مورد آزمایش با دو اندازه ذرات (میانگین هندسی یک و دو میلی‌متر)، به جیره پایه اضافه شد و در قالب ۵ تیمار و ۴ تکرار برای هر تیمار آزمایش انجام شد. در جیره‌های آزمایشی از ۰/۳ درصد اکسید کرومیک به‌عنوان نشانگر استفاده شد. پرندگان درروز ۲۸ پرورش و ۷۲ ساعت قبل از شروع آزمایش به قفس‌های آزمایشی انتقال داده شدند. جوجه‌ها با جیره حاوی نشانگر اکسید کرومیک به مدت چهار روز خوراک‌دهی شده و ۲۴ ساعت پس از شروع تغذیه سه روز جمع آوری فضولات صورت گرفت. فضولات هر ۱۲ ساعت به طور کامل جمع‌آوری و نمونه‌گیری شد، سپس نمونه‌های اخذ شده در هر مرحله در آون ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند (۲۹). این نمونه‌های خشک شده در طی سه روز نمونه‌برداری از هر تیمار به طور جداگانه با هم مخلوط و نمونه نهایی گرفته شده از هر تیمار به همراه نمونه‌هایی که از جیره‌های آزمایشی گرفته شد برای تعیین مواد مغذی (ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام) به آزمایشگاه ارسال شد، برای اندازه‌گیری ماده آلی نمونه‌ها درون کوره با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت سوزانده شد. پروتئین خام نمونه‌ها توسط دستگاه کلدال و با روش AOAC[2] اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که غلظت اکسیدکروم نیز در فضولات و جیره بر اساس روش فنتون (۱۹۷۹) مشخص شد (۸)، سپس با کمک معادله زیر قابلیت هضم هر یک از مواد مغذی مورد آزمایش تعیین گردید (۲۵).

قابلیت هضم مواد مغذی = ۱۰۰ [۱ − (غلظت ماده مغذی در فضولات/ غلظت مارکر در جیره) / (غلظت ماده مغذی در جیره/ غلظت مارکر در فضولات)]

برای شمارش باکتری‌های موجود در سکوم جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار یک قطعه خروس (در مجموع ۳۶ قطعه) با شرایط نزدیک به میانگین وزنی گروه انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند و از محل اتصال سکوم به راست روده نمونه مواد هضمی اخذ و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. محتویات گوارشی سکوم بلافاصله پس از کشتار جمع‌آوری شد. برای جداسازی و شمارش فلور میکروبی روده، یک گرم نمونه تازه گوارشی در هر بخش در شرایط کاملاً استریل و با محلول رقیق (ADS) در نسبت ۱ به ۱۰ تحت شرایط بی‌هوازی با CO2 مخلوط شد. رقت بیشتر در ADS برای شمارش باکتری‌های بی‌هوازی انجام شد. غلظت‌های اولیه در ADS به صورت مرحله‌ای در محلول بافر فسفات نمکی برای شمارش باکتری‌های هوازی رقیق شد (۳۸). رقیق سازی با ضریب رقت ۱۰ تا آماده‌سازی رقت‌های 10^{-5}، 10^{-7} و 10^{-9} برای نمونه‌های سکوم ادامه یافت (۱۸)، سپس از محیط کشت MRS، برای اندازه‌گیری جمعیت *لاکتوباسیلوس‌ها و از محیط کشت کروم‌آگار* برای اندازه‌گیری جمعیت *کلی فرم‌ها* و *اشریشیاکلی* استفاده شدند. ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت تهیه شده با آب مقطر از محتویات روده، بر روی محیط کشت به‌طور سطحی پخش شد. نمونه‌های اخیر در جار هوازی و در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند (۲۷). پس از انکوباسیون، کلنی‌ها شمارش شده، در عکس رقت مورد استفاده ضرب و سپس لگاریتم آن‌ها محاسبه تا لگاریتم تعداد کلنی در واحد وزن (log cfu/g) به دست آمد. برای اندازه‌گیری پارامترهای روده باریک، در ۴۲ روزگی از هر تکرار دو قطعه خروس (در مجموع ۷۲ قطعه) با شرایط نزدیک به میانگین وزنی گروه انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند. پس از باز کردن حفره شکمی قسمت‌های دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم روده باریک تفکیک و پس از شستشو با سرم فیزیولوژیک، با محلول فرمالین۱۰ درصد تثبیت شد. پاساژ بافت شامل سه مرحله آبگیری، شفاف‌سازی و آغشته‌گری نمونه‌ها است که به ترتیب با الکل، گزیلن و پارافین مذاب انجام شد. پس از قالب‌گیری نمونه‌ها، برش‌هایی از بافت‌های مورد نظر تهیه شد و برای رنگ‌آمیزی از روش *هماتوکسیلین و ائوزین* استفاده شد، در نهایت ارتفاع پرز، ضخامت پرز، عمق و قطر کریپت با میکروسکوپ الکترونی اندازه‌گیری شد. ارتفاع پرز از نوک پرز به محل اتصال پرز_کریپت اندازه‌گیری شد. عمق کریپت به عنوان عمق پیچ‌خوردگی بین پرزهای مجاور تعریف شد (۳۷). برای اندازه‌گیری آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز، لیپاز و پروتئاز) با اخذ محتویات بخش دئودنوم فعالیت آنزیم‌های گوارشی آمیلاز (۳۳)، لیپاز (۳۶) و پروتئاز (۲۱) اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست آمده با روش فاکتوریل۲×۴ و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۸) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن (۷)، در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ انجام شد.

مدل آماری طرح به این ترتیب است:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)ij + \varepsilon_{ij}$$

که در این مدل μ: میانگین جمعیت، αi: اثر منبع الیاف: βj: اثر اندازه ذرات منبع الیاف، αβij: اثر متقابل منبع و اندازه ذرات الیاف، εijk: اثرخطای آزمایش هستند.

