



اثر منبع و اندازه ذرات فیبر جیره غذایی بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تخمگذار تجاری

پوریا عزیزی^۱، سودابه مرادی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی
۲- استادیار گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۶)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر منابع و اندازه ذرات فیبر بر عملکرد تولیدی و کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تخمگذار انجام شد. آزمایش با ۳۲۴ قطعه مرغ تخمگذار سویه لوهمن در سن ۲۷ هفتگی با نه تیمار و شش تکرار به ازای هر تیمار به مدت ۱۲ هفته انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: گروه شاهد، دو منبع فیبر (پوسته آفتابگردان و تفاله چغندرقد)، دو سطح فیبر (۲/۵ و ۵ درصد) و دو اندازه ذرات فیبر (ریز، ۲ میلی‌متر و درشت، ۶ میلی‌متر). اثرات اصلی منابع فیبر، سطح فیبر و اندازه ذرات فیبر در کل دوره بر وزن تخم‌مرغ، توده تخم‌مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی، وزن مرغ و مصرف خوراک روزانه معنی‌دار نبود. به کار بردن ۵ درصد پوسته آفتابگردان با اندازه ذرات درشت، وزن و ضخامت پوسته را در مقایسه با گروه کنترل در سن ۳۰ هفتگی کاهش داد ($P < 0.05$). همچنین رنگ زرده در گروهی که ۲/۵ درصد پوسته آفتابگردان با اندازه ریز دریافت کردند کاهش و در ۵ درصد تفاله چغندرقد، در مقایسه با شاهد افزایش یافت ($P < 0.0001$). واحد هاو در پوسته آفتابگردان نسبت به تفاله چغندرقد در سن ۳۸ هفتگی کاهش یافت ($P < 0.05$). افزودن منابع فیبر، pH مدفوع مرغ‌های تخمگذار را نسبت به گروه شاهد افزایش داد ($P < 0.05$). رقیق کردن جیره با پوسته آفتابگردان و تفاله چغندرقد تا سطح ۵ درصد اثر منفی بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخمگذار ندارد، در حالی که باید اثرات آنها بر کیفیت تخم‌مرغ مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فیبر، عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ تخم‌گذار

مقدمه

مقادیر مناسبی از منابع مختلف فیبر در جیره تک-معدله‌ها، موجب بهبود توسعه دستگاه گوارش (González-Alvarado *et al.*, 2007; Hetland and Svihus, 2007)، و افزایش ترشح اسید معده، اسیدهای صفاوی و آنزیم‌ها می‌شود (Svihus, 2011). این تغییرات منجر به بهبود هضم مواد مغذی (Amerah *et al.*, 2009; Rogel *et al.*, 1987)، عملکرد رشد (González-Alvarado *et al.*, 2010; Sklan *et al.*, 2003; Correa-Matos *et al.*, 2003; Perez *et al.*, 2011) و در نهایت رفاه حیوان (Aerni *et al.*, 2000; Van Krimpen *et al.*, 2009) می‌شود. پاسخ به افزودن فیبر در جیره بستگی به منبع فیبر، سطح استفاده، اندازه ذرات فیبر، ویژگی‌های جیره، وضعیت فیزیولوژیکی و سلامت پرنده دارد. ساختار و خواص منابع فیبر بر نرخ عبور، pH مواد هضمی و تولید اسیدهای چرب فرار در بخش‌های مختلف دستگاه گوارش تأثیرگذار است (Montagne *et al.*, 2003).

در مطالعه‌ای، نقش فیبر نامحلول بر فعالیت سنگدان در مرغ‌های تخمگذار مورد بررسی قرار گرفت که طی آن دو آزمایش با جیره‌هایی بر پایه گندم (آزمایش ۱) و یولاف (آزمایش ۲) با و بدون دسترسی به تراشه چوب صورت گرفت. در آزمایش اول، افزایش ۶۰ درصدی وزن سنگدان در مرغ‌هایی که به تراشه چوب دسترسی داشتند نسبت به مرغ‌های بدون دسترسی به تراشه چوب، مشاهده شد، اما با این حال در آزمایش دوم، هیچ اختلاف معنی‌داری میان گروه‌های مختلف مشاهده نشد (Hetland *et al.*, 2005). در بررسی اثر گندم با سلولز و بدون سلولز به صورت تغذیه دو بار در روز، گزارش شد که منبع فیبر تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکردی مرغ‌های تخمگذار ندارد (Traineau *et al.*, 2013). گنجاندن سه منبع فیبر شامل کاه، پوسته آفتابگردان و تفال چغندر قند در سطوح ۲ و ۴ درصد به جیره غذایی پولت‌های تخمگذار از زمان هج تا ۵ هفتگی نشان می‌دهد که مقدار متعادلی از فیبر در جیره باعث بهبود عملکرد پولت‌های تخمگذار می‌شود (Guzmán *et al.*, 2015a). نتایج آزمایش دیگری نشان داد که افزودن منابع فیبر (کاه و تفال چغندر قند) بر عملکرد پولت‌های تخمگذار از زمان هج تا سن ۱۷ هفتگی