1- Geometric Mean Diameter

2- Official methods of analysis of AOAC International

نتایج و بحث

افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی

اثر منبع الیاف بر وزن بدن در دوره‌های آغازین (P=۰/۰۰۹۹) و پایانی (P=۰/۰۰۱۳) معنی‌دار بود. بیشترین وزن بدن در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی پوسته جو با اندازه ذرات درشت و سپس در گروه شاهد بدون الیاف مشاهده شد و کمترین وزن بدن در جوجه‌هایی مشاهده شد که با پوسته برنج تغذیه شده بودند. هم‌چنین اثر منبع الیاف بر افزایش وزن روزانه در دوره‌های آغازین (P=۰/۰۱۰۱)، پایانی (P=۰/۰۰۰۲) و کل دوره پرورش (P=۰/۰۰۱۳)، معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج با یافته‌های گونزالس آلوارادو و همکارن (۹) و جیمنز مورنو و همکاران (۱۶) که از پوسته یولاف، پوسته سویا و پوسته نخود به عنوان منبع الیاف استفاده کردند مطابقت داشت. اثر اندازه ذرات بر افزایش وزن روزانه تنها در دوره پایانی معنی‌دار بود. اثرات متقابل اندازه ذرات و منبع الیاف بر افزایش وزن روزانه در دوره رشد (P=۰/۰۱۷۲) و پایانی (P=۰/۰۵۳۲) معنی‌دار بود. اثر منبع الیاف بر مقدار مصرف خوراک در دوره‌های آغازین (P=۰/۰۱۴۳)، پایانی (P=۰/۰۰۰۵) و کل دوره پرورش (P=۰/۰۲۲۹) معنی‌دار و در دوره رشد (P=۰/۰۷۲۴) تمایل به معنی‌دار شدن داشت (جدول ۲). سویه‌های کنونی جوجه‌های گوشتی دارای ظرفیت بالایی برای مصرف خوراک هستند، آن‌ها ممکن است رقت بالاتر جیره را متعاقب افزودن الیاف بپذیرند، با این‌حال محققان نشان دادند که استفاده از مقادیر متوسط الیاف نامحلول در جیره‌های غذایی مصرف اختیاری خوراک را در جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۱۶). این محققین هم‌چنین اثرات رقیق کردن جیره جوجه‌های گوشتی را با افزایش سطح پوسته نخود از صفر تا ۷/۵ درصد را مورد مطالعه قرار دادند، افزودن تا ۵ درصد پوسته نخود صفات عملکردی مورد مطالعه را بهبود بخشید اما هنگامی‌که ۷/۵ درصد پوسته نخود به جیره اضافه شد مزایای استفاده از الیاف ناپدید شد (۱۶).

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 2. Effects of experimental treatments on broilers performance in different periods of the experiment

منبع الیاف	تیمارهای آزمایشی								خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری		
اندازه ذرات الیاف	شاهد	پوسته سویا		پوسته برنج		پوسته جو		پوسته ذرت				
		ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت		منبع الیاف	اندازه ذرات	اثرمتقابل
وزن بدن (گرم) آغازین (۱۴روزگی)	۴۰۷/۳۳^{c}	۴۱۰/۳۳^{bc}	۴۱۲/۵۰^{bc}	۴۲۶/۶۶^{ab}	۴۳۵/۵۰^{a}	۴۲۷/۱۶^{ab}	۴۲۹/۳۳^{ab}	۴۳۷/۶۶^{a}	۴۱۹/۱۶^{abc}	۱/۹۷۸	۰/۰۰۹۹	۰/۷۵۳۰	۰/۱۳۷۹
رشد (۲۸روزگی)	۱۴۹۵/۵۰	۱۴۷۹/۵۰	۱۴۷۱/۴۶	۱۴۷۲/۶۶	۱۴۶۹/۳۳	۱۴۷۸/۳۳	۱۴۷۶/۶۶	۱۴۷۹/۱۶	۱۴۹۱/۵۰	۳/۴۹۳	۰/۳۰۰۱	۰/۳۰۹۶	۰/۲۹۸۳
پایانی(۴۲روزگی)	۳۰۲۰/۴۰^{ab}	۲۹۴۶/۰۰^{bcd}	۲۹۷۰/۶۶^{bcd}	۲۹۲۶/۸۳^{cd}	۲۸۹۸/۳۹^{d}	۲۹۸۲/۳۳^{bc}	۳۰۶۵/۱۷^{a}	۲۹۵۶/۱۶^{bcd}	/۰۹^{bcd} ۲۹۷۵	۸/۱۸۲	۰/۰۰۱۳	۰/۱۶۹۷	۰/۱۸۵۵
افزایش وزن (گرم در روز)													
آغازین (۱-۱۴روزگی)	۲۹/۱۰^{c}	۲۹/۳۱^{bc}	۲۹/۴۶^{bc}	۳۰/۴۷^{ab}	۳۱/۱۱^{a}	۳۰/۵۱^{ab}	۳۰/۶۶^{ab}	۳۱/۲۶^{a}	۲۹/۹۴^{abc}	۰/۱۴۱	۰/۰۱۰۱	۰/۷۵۴۵	۰/۱۳۸۳
رشد (۱۵-۲۸روزگی)	۷۷/۷۲^{a}	۷۶/۳۶^{abc}	۷۴/۲۱^{d}	۷۴/۷۱^{bcd}	۷۳/۸۴^{d}	۷۵/۰۸^{bcd}	۷۶/۵۹^{ab}	۷۴/۳۸^{cd}	۷۴/۰۹^{d}	۰/۲۱۸	۰/۲۳۱۱	۰/۳۳۸۰	۰/۰۱۷۲
پایانی (۲۹-۴۲روزگی)	۱۰۸/۹۴^{ab}	۱۰۴/۷۵^{bcd}	۱۰۸/۵۱^{ab}	۱۰۳/۸۷^{cd}	۱۰۲/۰۷^{d}	۱۰۵/۵۶^{bcd}	۱۱۲/۴۰^{a}	۱۰۷/۳۸^{bc}	۱۰۷/۷۴^{bc}	۰/۴۳۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۵۳۲
کل دوره (۱-۴۲روزگی)	۷۱/۹۱^{ab}	۷۰/۱۴^{bcd}	۷۰/۷۳^{bcd}	۶۹/۶۹^{cd}	۶۹/۰۰^{d}	۷۰/۳۸^{bcd}	۷۰/۸۳^{bcd}	۷۱/۰۰^{bc}	۷۲/۹۸^{a}	۰/۲۲۳	۰/۰۰۱۳	۰/۱۶۹۶	۰/۱۸۵۵
مصرف خوراک (گرم در روز)													
آغازین (۱-۱۴روزگی)	۳۳/۲۴^{c}	۳۴/۸۳^{abc}	۳۳/۵۹^{bc}	۳۴/۴۵^{abc}	۳۵/۴۳^{a}	۳۵/۹۳^{a}	۳۵/۰۵^{ab}	۳۵/۸۹^{a}	۳۴/۴۰^{abc}	۲/۵۲۲	۰/۰۱۴۳	۰/۰۹۶۲	۰/۱۱۸۰
رشد (۱۵-۲۸روزگی)	۱۱۲/۶۴^{ab}	۱۱۵/۰۹^{a}	۱۱۱/۸۶^{bc}	۱۱۱/۵۱^{bc}	۱۱۰/۳۹^{bc}	۱۱۱/۴۰^{bc}	۱۰۸/۵۸^{c}	۱۰۹/۷۲^{bc}	۱۱۰/۱۳^{bc}	۴/۹۹۰	۰/۰۷۲۴	۰/۰۰۸۲	۰/۰۸۶۸
پایانی (۲۹-۴۲روزگی)	۲۱۹/۵۰^{a}	۲۰۲/۸۶^{d}	۲۰۸/۵۶^{cd}	۲۱۱/۰۰^{bc}	۲۱۰/۰۳^{cd}	۲۰۶/۱۵^{cd}	۲۰۷/۶۲^{cd}	۲۰۹/۶۰^{bcd}	۲۱۸/۸۰^{ab}	۱۰/۰۵۰	۰/۰۰۰۵	۰/۱۷۱۵	۰/۰۲۹۵
کل دوره (۱-۴۲روزگی)	۱۲۰/۵۷^{a}	۱۱۷/۵۹^{c}	۱۱۸/۲۰^{abc}	۱۱۹/۰۰^{ab}	۱۱۹/۴۴^{ab}	۱۱۷/۸۳^{c}	۱۱۷/۰۸^{c}	۱۱۸/۴۱^{abc}	۱۲۱/۱۱^{a}	۱۲/۶۶۶	۰/۰۲۲۹	۰/۷۱۴۶	۰/۰۸۸۴
ضریب تبدیل غذایی (رشد (۱۵- آغازین (۱-۱۴روزگی) ۲۸روزگی)	۱/۱۴	۱/۱۹	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۱۴	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۵	۰/۰۰۵	۰/۲۳۲۸	۰/۰۹۷۷	۰/۱۹۹۶
	۱/۴۵^{cd}	۱/۵۰^{a}	۱/۵۰^{a}	۱/۴۹^{ab}	۱/۴۹^{ab}	۱/۴۸^{ab}	۱/۴۶^{bcd}	۱/۴۷^{abc}	۱/۴۴^{d}	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۵	۰/۱۰۷۰	۰/۲۵۳۶
پایانی (۲۹-۴۲روزگی)	۲/۰۲^{a}	۱/۹۳^{b}	۱/۹۲^{b}	۲/۰۳^{a}	۲/۰۶^{a}	۱/۹۵^{b}	۱/۹۲^{b}	۱/۹۵^{b}	۱/۹۴^{b}	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۰۱	۰/۶۹۴۳	۰/۴۳۴۲
کل دوره (۱-۴۲روزگی)	۱/۶۹^{bc}	۱/۶۸^{cd}	۱/۶۷^{d}	۱/۷۰^{ab}	۱/۷۲^{a}	۱/۶۶^{cd}	۱/۶۵^{d}	۱/۶۷^{cd}	۱/۶۶^{cd}	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۷۵۲	۰/۱۱۷۳

این نتایج مشابه نتایج تحقیقات گونزالس آلوارادو و همکارن (۹) بود، آن‌ها گزارش کردند افزودن ۳ درصد پوسته یولاف یا پوسته سویا به جیره شاهد دارای ۲/۵ درصد الیاف خام موجب افزایش مصرف خوراک، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم تصحیح شده براساس ازت در جوجه‌های جوان ۱۸ روزه شد، اما با نتایج جیمنزمورنو و همکاران (۱۶) و ساکرانی و همکاران (۲۶) که گزارش کرده بودند استفاده از مقادیر متوسط الیاف نامحلول در جیره مصرف اختیاری خوراک را در جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، مغایرت داشت. اثر اندازه ذرات بر مقدار مصرف خوراک تنها در دوره رشد معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۸۲). اثرات متقابل منبع الیاف و اندازه ذرات آن بر مصرف خوراک در دوره پایانی معنی‌دار بود (P=۰/۰۲۹۵). اثر منبع الیاف بر ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد (P=۰/۰۰۰۵)، پایانی (P<۰/۰۰۰۱) و کل دوره پرورش (P<۰/۰۰۰۱)، معنی‌دار بود (جدول۲)، که با نتایج جیمنز مورنو و همکاران (۱۶) مطابقت داشت. کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای حاوی پوسته جو و سپس پوسته ذرت با اندازه ذرات درشت و بیشترین ضریب تبدیل غذایی هم در تیمارهای حاوی پوسته برنج مشاهده شد. عملکرد نامطلوب در تیمار حاوی پوسته برنج را می‌توان به محتوای ترکیبات سیلیس موجود در پوسته برنج مربوط دانست. بهبود صفات عملکردی در اغلب تیمارها به استثناء تیمار حاوی پوسته برنج هنگام استفاده از اندازه ذرات درشت‌تر مشاهده شد. ریز کردن مواد خوراکی می‌تواند ساختار اصلی الیاف و خواص فیزیکوشیمیایی مواد هضمی، نرخ عبور و توسعه دستگاه گوارش را تغییر دهد (۱۵،۲). هتلند و سویهوس (۱۲) گزارش کردند، پوسته یولاف درشت آسیاب شده عبور مواد خوراکی را در مقایسه با پوسته یولاف ریز آسیاب شده افزایش داد. هتلند و همکاران (۱۳) گزارش کردند، اثر تحریک کنندگی ذرات درشت نامحلول بر عملکرد سنگدان، به‌ویژه انقباضات مکرر و قوی و به‌دنبال آن تغییر فشار داخلی مجرای لومن در اثر این انقباضات، سبب افزایش عکس‌العمل‌های غیر ارادی معده و بهبود قابلیت هضم می‌شود. ساکرانی و همکاران (۲۶) گزارش کردند، در صورتی‌که الیاف ریز آسیاب شوند می‌توانند عملکرد سنگدان را مختل و قابلیت هضم مواد مغذی را کاهش دهند. یک سنگدان بزرگ و توسعه یافته وقتی با افزودن الیاف به جیره همراه شود، حرکات دستگاه گوارش را بهبود می‌بخشد، واکنش‌های غیر ارادی معدی- روده‌ای (بخش دئودنوم) را افزایش می‌دهد و رهاسازی کوله‌سیتوکینین را افزایش داده سبب تحریک ترشح آنزیم‌های پانکراس می‌شود (۳۵). ترشح اسید کلریدریک و پپسینوژن در پیش معده وابسته به عملکرد سنگدان به ویژه شدت انقباضات و زمان ماندگاری مواد در سنگدان می‌باشد، این امر می‌تواند بهبود عملکرد متعاقب افزودن الیاف نامحلول به جیره‌ها را توجیه نماید (۳۵). هم‌چنین جیره‌های غنی از الیاف ساختمانی به مدت طولانی‌تری در بخش‌های بالایی دستگاه گوارش باقی مانده و ممکن است به دلیل افزایش عکس‌العمل‌های غیر ارادی معده‌ای_روده‌ای به‌طور کامل‌تری هضم شوند که نهایتاً سبب بهبود عملکرد خواهد شد (۲۶). پژوهشگران دیگری (۱۵) ترشح بیشتر اسید هیدروکلریک و دیگر آنزیم‌های گوارشی را متعاقب افزودن مقادیر متوسط الیاف به جیره‌ها را دلیل افزایش عملکرد جوجه‌های جوان می‌دانند. الیاف نامحلول علاوه بر افزایش فعالیت آسیاب نمودن خوراک در سنگدان باعث اختلاط بهتر خوراک با مایع گوارشی می‌شود (۲۲).

قابلیت هضم

افزودن الیاف تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک نداشت. قابلیت هضم پروتئین خام تحت تأثیر افزودن الیاف قرار گرفت (P=۰/۰۴۹۳) و مقدار آن در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی پوسته ذرت به شکل معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. اثر افزودن الیاف بر قابلیت هضم چربی خام معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰۴)، (جدول۳). بیشترین مقدار قابلیت هضم چربی در تیمارهای تغذیه شده با جیره پایه و پوسته ذرت مشاهده شد و تفاوت آن‌ها با تیمارهای حاوی پوسته جو و برنج معنی‌دار بود. کمترین مقدار قابلیت هضم در ماده خشک، پروتئین و چربی خام در تیمار حاوی پوسته برنج مشاهده شد.