اثر معنی‌داری ندارد (Guzmán *et al.*, 2015b). طی آزمایش دیگر، با بررسی اثرات سطوح مختلف فیبر (کاه و تفال چغندر قند) در جیره غذایی دوره پرورش با غلظت‌های مختلف انرژی بر عملکرد و خصوصیات دستگاه گوارش در سنین ۱۷ تا ۴۶ هفتگی نشان داده شد که منابع فیبر، عملکرد مرغ‌های تخمگذار را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (Guzmán *et al.*, 2016). همچنین افزودن فیبر نامحلول سلولز به میزان ۱ درصد سلولز به جیره غذایی پولت‌های تخمگذار در سنین مختلف (۰ تا ۱۰ هفتگی)، تأثیر معنی‌داری بر تغییرات وزن زنده نداشته است (Yokhana *et al.*, 2016). علاوه بر این، گزارش شده است که مرگ و میر مرغ‌های تخمگذار در شرایطی که پرنده‌ها با جیره حاوی سطح بالایی از فیبر غذایی از قبیل جو و کنجاله آفتابگردان، تغذیه می‌شوند نسبت به جیره‌هایی که بر پایه ذرت و کنجاله سویا با پروتئین بالا هستند، کمتر می‌شود (Mateos *et al.*, 2011). برخی منابع فیبر از قبیل سبوس برنج می‌تواند برای افزایش وزن و یکنواخت‌سازی وزن پولت‌ها و بهبود تولید تخم مرغ در مرغ‌های تخمگذار استفاده شود (Incharoen and Maneechote, 2013). اما اطلاعات در زمینه منابع جدید فیبر، سطوح مورد استفاده و اندازه ذرات فیبر در مرغ‌های تخمگذار اندک بوده و نیاز به بررسی و تحقیق بیشتر دارد. لذا در این مطالعه اثرات منبع فیبر شامل پوسته آفتابگردان به عنوان منبع فیبر نامحلول و تفال چغندر قند به عنوان منبع فیبر محلول، سطوح مختلف و اندازه ذرات آنها بر صفات عملکردی، ویژگی‌های کیفی تخم مرغ و pH مدفوع در مرغ‌های تخمگذار تجاری بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منابع مختلف فیبر و تأثیر منابع فیبر و اندازه ذرات فیبر بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ، pH مدفوع با استفاده از مرغ‌های تخمگذار تجاری به مدت ۱۲ هفته از سن ۲۷ تا ۳۸ هفتگی انجام شد. آزمایشات صورت گرفته به وسیله کمیته اخلاق کار با حیوانات دانشگاه رازی تأیید شد. در این تحقیق از ۳۲۴ قطعه مرغ تخمگذار سویه لوهمن (LSL-Lite) در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش آزمایش فاکتوریل با ۹ تیمار و ۶ تکرار و ۶ قطعه مرغ در هر تکرار به مدت ۸۴ روز استفاده شد. تیمارهای

صورت میلی‌لیتر به ازای گرم ماده خشک بیان شد (Valencia, 2006).

در طول ۱۲ هفته دوره آزمایش، تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ به صورت روزانه اندازه‌گیری و درصد تولید تخم‌مرغ بر اساس روز مرغ محاسبه شد. باقیمانده خوراک در پایان هر هفته اندازه‌گیری و مصرف خوراک روزانه هر مرغ و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شد. تمامی مرغ‌ها در ابتدا و انتهای دوره آزمایش وزن‌کشی شدند. صفات مربوط به خصوصیات کیفی دو بار در طول انجام آزمایش در سنین ۳۰ و ۳۸ هفتگی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری کیفیت تخم‌مرغ در هر سن، کل تخم‌مرغ‌های تولیدی در روز آخر هفته (۳۰ و ۳۸ هفتگی) جمع‌آوری شد. تخم‌مرغ‌ها به صورت انفرادی توزین شدند. پوسته از زرده و سفیده جداسازی شد و بعد از اینکه ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد (Grobass, 2001)، توزین شدند. ضخامت پوسته با استفاده از میکرومتر دیجیتالی اندازه‌گیری شد. همچنین رنگ زرده، شاخص شکل تخم‌مرغ (نسبت عرض به طول تخم‌مرغ)، وزن مخصوص، وزن زرده، وزن سفیده و وزن پوسته نیز اندازه‌گیری شد. وزن مخصوص با استفاده از روش غوطه‌ورسازی در محلول آب نمک با غلظت‌های ۱،۰۶۲، ۱،۰۷۰، ۱،۰۸۲، ۱،۰۹۰ و ۱،۱۰۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین شد (Bell, 2003). ارتفاع سفیده غلیظ با استفاده از ارتفاع‌سنج اندازه‌گیری و واحد هاو بر اساس ارتفاع سفیده و وزن تخم‌مرغ محاسبه شد (Huagh, 1937). برای ارزیابی رنگ زرده از شابلون رنگی شرکت رش استفاده شد.

در روز آخر دوره آزمایشی، رول پلاستیکی در زیر قفس‌ها پهن شد و pH فضولات در سه تکرار برای هر واحد آزمایشی، که مجموع دو قفس کنار هم بودند، با استفاده از pH متر دیجیتال (SCT-pH -PEN[®], Scichem Tech[®]، 5) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۴ (SAS, 2014) انجام شد. ابتدا تجزیه داده پرت با رویه GLM انجام شد و سپس تجزیه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. برای تعیین اثرات اصلی منبع فیبر، سطح فیبر و اندازه ذرات از آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ استفاده شد. برای تعیین اختلاف بین گروه شاهد و ۸ تیمار دیگر، داده‌های این ۹ گروه به صورت طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند. برای هر دو تجزیه، رویه

آزمایشی شامل ترکیبی از دو منبع فیبر (پوسته آفتابگردان و تفاله چغندرقتند)، دو سطح فیبر (۲/۵ و ۵ درصد) و دو اندازه ذرات فیبر (۲ میلی‌متر به عنوان اندازه ریز و ۶ میلی‌متر به عنوان اندازه درشت) به علاوه یک گروه کنترل بر پایه ذرت و کنجاله سویا (بدون افزودن منابع فیبر) بودند. جیره پایه بر اساس نیازمندی‌های تغذیه‌ای مرغ تخم‌گذار لوهمن (LSL-Lite) (جدول ۱) تنظیم شد و با منابع فیبر مورد استفاده به میزان ۲/۵ و ۵ درصد رقیق شد. دامنه دمای سالن در روزهای آزمایش ۱۸-۲۳ درجه سانتی‌گراد و برنامه نوری سالن به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت خاموشی اعمال شد. در طول دوره آزمایش، همه مرغ‌ها به خوراک و آب آشامیدنی آزادانه دسترسی داشتند.