کاهش مقدار قابلیت هضم چربی می‌تواند به تأثیر متقابل بین هضم مواد مغذی و میزان الیاف خام جیره‌ها مربوط باشد. الیاف قادر به جذب اسیدها و نمک‌های صفراوی هستند و بنابراین می‌توانند منجر به کاهش بازجذب آن‌ها از روده و در نتیجه دفع آن‌ها از راه فضولات شوند. اسمیت و همکاران (۳۲) گزارش کردند، هم زمان با افزایش یک درصدی از یک ترکیب الیافی مثل کربوکسی متیل سلولز فعالیت باکتریایی در روده باریک افزایش می‌یابد، هم‌چنین افزایش باکتری‌های متصل شده به اسیدهای صفراوی ممکن است مسئول کاهش تشکیل میسل‌ها در روده باشند، بنابراین قابلیت هضم چربی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. همین محققین بیان کردند، اساسی‌ترین عاملی که سبب کاهش هضم چربی در جیره‌های الیافی می‌شود، قابلیت اتصال الیاف در این نوع جیره‌ها با نمک‌ها و اسیدهای صفراوی و در نهایت محدود کردن و کاهش تشکیل میسل‌ها می‌باشد. این امر منجر به افزایش ترشح این مواد از کلیه از یک سو (مکانیزم فیدبک) و از طرفی افزایش دفع این نمک‌ها از طریق فضولات و کاهش بازجذب آن‌ها در روده می‌شود. مغایر با یافته‌های این آزمایش درباره قابلیت هضم چربی‌ها، هتلند و همکاران (۱۳) گزارش کردند، رقیق نمودن یک جیره کنترل با ده درصد پوسته یولاف مقدار اسیدهای صفراوی را در روده باریک جوجه‌های گوشتی افزایش داد و افزایش غلظت نمک‌ها صفراوی در سنگدان پرندگان سبب انقباضات شدیدتر شده که می‌تواند قابلیت هضم و جذب مواد مغذی را بهبود بخشد، هم‌چنین الیاف خام و به ویژه الیاف خام نامحلول با افزایش میزان اتصال پروتئین‌ها به دیواره سلول‌های گیاهی منجر به کاهش قابلیت هضم این مواد می‌شوند. چات و همکاران (۶)، گزارش کردند، الیاف خام با تحریک جذب باکتریایی منجر به افزایش نیتروژن در فضولات و در نهایت موجب کاهش مقدار اندازه‌گیری شده قابلیت هضم پروتئین‌ها می‌شوند. با افزودن پوسته ذرت و جو به جیره‌ها قابلیت هضم پروتئین نسبت به تیمار تغذیه شده با جیره پایه افزایش یافت و تنها با افزودن پوسته سویا و پوسته

برنج کاهش کمی در مقدار قابلیت هضم پروتئین خام مشاهده شد، بنابراین به‌خصوص در ارتباط با قابلیت هضم پروتیئن خام می‌توان گفت، همان‌طوری‌که در تحقیقات سایر پژوهشگران نیز به آن اشاره شد، زمانی که از جیره‌های حاوی ترکیبات با قابلیت هضم بالا برای جوجه گوشتی استفاده می‌شود، تأثیر باکتری‌های دستگاه گوارش برروی ضرایب قابلیت هضم به حداقل ممکن می‌رسد (۲۴). در پژوهش دیگری که توسط هتلند و سویهوس (۱۲) صورت گرفت گزارش شد، هنگامی‌که پوسته یولاف به جیره اضافه شد قابلیت هضم نشاسته افزایش یافت ولی قابلیت هضم پروتئین، چربی و خاکستر تحت تاثیر قرار نگرفت.

ریخت‌شناسی روده باریک

در بخش دئودنوم روده باریک ارتفاع پرزها (P=۰/۰۲۸۳) و قطر کریپت‌ها (P=۰/۰۰۰۲) تحت تأثیر منبع الیاف مورد استفاده قرار گرفت. در این بخش بیشترین ارتفاع پرز در تیمارهای حاوی پوسته جو و کم‌ترین ارتفاع در گروه شاهد مشاهده شد، در بخش دئودنوم قطر کریپت‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل منبع الیاف و اندازه ذرات الیاف قرار گرفت (P<۰/۰۰۰۱)، هم‌چنین در دئودنوم بیشترین قطر کریپ در تیمار حاوی پوسته برنج درشت و کمترین آن در تیمار حاوی پوسته جو درشت مشاهده شد. در بخش ژوژنوم ارتفاع پرزها (P=۰/۰۱۳۸)، ضخامت پرزها (P=۰/۰۰۰۳)، عمق و قطر کریپت‌ها و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت (P=۰/۰۵)، تحت تأثیر منبع الیاف قرار گرفت، در این بخش ارتفاع پرزها (P=۰/۰۰۲۷) و ضخامت پرزها (P=۰/۰۰۱۴)، تحت تأثیر اثرات متقابل منبع الیاف و اندازه ذرات الیاف قرار گرفت، و بیشترین ارتفاع پرزها در تیمار حاوی پوسته جو مشاهده شد.

در بخش ایلئوم ارتفاع پرز (P<۰/۰۰۰۱)، قطر کریپت‌ها (P=۰/۰۰۰۵)، و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت (P=۰/۰۰۱۶)، تحت تأثیر منبع الیاف قرار گرفت. در ایلئوم ضخامت پرزها و قطر کریپت‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل منبع الیاف و اندازه ذرات الیاف قرار گرفت (P<۰/۰۰۰۱)، (جدول ۴). بیشترین ارتفاع پرز در تیمار حاوی پوسته جو درشت مشاهده شد. با افزودن الیاف به جیره‌ها در بیشتر تیمارها، افزایش ارتفاع پرزها در تمام بخش‌های روده باریک رخ داد. افزایش ارتفاع و ضخامت پرزها و کاهش عمق و قطر کریپت‌ها در تیمارهای حاوی پوسته جو و پوسته ذرت درشت در مقایسه با تیمار حاوی پوست جو ریز مشاهده شد. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت یک شاخص با اهمیت برای تخمین ظرفیت هضم و جذب در روده باریک به شمار می‌آید. در تیمارهای حاوی پوسته ذرت و پوسته جو درشت نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در هر سه بخش دئودنوم، ژوژنوم و ایلئوم بزرگتر بود. اثرات افزودن الیاف به جیره پرندگان بر ریخت شناسی اپی‌تلیال و ترن‌آور سلولی مجاری گوارشی به طور اختصاصی و جزئی مورد مطالعه قرار نگرفته است و پژوهشگران دارای نظرات متفاوتی در باره عوامل آن هستند که از جمله این عوامل می‌توان به نوع فیبر، سطح فیبر، ایجاد یا عدم ایجاد ویسکوزیته در دستگاه گوارش، سن پرنده و هم‌چنین ترکیب جیره پایه و در نهایت پاسخ مخاط اپی‌تلیال به عوامل نامبرده اشاره کرد. مطابق با نتایج این پژوهش، جیمنز مورونو و همکاران (۱۶)، بهبود در ارتفاع پرزها و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت را در جوجه‌های گوشتی ۱۵ روزه با افزودن ۲/۵ درصد پوسته نخود فرنگی به جیره را گزارش کردند، اما افزایش بیشتر تا سطح ۷/۵ درصد نتایج متفاوت و متضادی را به دنبال داشت. نتایج مشابهی هم توسط اسکلان و همکاران (۳۰)، گزارش شد. نتایج این آزمایش مغایر با یافته‌های کالمندال و همکاران (۱۹) بود که یک کاهش خطی در ارتفاع پرزها را به‌دنبال افزایش سطح الیاف تأمین شده از کنجاله آفتابگردان گزارش کردند.