ترکیب شیمیایی منابع فیبر و جیره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های متداول (AOAC (2005) اندازه‌گیری و مقدار ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، چربی، فیبر خام تعیین شد. برای تعیین میانگین قطر هندسی ذرات در منابع فیبر و جیره‌های آزمایشی، مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه توزین و با استفاده از شیکر الک‌دار با اندازه مختلف الک با قطر منافذ ۲۰۰، ۱۱۸۰، ۶۰۰، ۳۰۰، ۱۵۰ و ۷۵ میکرومتر به مدت ۱۵ دقیقه الک شد. سپس مقدار باقی‌مانده روی هر الک وزن شد و به صورت نسبتی از کل نمونه اولیه بیان شد. در نهایت میانگین قطر هندسی و انحراف استاندارد هندسی منابع فیبر و جیره‌ها محاسبه شد (ASAE, 1995).

برای تعیین ظرفیت نگهداری آب، یک گرم نمونه خشک شده به مدت ۱۶ تا ۲۴ ساعت در ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر به حالت معلق در آمد و سپس با استفاده از کروسبیل‌های شیشه‌ای فیلتردار، فیلتر شد و پس از ده دقیقه قرار گرفتن نمونه‌های فیلتر شده در هوای آزاد، توزین شدند. ظرفیت نگهداری آب به صورت مقدار آب باقی‌مانده در نمونه و به صورت لیتر در کیلوگرم ماده خشک بیان شد (Giger-Reverdin, 2000).

برای تعیین ظرفیت تورم آب، مقدار یک گرم از هر نمونه در ۱۰ سی‌سی آب مقطر در یک استوانه مدرج خیسانده شد. سپس با استفاده از یک همزن به مدت پنج دقیقه به آرامی با آب مقطر مخلوط شد و بعد از آن به مدت ۱۸ تا ۲۴ ساعت به حالت ساکن در دمای اتاق نگهداری شد و بعد از متعادل کردن نمونه، حجم آن ثبت شده و به -

GLM مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد و سطح احتمال ۰/۰۵ تا ۰/۱ جهت بیان تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج

مقادیر ترکیبات شیمیایی منابع مختلف فیبر مورد استفاده در این آزمایش شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، لیاف خام و خاکستر پوسته آفتابگردان به ترتیب: ۹۴/۲، ۷/۷۲، ۲/۵۸، ۴۰/۵۲ و ۹/۵۸ درصد و تفاله چغندر قند به ترتیب: ۹۳/۸۳، ۷/۶۵، ۲/۱۳، ۱۸/۲۰ و ۵/۲۴ درصد بود. ترکیبات شیمیایی، میانگین قطر هندسی، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم جیره‌های آزمایشی در منابع فیبر و جیره‌های آزمایشی به ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. میانگین قطر هندسی ذرات (میکرومتر)، ظرفیت نگهداری آب (لیتر در کیلوگرم ماده خشک) و ظرفیت تورم (میلی‌لیتر در کیلوگرم ماده خشک) پوسته آفتابگردان با اندازه ریز (الک ۲ میلی‌متر) به ترتیب: ۷۶۱، ۳/۹۶ و ۴/۶۷ و برای اندازه درشت (الک ۶ میلی‌متر) به ترتیب: ۸۵۰، ۴/۰۴ و ۲/۶۷ و در مورد تفاله چغندر قند با اندازه ریز به ترتیب: ۶۴۱، ۴/۸۲ و ۴/۶۷ و اندازه درشت به ترتیب ۶۲۲، ۵/۲۳ و ۵/۲ بود (جدول ۲).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، اثرات اصلی سطوح فیبر (۲/۵ و ۵ درصد) و اندازه ذرات (۲ و ۶ میلی‌متر) پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند بر درصد تولید تخم مرغ، وزن تخم مرغ، توده تخم مرغ، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک روزانه در کل دوره آزمایش معنی‌دار نبود، اگر چه در مقایسه با گروه شاهد، وزن تخم مرغ ($P=0.07$) و ضریب تبدیل خوراک ($P=0.09$) تمایل به معنی‌داری نشان دادند، کمترین وزن تخم مرغ در جیره حاوی ۵ درصد تفاله چغندر قند با اندازه ذرات درشت مشاهده شد. همچنین مرغ‌هایی که جیره رقیق شده با ۲/۵ درصد تفاله چغندر قند با اندازه ذرات درشت دریافت کردند ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند.

افزودن سطوح مختلف پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند به جیره مرغ‌های تخمگذار بر تغییرات وزن بدن در طول دوره آزمایش اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴)، اگر چه اثر اصلی منبع فیبر تمایل به معنی‌داری داشت

GLM مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد و سطح احتمال ۰/۰۵ تا ۰/۱ جهت بیان تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج

مقادیر ترکیبات شیمیایی منابع مختلف فیبر مورد استفاده در این آزمایش شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، لیاف خام و خاکستر پوسته آفتابگردان به ترتیب: ۹۴/۲، ۷/۷۲، ۲/۵۸، ۴۰/۵۲ و ۹/۵۸ درصد و تفاله چغندر قند به ترتیب: ۹۳/۸۳، ۷/۶۵، ۲/۱۳، ۱۸/۲۰ و ۵/۲۴ درصد بود. ترکیبات شیمیایی، میانگین قطر هندسی، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم جیره‌های آزمایشی در منابع فیبر و جیره‌های آزمایشی به ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. میانگین قطر هندسی ذرات (میکرومتر)، ظرفیت نگهداری آب (لیتر در کیلوگرم ماده خشک) و ظرفیت تورم (میلی‌لیتر در کیلوگرم ماده خشک) پوسته آفتابگردان با اندازه ریز (الک ۲ میلی‌متر) به ترتیب: ۷۶۱، ۳/۹۶ و ۴/۶۷ و برای اندازه درشت (الک ۶ میلی‌متر) به ترتیب: ۸۵۰، ۴/۰۴ و ۲/۶۷ و در مورد تفاله چغندر قند با اندازه ریز به ترتیب: ۶۴۱، ۴/۸۲ و ۴/۶۷ و اندازه درشت به ترتیب ۶۲۲، ۵/۲۳ و ۵/۲ بود (جدول ۲).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، اثرات اصلی سطوح فیبر (۲/۵ و ۵ درصد) و اندازه ذرات (۲ و ۶ میلی‌متر) پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند بر درصد تولید تخم مرغ، وزن تخم مرغ، توده تخم مرغ، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک روزانه در کل دوره آزمایش معنی‌دار نبود، اگر چه در مقایسه با گروه شاهد، وزن تخم مرغ ($P=0.07$) و ضریب تبدیل خوراک ($P=0.09$) تمایل به معنی‌داری نشان دادند، کمترین وزن تخم مرغ در جیره حاوی ۵ درصد تفاله چغندر قند با اندازه ذرات درشت مشاهده شد. همچنین مرغ‌هایی که جیره رقیق شده با ۲/۵ درصد تفاله چغندر قند با اندازه ذرات درشت دریافت کردند ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند.