شمارش باکتری‌های سکوم

اثر منبع الیاف بر جمعیت باکتری‌های *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی* معنی‌دار نبود، درصورتی‌که جمعیت باکتری‌های *کلی‌فرم* (P=۰/۰۰۷۲) و *اشریشیاکلی* (P=۰/۰۰۰۴) تحت تأثیر اندازه ذرات الیاف قرار گرفت. جمعیت این باکتری‌ها در تیمارهای با الیاف درشت کاهش یافت، و این کاهش در تیمارهای حاوی پوسته جو و پوسته ذرت بیشتر و تفاوت آن‌ها نیز با دیگر تیمارها معنی‌دار بود. اثر منبع الیاف بر جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰۵). بیشترین جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* در تیمارهای حاوی الیاف ذرت و جو مشاهده شد و تفاوت آن‌ها با سایر تیمارها معنی‌دار بود. جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* تحت تأثیر اندازه ذرات الیاف قرار نگرفت (جدول۵). شرایط بیوشیمیایی شیرابه گوارشی در نتیجه ترکیب خوراک مصرفی شکل می‌گیرد و پاسخ‌های فیزیولوژیک پرنده تحت تأثیر در دسترس بودن سوبسترا و غلظت آن تغییر می‌یابد (۵). درجه حلالیت، توانایی تخمیر و ویسکوزیته سه عامل مهم و تعیین کننده خصوصیات فیزیکوشیمیایی بخش الیافی خوراک‌ها هستند که رشد و توزیع جمعیت میکروبی مستقر در مجاری گوارشی را تعیین می‌کنند (۵). مطابق با نتایج حاصل از این پژوهش جورجنسن و همکاران (۱۱)، گزارش کردند که افزودن یک منبع الیاف نامحلول مانند پوسته یولاف به جیره‌ها سبب بهبود عملکرد سنگدان و کاهش pH محتوای سنگدان در پرنده شده و ممکن است فعالیت مکانیکی سطوح مخاطی را افزایش دهد، بنابراین شانس باکتری‌هایی نظیر کلستریدیوم برای چسبیدن به سطح مخاطی مجاری گوارشی کاهش می‌یابد. جیمنز مورنو و همکاران (۱۷) گزارش کردند، رقیق‌سازی جیره کنترل با پنج درصد پوسته یولاف جمعیت باکتریایی *کلستریدیوم پرفریجنس* و *انتروباکتریا* و *اشریشیاکلی* را کاهش داده و سبب افزایش جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* شد.

آنزیم‌های گوارشی

اثر منبع، اندازه ذرات الیاف و اثر متقابل آن‌ها بر هیچ یک از آنزیم‌های گوارشی معنی‌دار نبود (جدول ۶). هتلند و همکاران (۱۳) گزارش کردند، افزودن پوسته یولاف به جیره پرندگان گوشتی سبب افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز و هم‌چنین غلظت نمک‌های صفراوی در شیرابه گوارشی و نهایتاً سبب بهبود قابلیت هضم ایلئومی نشاسته می‌شود. اثر افزایش مقدار الیاف جیره بر ترشح آنزیم و قابلیت هضم مواد مغذی در پرندگان هنوز مورد بحث است. الیاف خوراک اثر سایندگی بر دیواره روده دارند که موجب افزایش جدا شدن سلول‌های داخلی دیواره روده می‌شوند، در شرایط آزمایشگاهی و در

انسان‌ها الیاف موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های پانکراس می‌گردد (۲۰). در مطالعاتی که در ارتباط با مصرف الیاف در تغذیه توسط انسان و جوجه‌های گوشتی انجام شد، اثرات متفاوتی را در این دو گونه داشت و در جوجه‌های گوشتی سبب بهبود استفاده از مواد مغذی شد (۴). آمرا و همکاران (۱)، گزارش کردند افزودن ۶ درصد تراشه چوب به یک جیره حاوی کنجاله گندم و سویا قابلیت هضم ایلئومی نشاسته را از ۹۸/۵ به ۹۹/۴ درصد افزایش داد. در آزمایشات دیگری که توسط همین پژوهشگران در ارتباط با تأثیر افزودن پوسته جو به جیره و ارتباط با آن با وزن پانکراس و فعالیت آمیلاز در حضور اسیدهای صفراوی در ژوژنوم انجام شد، که بر طبق آن افزودن ده درصد پوسته جو به جیره جوجه‌های گوشتی تأثیری بر وزن پانکراس نداشت، اما تولید آمیلاز را افزایش داد. الیاف سبب کاهش *PH* سنگدان می‌شوند که این امر می‌تواند فعالیت پپسین را بهبود بخشد (۱۳). در این پژوهش مشاهده شد، افزودن الیاف پوسته جو به مقدار ۳ درصد با اندازه ذرات درشت به جیره جوجه‌های گوشتی بر پایه ذرت و سویا عملکرد سنگدان را بهبود بخشید، فیزیولوژی روده پرنده را با افزایش طول پرزها، کاهش عمق کریپت‌ها و افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تحت تأثیر قرار داد و جمعیت باکتری‌های مفید (*لاکتوباسیل‌ها*) را افزایش داد. اثرات سودمند افزودن الیاف به جیره با توجه به نوع و خصوصیات فیزیک و شیمیایی الیاف مورد استفاده متفاوت بود. در این پژوهش بهترین عملکرد با افزودن ۳ درصد پوسته جو با اندازه ذرات درشت به جیره پایه حاصل شد و با تفاوت کمی در عملکرد، نتایج مشابهی نیز با افزودن ۳ درصد پوسته ذرت به‌دست آمد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده به جای استفاده از واژه الیاف خام در مفهوم کلی آن در تنظیم جیره‌ها، بیشتر بر قابل انحلال و قابل تخمیر بودن آن توجه شود و تأکیدمان را از غلظت الیاف به سوی کاربردهای فیزیولوژیک الیاف ببریم، زیرا هر یک از انواع الیاف نقش خاصی ایفاء می‌کنند و این نقش بر اساس سن و شرایط حیوان متفاوت است

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین و چربی خام (درصد)

Table 3. Effects of experimental treatments on dry matter, crud protein and ether extract digestability