افزودن سطوح مختلف پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند به جیره مرغ‌های تخمگذار بر تغییرات وزن بدن در طول دوره آزمایش اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴)، اگر چه اثر اصلی منبع فیبر تمایل به معنی‌داری داشت

و مرغ‌هایی که جیره رقیق شده با پوسته آفتابگردان دریافت کردند، افزایش وزن داشته، اما در تیمار تفاله چغندر قند، افزایش وزن مشاهده نشد. نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت تخم مرغ در جداول ۵ و ۶ گزارش شده است. اثرات اصلی منبع، سطح و اندازه ذرات فیبر بر وزن مخصوص تخم مرغ، وزن زرده و وزن سفیده تخم مرغ معنی‌دار نبود، اما وزن پوسته، ضخامت پوسته، رنگ زرده و واحد هاو تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی تغییر یافتند. کیفیت تخم مرغ در دو سن ۳۰ و ۳۸ هفتگی اندازه‌گیری شد که بیشترین تغییرات در سن ۳۰ هفتگی مشاهده شد. بررسی داده‌های مربوط به ضخامت و وزن پوسته تخم مرغ نشان داد که اثر اصلی اندازه ذرات در سن ۳۰ هفتگی بر ضخامت پوسته تخم مرغ معنی‌دار بود به طوری که اندازه ذرات درشت (الک ۶ میلی‌متر) نسبت به ریز (الک ۲ میلی‌متر)، ضخامت پوسته را کاهش داد ($P<0.05$). همچنین ضخامت و وزن پوسته تخم مرغ در سن ۳۰ هفتگی در مرغ‌هایی که جیره حاوی پوسته آفتابگردان درشت در سطح ۵ درصد دریافت کردند به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا کرد ($P<0.05$). اثرات اصلی و متقابل تیمارهای آزمایشی در سن ۳۸ هفتگی بر وزن و ضخامت پوسته تخم مرغ معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که در سن ۳۰ هفتگی، اثرات اصلی تیمارهای آزمایشی بر واحد هاو معنی‌دار نبود، اما در مقایسه با گروه شاهد که جیره بدون فیبر دریافت کردند، تیمارهای ۲/۵ درصد پوسته آفتابگردان ریز، ۲/۵ درصد تفاله چغندر قند درشت و ۵ درصد تفاله چغندر قند ریز، واحد هاو را کاهش دادند ($P<0.05$). اثر اصلی منبع فیبر بر واحد هاو در سن ۳۸ هفتگی معنی‌دار بوده ($P<0.05$)، به طوری که مرغ‌های دریافت‌کننده جیره رقیق شده با تفاله چغندر قند تخم-مرغ‌هایی با کیفیت سفیده بالاتری تولید کردند. بررسی داده‌های مربوط به رنگ زرده نشان داد که اثر معنی‌داری از اثرات اصلی منبع، درصد و اندازه ذرات فیبر در سنین ۳۰ و ۳۸ هفتگی مشاهده نشد. در حالی که در مقایسه با گروه شاهد، بکار بردن پوسته آفتابگردان به میزان ۲/۵ درصد با اندازه ذرات ریز موجب کاهش رنگ زرده شده، اما تفاله چغندر قند در سطح ۵ درصد در هر دو اندازه ذرات موجب افزایش معنی‌دار رنگ زرده در مقایسه با گروه شاهد در سن ۳۰ هفتگی شد ($P<0.05$). اثر

تفاله چغندر قند، توده تخم مرغ، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک روزانه در طول ۱۲ هفته دوره آزمایش تغییر معنی داری پیدا نکرد. در مطالعات قبلی گزارش شده که بکار بردن ۳ درصد پوسته سویا و پوسته یولاف موجب بهبود قابلیت ابقای ماده خشک، خاکستر محلول، چربی و انرژی قابل متابولیسم ظاهری جیره های آزمایشی شده است (Gonzalez-Alvarado *et al.*, 2007). همچنین بکار بردن منابع فیبر، قابلیت هضم ایلئومی نشاسته را افزایش داده است (Rogel *et al.*, 1987) و پوسته یولاف موجب افزایش فعالیت آمیلاز و غلظت نمک های صفراوی در محتویات گوارشی شده است (Hetland *et al.*, 2007). جیره های غنی از فیبر به مدت طولانی تری در بخش های ابتدایی دستگاه گوارش می ماند و به دلیل ترشح بیشتر اسید کلریدریک و سایر آنزیم های گوارشی به صورت کامل تر هضم می شوند، که این امر می تواند دلیلی برای عدم کاهش تولید و توده تخم مرغ، علی رغم رقیق کردن جیره ها با منابع فیبر باشد، حتی جیره رقیق شده با ۲/۵ درصد تفاله چغندر قند با اندازه ذرات درشت، ضریب تبدیل غذایی را به صورت عددی نسبت به گروه کنترل بهبود داد.

وزن بدن و توده تخم مرغ تولیدی بستگی به ژنتیک مرغ دارد. همچنین وقتی پرند ها با جیره کم انرژی تغذیه می شوند، آنها توانایی مصرف خوراک کافی برای ثابت نگه داشتن انرژی دریافتی را ندارند، لذا وزن بدن کاهش می یابد (Nielsen, 2004). در این آزمایش، منابع، سطوح و اندازه ذرات فیبر بر تأثیری بر وزن بدن مرغ های تخمگذار نداشت که با نتایج مطالعه Bouali *et al.*, 2013; Guzmán *et al.*, 2016; Traineau *et al.*, 2013. مطابق دارد، هر چند مرغ هایی که تفاله چغندر قند دریافت کردند، به صورت عددی افزایش وزن کمتری نسبت به پوسته آفتابگردان داشتند که به نظر می آید این مرغ ها انرژی کمتری را دریافت کرده اند.

وزن تخم مرغ در این آزمایش تحت تاثیر تیمارهای غذایی قرار نگرفت. اندازه تخم مرغ در درجه اول بستگی به متیونین، چربی و اسید لینولئیک جیره غذایی دارد. در مطالعات قبلی گزارش شده که افزودن پوسته یولاف موجب افزایش ترشح اسیدهای صفراوی در دستگاه گوارش می شود که به نوبه خود می تواند موجب بهبود هضم چربی در جوجه های جوان شود (Hetland *et al.*,

تیمارهای غذایی بر pH مدفوع در جدول ۴ بیانگر این است که کمترین مقدار pH مربوط به تیمار شاهد بوده، جوجه هایی که با پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند در سطح ۲/۵ درصد به ترتیب با اندازه ذرات ۲ و ۶ میلی متر تغذیه شدند، pH مشابه گروه شاهد داشتند، اما pH مدفوع در سایر تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$).

بحث

در مطالعه حاضر، میانگین قطر هندسی ذرات فیبر از ۶۲۲ تا ۸۵۰ میکرومتر متغیر بود که بیشترین آن مربوط به پوسته آفتابگردان با اندازه ذرات ۶ میلی متر بود که با توجه به ساختار خشبی پوسته آفتابگردان قابل انتظار بود و کمترین آن مربوط به تفاله چغندر قند با اندازه ذرات ۶ میلی متر بود و همچنین میانگین قطر هندسی ذرات جیره های آزمایشی از ۹۵۱ تا ۱۲۱۴ میکرومتر متغیر بود که کمترین آن مربوط به جیره ۲/۵ درصد پوسته آفتابگردان با الک ۶ میلی متر و بیشترین آن مربوط به جیره ۲/۵ درصد تفاله چغندر قند با الک ۲ میلی متر بود. ظرفیت نگهداری آب تفاله چغندر قند بالاتر از پوسته آفتابگردان بود، به طوری که در پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند در دو اندازه ذرات ۲ و ۶ میلی متر به ترتیب ۳،۹۶، ۴،۰۴ و ۴،۸۲ و ۵،۲۳ لیتر در کیلوگرم ماده خشک بود. میزان ظرفیت تورم در پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند در دو اندازه ذرات ۲ و ۶ میلی متر به ترتیب ۴،۶۷، ۲،۶۷، ۴،۶۷ و ۵،۲ میلی لیتر در کیلوگرم ماده خشک بود. با توجه به نتایج به نظر می آید که ظرفیت تورم در آب منابع فیبر بستگی به اندازه ذرات دارد و در فیبر نامحلول (پوسته آفتابگردان) در اندازه ۲ میلی متر بالاتر از ۶ میلی متر است در حالی که در فیبر محلول (تفاله چغندر قند) برعکس بوده است. تفاوت ناچیزی بین مقادیر ماده خشک، خاکستر، چربی، فیبر و پروتئین خام در پژوهش حاضر با مقادیر گزارش شده در تحقیقات قبلی مشاهده شد (Jiménez-Moreno *et al.*, 2016; Guzmán *et al.*, 2013a; Jiménez-Moreno *et al.*, 2015; Jiménez-Moreno *et al.*, 2010).

میزان تولید تخم مرغ در این آزمایش تحت تاثیر اندازه، سطح مورد استفاده و منابع فیبر قرار نگرفت. علی رغم رقیق کردن جیره مرغ های تخمگذار با پوسته آفتابگردان و

مستقیمی با هم دارند. ضخامت و وزن پوسته در سن ۳۰ هفتگی در مرغ‌هایی که ۵ درصد پوسته آفتابگردان با اندازه ذرات درشت دریافت کردند نسبت به گروه بدون افزودن فیبر، کاهش یافت. در سن ۳۸ هفتگی، اثری از تیمارهای آزمایشی بر کیفیت پوسته مشاهده نشد که به نظر می‌آید مرغ‌های تخمگذار نسبت به منابع فیبر سازگار شده‌اند.

2003). در مطالعه‌ای گزارش شد که منابع مختلف فیبر (کاه و تفاله چغندر قند) با غلظت‌های مختلف انرژی (۲۶۵۰ تا ۲۷۵۰ کیلوکالری)، اثر معنی‌داری بر عملکرد مرغ‌های تخمگذار ندارد (Bouali *et al.*, 2013)، که به نوعی با نتایج این مطالعه مطابقت دارد، چرا که میزان انرژی جیره‌های رقیق شده در این آزمایش به میزان ۲/۵ و ۵ درصد کاهش یافت.

نتایج حاصل از افزودن سطوح مختلف پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند در اندازه ذرات متفاوت بر خصوصیات کیفی تخم مرغ نشان داد که استفاده از این منابع اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص تخم مرغ، وزن زرده و وزن سفیده ندارد. وزن پوسته و ضخامت پوسته ارتباط

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه (بر اساس as-is)

Table 1. Ingredients and chemical composition of basal diet (as-is basis)

Ingredient	%
Corn	54.5
Soybean meal	27
Barley	5
Soybean oil	1.2
Bicarbonate Na	0.16
Common salt	0.22
Dicalcium phosphate	1.8
Limestone	5.85
Oyster shell	3.5
Vitamin and mineral premix ¹	0.6
DL-Methionine	0.17
Calculated analysis	
AMEn (kcal/kg)	2670
CP, %	17.4
EE, %	3.9
Linoleic Acid, %	1.95
Calcium, %	3.9
Available phosphorus, %	0.41
Sodium, %	0.16
Chlorine, %	0.18
Crude fiber, %	3.4
Methionine, %	0.42
Methionine + Cystine, %	0.69
Lysine, %	0.89
DCAB, meq/kg	223.3