ترکیب شیمیایی (درصد)	جیره پایه	پایه+ ۳٪ پوسته ذرت	پایه+ ۳٪ پوسته جو	پایه+ ۳٪ پوسته سویا	پایه+ ۳٪ پوسته برنج	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری منبع الیاف	احتمال معنی‌داری اندازه ذرات	احتمال معنی‌داری اثرمتقابل
ماده خشک	۸۴/۳۴	۸۴/۲۰	۸۴/۰۳	۸۴/۰۷	۸۳/۸۵	۰/۰۱۰	۰/۶۱۱۳	۰/۳۴۱۲	
پروتئین خام	۷۵/۲۸^{D}	۷۶/۲۵^{a}	۷۵/۷۵^{aD}	۷۵/۰۹^{D}	۷۵/۰۷^{D}	۰/۱۳۱	۰/۰۴۹۳	۰/۵۰۰۹	
چربی خام	۸۶/۸۰^{a}	۸۶/۰۹^{a}	۸۵/۱۶^{D}	۸۴/۶۷^{Dc}	۸۴/۲۴^{c}	۰/۱۲۲	۰/۰۰۰۴	۰/۲۰۵۴	

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

جدول ۴- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع و ضخامت پرز، عمق و قطر کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در بخش‌های دئودنوم، ژوژنوم و ایلئوم روده باریک جوجه‌ها در سن۴۲ روزگی (میکرومتر)

Table 4. Effects of experimental treatments on height and thickness of villus, depth and diameter of the crypt and the ratio of villus height to depth of crypt in at 42d of age

منبع الیاف	شاهد	تیمارهای آزمایشی				خطای استاندارد میانگین		احتمال معنی داری		
		پوسته سویا		پوسته برنج		پوسته جو		پوسته ذرت		
اندازه ذرات الیاف		ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت	منبع الیاف	اندازه ذرات	اثرمتقابل
اندازه‌های دئودنوم												
ارتفاع پرز	۱۴۱۸/۱۹^{b}	۱۵۷۷/۳۱^{ab}	۱۴۰۳/۶۰^{b}	۱۵۵۳/۳۷^{ab}	۱۵۷۳/۶۱^{ab}	۱۷۰۹/۲۷^{a}	۱۷۴۲/۱۴^{a}	۱۵۲۹/۷۴^{ab}	۱۶۳۷/۹۶^{a}	۲۱/۵۹۴	۰/۰۲۸۳	۰/۱۲۵۲	۰/۱۲۶۲
ضخامت پرز	۱۶۱/۴۱	۱۹۳/۸۱	۱۹۲/۱۳	۱۷۴/۶۶	۲۰۸/۴۷	۱۶۹/۹۶	۲۱۷/۸۲	۱۵۲/۳۰	۲۰۰/۰۶	۷/۱۱۵	۰/۸۳۲۶	۰/۰۴۵۳	۰/۶۲۸۳
عمق کریپت	۳۱۰/۲۱^{ab}	۳۸۸/۵۱^{a}	۳۱۷/۹۹^{ab}	۳۴۱/۷۲^{ab}	۳۰۲/۵۳^{ab}	۳۶۲/۹۴^{ab}	۳۰۱/۵۹^{ab}	۳۴۶/۹۱^{ab}	۲۷۴/۲۰^{b}	۹/۷۲۲	۰/۵۱۱۷	۰/۰۰۶۲	۰/۹۳۳۵
قطر کریپت	۳۹/۶۹^{b}	۲۹/۰۶^{bc}	۲۸/۷۶^{bc}	۳۳/۱۱^{bc}	۴۸/۴۰^{a}	۳۹/۹۳^{bc}	۲۲/۶۰^{c}	۳۶/۳۶^{bc}	۲۵/۰۳^{bc}	۱/۶۱۱	۰/۰۰۰۲	۰/۵۰۰۷	<۰/۰۰۰۱
ارتفاع پرز به عمق کریپت	۴/۵۹^{ab}	۴/۴۳^{b}	۴/۴۶^{b}	۵/۱۳^{ab}	۵/۳۲^{ab}	۴/۷۴^{ab}	۵/۶۷^{ab}	۴/۴۲^{b}	۶/۱۲^{a}	۰/۱۶۳	۰/۲۹۸۳	۰/۰۵۰۰	۰/۳۲۲۹
اندازه‌های ژوژنوم													
ارتفاع پرز	۱۰۲۳/۳۰^{bc}	۱۱۶۴/۰۰^{ab}	۸۷۵/۲۰^{c}	۱۰۵۰/۹۰^{bc}	۱۲۴۶/۶۰^{ab}	۱۲۷۷/۵۰^{a}	۱۳۳۱/۱۰^{a}	۱۱۳۵/۹۰^{ab}	۱۱۸۴/۶۰^{ab}	۲۴/۰۳۸	۰/۰۱۳۸	۰/۱۴۱۲	۰/۰۰۲۷
ضخامت پرز	۱۷۲/۱۴^{a}	۱۵۸/۷۶^{ab}	۱۰۶/۶۷^{d}	۱۰۹/۳۲^{d}	۱۲۵/۵۲^{cd}	۱۵۱/۲۱^{abc}	۱۸۰/۰۷^{a}	۱۴۰/۵۳^{bc}	۱۵۴/۶۶^{abc}	۳/۲۸۰	۰/۰۰۰۳	۰/۸۰۰۶	۰/۰۰۱۴
عمق کریپت	۳۰۲/۷۵^{a}	۲۱۸/۷۸^{bc}	۲۳۲/۴۶^{bc}	۲۶۳/۳۷^{ab}	۲۴۷/۹۹^{abc}	۲۱۰/۷۲^{bc}	۱۹۹/۲۳^{c}	۲۱۳/۶۲^{bc}	۲۰۳/۰۳^{bc}	۶/۵۲۶	۰/۰۵۰۲	۰/۶۴۵۳	۰/۸۶۳۱
قطر کریپت	۳۶/۸۲^{ab}	۳۰/۷۲^{abcd}	۲۰/۸۲^{d}	۳۲/۹۱^{abc}	۲۴/۳۲^{bcd}	۲۶/۹۹^{abcd}	۲۱/۰۹^{d}	۳۸/۵۸^{a}	۲۱/۴۶^{cd}	۱/۲۹۶	۰/۰۵۲۰	۰/۰۰۰۶	۰/۵۴۳۴
ارتفاع پرز به عمق کریپت	۴/۵۷^{ab}	۵/۳۶^{ab}	۳/۶۱^{b}	۴/۸۲^{ab}	۴/۹۵^{ab}	۴/۸۰^{ab}	۵/۸۲^{a}	۵/۱۹^{ab}	۵/۰۵^{ab}	۰/۲۰۱	۰/۰۵۰۰	۰/۶۷۴۰	۰/۱۶۲۸
اندازه‌های ایلئوم													
ارتفاع پرز	۶۰۶/۸۱^{b}	۶۵۵/۶۶^{b}	۶۵۸/۲۹^{b}	۶۶۷/۴۶^{b}	۶۱۴/۶۲^{b}	۸۷۶/۴۵^{ab}	۹۷۴/۲۵^{a}	۹۵۲/۰۲^{a}	۹۲۵/۵۲^{a}	۱۳/۱۷۸	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۵۱۸	۰/۲۶۹۷
ضخامت پرز	۱۱۲/۸۲^{c}	۱۰۳/۲۲^{c}	۲۲۰/۶۵^{a}	۱۸۸/۲۸^{ab}	۱۱۵/۷۸^{c}	۱۲۱/۶۹^{c}	۱۸۹/۱۵^{ab}	۱۳۸/۶۹^{bc}	۱۹۶/۴۲^{a}	۵/۸۹۵	۰/۸۲۲۳	۰/۰۰۲۱	<۰/۰۰۰۱
عمق کریپت	۱۷۷/۵۳	۱۶۲/۱۳	۱۹۶/۴۱	۱۹۲/۲۲	۱۷۷/۹۸	۱۹۰/۱۶	۱۶۰/۲۹	۱۸۸/۰۷	۱۶۴/۴۸	۶/۴۹۸	۰/۹۵۶۸	۰/۵۳۷۷	۰/۳۷۴۴
قطر کریپت	۳۶/۰۶^{b}	۲۶/۰۰^{bc}	۴۹/۳۰^{a}	۲۸/۹۷^{bc}	۲۵/۲۱^{bc}	۵۲/۱۳^{a}	۲۳/۹۸^{bc}	۲۴/۵۰^{bc}	۲۱/۵۴^{c}	۱/۳۲۶	۰/۰۰۰۵	۰/۴۶۶۹	<۰/۰۰۰۱
ارتفاع پرز به عمق کریپت	۳/۵۱^{b}	۴/۱۱^{b}	۳/۶۰^{b}	۳/۵۸^{b}	۳/۴۳^{b}	۴/۷۹^{ab}	۶/۲۲^{a}	۵/۲۳^{ab}	۶/۰۹^{a}	۰/۱۹۸	۰/۰۰۱۶	۰/۳۱۶۴	۰/۳۵۵۰