¹ Provided the following per kilogram of diet: vitamin A (trans-retinyl acetate), 6,000 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 1,200 IU; vitamin E (tocopherol-acetate), 30 mg; vitamin K3 (bisulphate menadione), 1.5 mg; riboflavin, 5 mg; thiamin, 1 mg; pantothenic acid, 10 mg; niacin, 30 mg; Pyridoxine, 3 mg; folic acid, 1.2 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 15 µg; biotin, 0.15 mg; Se (Na₂SeO₃), 0.2 mg; I (KI), 1.9 mg; Cu (CuSO₄), 4 mg; Fe (FeSO₄), 18 mg; Mn (MnO), 66 mg; and Zn (ZnO), 100 mg

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی، میانگین قطر هندسی، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم منابع فیبر

Table 2. Chemical composition, geometric mean diameter, water-holding capacity, and swelling capacity of fiber sources

Fiber source	Sunflower hulls		Sugar beet pulp	
<u>chemical analysis, %</u>				
DM	2.94		93.83	
CP	7.72		7.65	
Ether extract	2.58		2.13	
Crude fiber	40.52		18.2	
Total ash	9.58		5.24	
	Fine (2 mm)	Coarse (6 mm)	Fine (2 mm)	Coarse (6 mm)
<u>Physical properties</u>				
Particle size (μm)				
2000	43.3	160	25	65
1180	288.3	306.7	228.3	246.7
600	345	245	348.3	266.7
300	221.7	155	228.3	203.3
150	81.7	96.7	131.7	158.3
75 \geq	20	36.7	38.3	60
GMD \pm GSD ¹ (μm)	761 \pm 2	850 \pm 2.3	641 \pm 2.2	622 \pm 2.2
WHC \pm SD (L/kg of DM)	3.96 \pm 0.35	4.04 \pm 0.11	4.82 \pm 0.22	5.23 \pm 0.48
SWC \pm SD (mL/kg of DM)	4.67 \pm 0.56	2.67 \pm 0.56	4.67 \pm 0.23	5.20 \pm 0.35

¹Log normal SD, GMD: geometric mean diameter; WHC: water-holding capacity; SWC: swelling capacity

جدول ۳- ترکیبات شیمیایی، میانگین قطر هندسی، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم جیره‌های آزمایشی

Table 3. Chemical composition, geometric mean diameter (GMD), water-holding capacity (WHC), and swelling capacity (SWC) of the experimental diets

Chemical components, %	Control	Sunflower hulls, %				Sugar beet pulp, %			
		2.5 2 mm	2.5 6 mm	5 2 mm	5 6 mm	2.5 2 mm	2.5 6 mm	5 2 mm	5 6 mm
DM	92.56	92.42	91.81	92.71	92.73	92.83	92.74	92.85	92.86
CP	17.57	15.54	15.67	15.23	14.69	15.28	15.28	14.14	14.09
Ether extract	3.665	4.05	3.675	4.27	4.155	4.79	3.78	4.115	4.74
Total ash	17.57	15.54	15.67	15.23	14.69	15.28	15.28	14.14	14.09
<u>Physical properties</u>									
Particle size (μm)									
2000	380	345	315	347	425	455	360	400	345
1180	230	262	255	240	242	235	275	260	255
600	205	205	217	210	172	175	210	180	215
300	130	110	122	117	82	95	120	125	130
150	50	65	75	67	65	35	30	30	50
75 \leq	5	12	15	17	12	5	5	5	5
GMD \pm GSD ¹ (μm)	1058 \pm 2.2	1019 \pm 2.3	951 \pm 2.3	969 \pm 2.4	1123 \pm 2.3	1214 \pm 2.1	1108 \pm 2.1	1143 \pm 2.1	1055 \pm 2.2
WHC \pm SD (L/kg of DM)	3.37 \pm 0.07	2.83 \pm 0.03	3 \pm 0.05	2.94 \pm 0.04	3.25 \pm 0.08	2.61 \pm 0.10	3.08 \pm 0.06	2.72 \pm 0.05	3.15 \pm 0.01
SWC \pm SD (mL/kg of DM)	1 \pm 0.05	1.4 \pm 0.05	1.2 \pm 0.09	1 \pm 0.02	1.2 \pm 0.06	1 \pm 0.04	1.1 \pm 0.03	1.5 \pm 0.06	1.3 \pm 0.09

¹Log normal SD

جدول ۴- اثر منبع و اندازه ذرات فیبر بر عملکرد و pH مدفوع در مرغ‌های تخمگذار از سن ۲۷ تا ۳۸ هفتگی
 Table 4. Influence of sources and particle size of dietary fiber on productive performance and pH of excreta of laying hens from 27 to 38 weeks of age

Diet		Egg production (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/h/d)	Feed intake (g/h/d)	FCR ¹	BW gain (g)	pH
Control		98.38	59.5 ^a	57.9	114.64	1.95 ^a	34	7.43 ^b
SFH ²	2.5(%) Fine	97.35	58.76 ^{ab}	56.32	113.83	1.97 ^a	26	7.67 ^{ab}
SFH	2.5(%) Coarse	97.46	60.84 ^a	57.45	113.49	1.9 ^{ab}	34	7.8 ^a
SFH	5 (%) Fine	97.02	59.81 ^a	57.4	115.89	1.96 ^a	44	7.93 ^a
SFH	5 (%) Coarse	96.39	60.61 ^a	57.58	111.39	1.91 ^a	23	7.99 ^a
SBP ³	2.5(%) Fine	97.75	60.73 ^a	58.18	114.25	1.93 ^a	45	7.78 ^a
SBP	2.5(%) Coarse	97.16	60.7 ^a	58	113.22	1.79 ^b	12	7.7 ^{ab}
SBP	5 (%) Fine	95.87	60.02 ^a	56.51	114.61	1.95 ^a	-28	7.9 ^a
SBP	5 (%) Coarse	96.06	58.41 ^b	55.79	112.43	1.94 ^a	-32	7.75 ^a
SEM		1.19	0.89	0.88	1.85	0.06	32	0.14
P value		0.5	0.07	0.11	0.44	0.09	0.13	0.014
Main effects								
Fiber source								
	SFH	97.31	60.04	57.5	113.66	1.92	29.13	7.79
	SBP	96.45	59.93	56.81	113.62	1.92	0.08	7.84
Inclusion Level (%)								
	2.5	97.17	59.73	57.06	113.57	1.93	20.5	7.86
	5	96.63	60.24	57.23	113.7	1.91	8	7.77
Particle size								
	Fine	96.78	59.97	57.02	113.49	1.9	2.67	7.75
	Coarse	97	60	57.27	113.78	1.94	26.3	7.88
	SEM	0.6	0.51	0.48	0.97	0.03	67	0.07
----- Probabilities, P< -----								
Fiber source		0.19	0.84	0.19	0.97	0.89	0.08	0.51
Inclusion Level		0.37	0.32	0.67	0.88	0.39	0.44	0.21
Particle size		0.76	0.95	0.57	0.76	0.22	0.17	0.08
Fiber source × Level		0.06	0.89	0.19	0.82	0.39	0.71	0.08
Fiber source × Particle size		0.76	0.59	0.9	0.88	0.58	0.27	0.52
Level × Particle size		0.6	0.26	0.37	0.39	0.48	0.62	0.77
Fiber source × Level × Particle size		0.4	0.59	0.18	0.57	0.39	0.75	0.2

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹Feed conversion ratio was calculated as grams of feed per gram of egg mass.

²SFH= sunflower hull,

³SBP= sugar beet pulp

اثر قابل توجه در این آزمایش، بهبود کیفیت سفیده تخم- مرغ در مرغ‌هایی بود که تفاله چغندر قند دریافت کردند که در آزمایشات قبلی گزارش نشده است. نتایج مطالعات محققان دیگر (Bouali et al., 2013; Guzmán et al., 2016) با بررسی دو منبع فیبر (جیره پایه رقیق شده به میزان ۲ و ۴ درصد) و غلظت‌های مختلف انرژی مشابه، نشان دادند که اضافه کردن منابع فیبر تاثیری بر خصوصیات کیفی تخم مرغ ندارد. با توجه به رقیق کردن جیره در این مطالعه، مواد مغذی موجود در جیره پایه بیشتر از سایر تیمارهای آزمایشی بود، اما در این مطالعه و

همچنین بکار بردن فیبر با اندازه ذرات ریز (الک ۲ میلی متر) منجر به بهبود ضخامت پوسته شد، که دلیل احتمالی آن می‌تواند خشبی بودن اندازه ۶ میلی‌متر فیبر، عدم هضم مکانیکی مناسب و کاهش قابلیت هضم کلسیم باشد. در مطالعات قبلی گزارش شده که اندازه ذرات درشت ذرت در جیره آردی موجب بهبود ابقا فسفر فیتانه (Killburn and Kasim and Edwards, 2000) و کلسیم (Edwards, 2001) می‌شود، هر چند که قابلیت هضم کلسیم در این آزمایش اندازه‌گیری نشد اما نتایج مربوط به ضخامت پوسته، با مطالعات قبلی در تضاد است.

کاهش pH دستگاه گوارش به ویژه در بخش‌های ابتدایی می‌شود. با اضافه کردن تفاله چغندر قند به جیره غذایی، pH پیش معده و سنگدان کاهش، اما pH دئودنوم افزایش یافت (Jiménez-Moreno *et al.*, 2013b).

نتیجه‌گیری کلی

رقیق کردن جیره با تفاله چغندر قند و پوسته آفتابگردان تا سطح ۵ درصد، هیچ‌گونه اثر منفی بر ویژگی‌های عملکردی مرغ‌های تخمگذار در دوره تولید شامل تولید تخم مرغ، وزن و توده تخم مرغ و ضریب تبدیل غذایی نداشت، هر چند که اثرات منفی از افزودن منابع فیبر در سن ۳۰ هفتگی یعنی ۳ هفته پس از تغذیه جیره‌های غذایی حاوی فیبر بر وزن و ضخامت پوسته و کیفیت سفیده تخم مرغ مشاهده شد، لذا احتمالاً مرغ‌ها با جیره‌های حاوی فیبر سازگار شده‌اند و در سن ۳۸ هفتگی این اثرات تعدیل شده است، هر چند به نظر می‌رسد مطالعات بیشتری در مورد اثر منابع فیبر و اندازه ذرات آنها در مرغ‌های تخمگذار ضروری باشد.

مطالعات مشابه، نتایج منفی مشاهده نشد که احتمالاً این نتایج با بهبود قابلیت هضم مواد مغذی مرتبط است. خصوصیات داخلی تخم مرغ تحت تأثیر سن مرغ، سویه پرند، پر ریزی اجباری، مواد مغذی، بیماری و آلودگی‌های غذایی قرار می‌گیرد. بنابراین تفاوت در ویژگی‌های داخلی تخم مرغ در آزمایشات مختلف را می‌توان به چنین عواملی نسبت داد (Roberts, 2004).

همچنین در این مطالعه، بکار بردن پوسته آفتابگردان در سطح ۲/۵ درصد با اندازه ریز موجب کاهش رنگ زرده و تفاله چغندر قند در سطح ۵ درصد منجر به بهبود رنگ زرده شد. به نظر می‌آید تفاله چغندر قند حاوی رنگدانه‌های بیشتری نسبت به گروه شاهد باشد.

در این آزمایش، pH مدفوع در تیمارهای آزمایشی به استثنای پوسته آفتابگردان و تفاله چغندر قند در سطح ۲/۵ درصد به ترتیب با اندازه ذرات ۲ و ۶ میلی‌متر نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. در بیشتر مطالعات قبلی، تغییرات pH سنگدان در نتیجه استفاده از منابع فیبر گزارش شده است. منابع محلول و نامحلول فیبر موجب پایین آمدن pH سنگدان (Jiménez-Moreno *et al.*, 2010) و اندازه درشت ذرات، موجب افزایش pH دستگاه گوارش می‌شود (Mateos *et al.*, 2012).