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد باکتری‌های سکوم (LOG10CFU/g) جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی
Table 5. Effects of experimental treatments on the number of cecal bacteria (LOG10CFU/g) at 42d of age

منبع الیاف	شاهد	تیمارهای آزمایشی								خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری		
		پوسته سویا		پوسته برنج		پوسته جو		پوسته ذرت			منبع الیاف	اندازه ذرات	اثرمتقابل
اندازه ذرات الیاف		ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت				
کلی‌فرم	۷/۳۹^{abc}	۷/۵۰^{ab}	۷/۲۴^{abc}	۷/۸۶^{a}	۷/۳۰^{abc}	۷/۸۳^{ab}	۶/۱۱^{c}	۷/۵۱^{ab}	۶/۲۵^{c}	۰/۱۵۱	۰/۴۲۱۵	۰/۰۰۷۲	۰/۳۹۴۲
اشریشیاکلی	۷/۷۱^{ab}	۷/۷۲^{ab}	۷/۰۹^{bc}	۷/۳۵^{abc}	۷/۳۰^{abc}	۷/۳۵^{abc}	۶/۵۹^{c}	۷/۹۲^{a}	۶/۷۶^{c}	۰/۰۷۸	۰/۲۴۸۵	۰/۰۰۰۴	۰/۱۳۵۹
لاکتوباسیل	۹/۰۳^{bc}	۸/۶۰^{c}	۸/۱۱^{c}	۸/۷۸^{c}	۸/۸۵^{c}	۱۰/۲۸^{ab}	۱۰/۲۴^{ab}	۱۰/۰۴^{ab}	۱۰/۳۴^{a}	۰/۱۳۴	۰/۰۰۰۵	۰/۴۹۸۷	۰/۹۰۰۳

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند (p< ۰/۰۵)

جدول۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر مقدار آنزیم‌های گوارشی (IU/mg protein) بخش دئودنوم در سن ۴۲ روزگی
Table 6. Effects of experimental treatments on the amount of digestive enzymes in the duodenum section at 42d of age

منبع الیاف	شاهد	تیمارهای آزمایشی								خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری		
		پوسته سویا		پوسته برنج		پوسته جو		پوسته ذرت			منبع الیاف	اندازه ذرات	اثرمتقابل
اندازه ذرات الیاف		ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت	ریز	درشت				
آنزیم آمیلاز	۹/۳۳	۹/۳۴	۹/۴۰	۹/۳۷	۹/۳۸	۹/۳۵	۹/۳۹	۹/۳۸	۹/۳۶	۰/۰۰۵	۰/۵۵۵۶	۰/۰۸۱۴	۰/۱۴۷۴
آنزیم لیپاز	۱۹/۲۹	۱۹/۳۰	۱۹/۲۴	۱۹/۱۴	۱۹/۲۸	۱۹/۱۴	۱۹/۲۱	۱۹/۲۶	۱۹/۲۸	۰/۰۱۳	۰/۱۱۱	۰/۱۱۲۰	۰/۲۴۶۰
آنزیم پروتئاز	۸۸/۳۶	۸۸/۳۷	۸۸/۳۸	۸۸/۳۵	۸۸/۳۶	۸۸/۴۱	۸۸/۳۶	۸۸/۴۰	۸۸/۴۱	۰/۰۰۶	۰/۳۹۵۵	۰/۷۶۱۸	۰/۵۹۱۲

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف دارای تفاوت آماری معنی‌دار می‌باشند (p< ۰/۰۵)

منابع

1. Amerah, A.M., V. Ravindran and R.G. Lentle. 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.
2. Amerah, A.M., V. Ravindran, R.G. Lentle and D.V. Thomas. 2007. Feed particle size: implications on the digestion and performance in poultry. World's Poultry Science, 63: 439-451.
3. American Society of Agricultural Engineers (ASAE). 1983. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving in American Society of Agricultural Engineers Standard: American Society of Agricultural Engineers Yearbook Standards, ASAE, St. Joseph, 319-325 pp.
4. Asp, N.G. 2004. Definition and analysis of dietary fiber in the context of food carbohydrates. Pages 21–26 in Dietary Fibre: Bio-active Carbohydrates for Food and Feed. J. N. van der Kamp,
5. N.G. Asp., J. Miller Jones and G. Schaafsma, ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
6. Bach Knudsen, K.E. 2001. The nutritional significance of ″dietary fibre″ analysis. Animal Feed Science Technology, 90: 3-20.
7. Choct, M., R.J. Hughes, J. Wang, M.R. Bedford, A.J. Morgan and G. Annison. 1996. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the antinutritive activity of nonstarch polysaccharides in chickens. British Poultry Science, 609-621
8. Dunken, D.B. 1995. Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11: 1-42.
9. Fenton, T.W and M. Fenton. 1979. An improved procedure for the determination of chromicoxide in feed and feces. Canadian Journal animal Science, 59: 631-634.
10. González-Alvarado, J.M., E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro and G.G. Mateos.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.
11. González-Alvarado, J.M., E. Jiménez-Moreno, D.G. Valencia, R. Lázaro and G.G. Mateos. 2008. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on development and pH of the gastrointestinal tract of broilers diet based on corn or rice. Poultry Science, 87: 1779-1795.
12. Jorgensen, H., X.Q. Zhao, K.E.B. Knudsen and B.O. Eggum. 1996. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. British Journal Nutrition, 75: 379-395.
13. Hetland, H. and B. Svihus. 2001. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. British Poultry Science, 42: 354-36.
14. Hetland, H., B. Svihus and A. Krögdahl. 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.
15. Jiménez-Moreno, E., J.M. González-Alvarado, A. Coca-Sinova, R. Lázaro and G.G. Mateos. 2009. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. Anim. Feed Science Technology, 154: 93-101.
16. Jiménez-Moreno, E., J.M. González-Alvarado, D. González-Sánchez, R. Lázaro and G.G. Mateos. 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.

17. Jiménez-Moreno, E., S. Chamorro, M. Frikha, H.M. Safaa, R. Lázaro and G.G. Mateos. 2011. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance anddigestive traits of broilers from one to eighteen days of age. Animal Feed Science Technology, 168: 100–112.
18. Jiménez-Moreno, E., C. Romero, J.D. Berrocoso, M. Frikha and G.G. Mateos. 2011. Effects of the inclusion of oat hulls or sugar beet pulp in the diet on gizzard characteristics, apparent ileal digestibility of nutrients, and microbial count in the ceca in 36-day-old broilers reared on floor. Poultry Science, 90-153.
19. Jin, L.Z., Y.W. Ho, N. Abdullah and S. Jalaludin. 1998. Growth performance, Intestinal microbial populations and serum cholesterol of broiler fed diets containing lactobacillus cultures. Poultry Science, 77: 1259-1265.
20. Kalmendal, R., K. Elwinger, L. Holm and R. Tauson. 2011. High fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens. British Poultry Science, 52: 86-96.
21. Kluth, H. and M. Rodehutscord. 2009. Effect of inclusion of cellulose in the diet on the inevitable endogenous amino acid losses in the ileum of broiler chickens. Poultry Science, 88: 1199-1205.
22. Lynn, K.R and N.A. Clevette-Radford. 1984. Purification and characterization of hevin, aserin protease from Hevea brazilliensis Biochemical Journal, 23: 963-964.
23. Mateos, G.G., E. Jiménez-Moreno, M.P. Serrano and R.P. L.zaro. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. Journal Appl. Poultry. Research, 21:156-174.
24. NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy. Press, Washington, DC.
25. Ravindran, V., L. I. Hew, G. Ravindran and W.L. Bryden. 1999. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. British Poultry Science, 40: 266-274.
26. Rodriguez, M.L., L.T. Orti, C. Alzueta, A. Rebole and J. Trevino. 2005. Nutritine value of HighOleic Acid Sunflower Seed for broiler chicks. Journal Poultry Science, 84: 395-402.
27. Sacranie, A., B. Svihus. V. Denstadli, B. Moen, P.A. Iji and M. Chock. 2012. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performanceof broiler chikens. Poultry Science, 91: 693-700.
28. Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18: 566-575.
29. SAS Institute. 2005. SAS/STAT users guide: statistics. Version 9.1.3- portable. SAS institute., Inc Cary, Nc. USA.
30. Scott, T.A. and J.W. Hall. 1998. Using acid insoluble ash marker ratios (Diet: Digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolizable energy and nitrogen retention in broiler chiks. Poultry Science, 77: 674-679.
31. Sklan, D., A. Smirnov and I. Plavnik. 2003. The effect of dietary fiber on the small intestines and apparent digestion in the turkey. British Poultry Science, 44: 735-740.
32. Shakouri, M.D., H. Kermanshahi and M. Mohsenzadeh. 2006. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. Int. Journal Poultry Science, 5: 557-561.
33. Smits, C.H.M., A. Veldman, M.W.A. Verstegen and A.C. Beyman. 1997. Dietary carboxymethylcellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. Journal of Nutrition. Vol, 127: 483-487.
34. Somogyi, M. 1960. Modifications of two methods for the assay of amylase. Clinical chemistry, 6: 23-35.
35. Svihus, B., I. Juvik, H. Hetland and A. Krogdahl. 2004. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. British Poultry Science, 45: 55–60.
36. Svihus, B. and V. Denstadli. 2010. The effect of feeding pattern and diet composition on efficacy of exogenous enzymes. XIIIth European Poultry Conference, 575 pp.
37. Tietz, N.W. and E.A. Fiereck. 1966. A specific method for serum lipase determination. Clinica chemical acta, 13: 352-358.
38. Xia, M.S., C.H. HU and Z.R. XU. 2004. Effect of copper- bearing montmorillonite on growth performance and serum parameters in ducks. Asian- Australia Journal animal Science, 5: 678-684
39. ZU, Z.R., C.H. HU, M. S.Xia, X.A. Zhan and M.Q. Wang. 2003. Effect of dietary fructooligosaccharid on digestive enzayme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. Poultry Science, 82: 1030-1036.

Effects of Different Sources and Particle Size of Dietary Fiber on Performance, Small Intestine Morphology, Secum Bacteria and Digestive Enzymes in Broiler Chickens

Vahid Radmehr[1], Asadollah Teimori Yansari[2] and Mansour Rezaei[3]

1- PhD Student, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (Corresponding author: radmehr41@gmail.com)
2 and 3- Associate Professor and Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: November 15, 2017 Accepted: March 14, 2018

Abstract

In order to evaluate the effects of four sources of fiber (soy bean hulls, corn hull, rice husk and barley husks) with two particle size (with 1 and 2- mmof geometric mean) on performance, nutrient digestibility, small intestine morphology, and secum bacteria in broiler chicken, 540 Ross 308 broiler male chicks from 1 to 42 days were used in a completely randomized design with a factorial arrangement 2×4, with nine treatments (one control treatment), four replications and 15 broilers in each replicate. Weight gain in the starter and finisher periods, feed intake during the finisher and the whole period, and feed conversion ratio in the grower, finisher and the whole period of breeding were affected the entire fiber source. Treatment with coarse barley husk had significantly more weight gain, lower feed intake, and less conversion ratio than other treatments ($P<0.05$). The most feed conversion ratio observed in treatment containing rice husk. Crude protein ($P<0.0493$) and ether extract ($P<0.0004$) digestibility in corn hull diets was higher than other treatments. In duodenum, jejunum and ileum, the highest and lowest villus height were observed in barley husk treatment and control group, respectively ($P <0.05$). The depth of crypt was affected only in the jejunum and crypt diameter in duodenum, jejunum and ileum ($P<0.05$). The number of intestinal Lactobacilos in the chiks fed diets containing corn and barley husk was more than those fed with diets containing soybean hull and rice husk ($P<0.05$). The fibers particle size had significant effect on E.Coli and coliform bacteria ($P<0/007$). However, with adding a fiber source such as barley husk or corn hull, to broiler diets would have beneficial effects in yield, health and welfare of the bird.

Keywords: Fiber, Particle size, Broilers, Weight gain, Feed conversion ratio