در مقابل، در مطالعه دیگری روی مرغ‌های تخمگذار گزارش شد که pH سنگدان در هر دو منبع محلول و نامحلول ب صورت غیر معنی‌داری از گروه شاهد بیشتر بود (Bouali *et al.*, 2013) و عدم تغییر در pH مدفوع مرغ‌های تخمگذار در نتیجه استفاده از منابع فیبر نیز گزارش شده است (Guzman *et al.*, 2016). ماندگاری بیشتر منابع فیبر در دستگاه گوارش منجر به افزایش ترشح هیدروکلریک اسید می‌شود که در نهایت منجر به

جدول ۵- اثر منبع و اندازه ذرات فیبر جیره غذایی بر رنگ زرده، ضخامت پوسته تخم مرغ و واحد هاو در مرغ های تخمگذار
 Table 5. Influence of source and particle size of dietary fiber on egg yolk color, shell thickness and haugh unit of eggs in laying hens

Experimental diets	Yolk color ³		Shell thickness (mm)		Haugh unit			
	30 wk	38 wk	30 wk	38 wk	30 wk	38 wk		
Control			4.72 ^c	5.06	0.399 ^a	0.399	85.26 ^a	82.05
SFH ¹	2.5(%)	Fine	4.06 ^d	5.33	0.404 ^a	0.391	80.11 ^c	78.63
SFH	2.5(%)	Coarse	4.61 ^c	4.95	0.402 ^a	0.403	82.31 ^{abc}	84.21
SFH	5 (%)	Fine	5.11 ^{abc}	5.22	0.415 ^a	0.398	84.05 ^{ab}	84.81
SFH	5 (%)	Coarse	4.89 ^c	5.22	0.376 ^b	0.39	82.9 ^{abc}	85.83
SBP ²	2.5(%)	Fine	5.06 ^{abc}	4.89	0.404 ^a	0.403	83.64 ^{ab}	84.96
SBP	2.5(%)	Coarse	4.95 ^{bc}	5.39	0.41 ^a	0.393	81.77 ^{bc}	82.43
SBP	5 (%)	Fine	5.55 ^a	5.06	0.403 ^a	0.389	81.52 ^{bc}	83.86
SBP	5 (%)	Coarse	5.5 ^{ab}	5.5	0.401 ^a	0.392	81.99 ^{abc}	83.91
SEM			0.26	0.26	0.94	0.86	1.44	1.88
P value			<.0001	0.30	0.03	0.63	0.04	0.1
Main effects								
Fiber source								
		SFH	4.92	5.19	0.4	0.396	82.29	82.64 ^b
		SBP	5.01	5.19	0.405	0.394	82.29	84.78 ^a
Inclusion Level (%)								
	2.5		4.96	5.21	0.405	0.395	82.65	83.62
	5		4.97	5.18	0.4	0.395	81.92	83.75
Particle size								
		Fine	5	5.21	0.408 ^a	0.392	82.1	84.28
		Coarse	4.93	5.18	0.397 ^b	0.398	82.48	83.12
		SEM	0.19	0.15	0.49	0.43	0.68	1.04
Probabilities, P<								
Fiber source			0.61	1	0.25	0.61	1	0.05
Inclusion Level			0.94	0.85	0.35	0.97	0.29	0.95
Particle size			0.71	0.86	0.03	0.22	0.58	0.26
Fiber source × Level			0.71	0.85	0.66	0.51	0.59	0.19
Fiber source × Particle size			0.61	0.57	0.2	0.95	0.09	0.25
Level × Particle size			0.61	0.26	0.24	0.1	0.73	0.36
Fiber source × Level × Particle size			0.83	0.71	0.11	0.76	0.7	0.47

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹SFH= sunflower hull, ²SBP= sugar beet pulp, ³Roche Fan Color

جدول ۶- اثر منبع و اندازه فیبر جیره غذایی بر وزن مخصوص، وزن زرده، وزن سفیده و وزن پوسته تخم مرغ در مرغ‌های تخمگذار

Table 6. Influence of source and particle size of dietary fiber on specific gravity, yolk weight, albumin weight and shell weight in laying hens

Experimental diets	Specific gravity (g/mm ³)		Yolk weight (g)		Albumen weight (g)		Shell weight (g)			
	30 wk	38 wk	30 wk	38 wk	30 wk	38 wk	30 wk	38 wk		
	Control	1.09	1.09	16	18.15	32.62	34.11	6.1 ^a	5.83	
SFH	2.5(%)	Fine	1.09	1.09	17.05	18.38	33.21	34.03	6.17 ^a	5.96
SFH	2.5(%)	Coarse	1.09	1.09	16.75	17.93	35.29	33.76	6.37 ^a	6.24
SFH	5 (%)	Fine	1.09	1.09	16.2	17.74	34.03	34.43	6.47 ^a	5.98
SFH	5 (%)	Coarse	1.08	1.09	16.83	17.63	31.99	32.4	5.54 ^b	5.81
SBP	2.5(%)	Fine	1.08	1.09	16.3	17.61	33.82	34.57	6.43 ^a	5.96
SBP	2.5(%)	Coarse	1.09	1.09	16.45	17.55	34.89	35.06	6.41 ^a	6.02
SBP	5 (%)	Fine	1.09	1.09	16.66	17.5	34.36	33.68	6.35 ^a	5.95
SBP	5 (%)	Coarse	1.08	1.09	16.4	18.22	32.61	32.34	6.19 ^a	6.07
SEM			0.003	0.003	0.49	0.51	1.1	1.16	0.18	0.14
P value			0.07	0.22	0.54	0.83	0.07	0.3	0.0002	0.17
Main effects										
Fiber source										
	SFH		1.085	1.087	16.49	17.85	33.9	33.96	6.26	5.94
	SBP		1.085	1.09	16.49	17.83	33.65	33.67	6.22	6.05
Inclusion Level (%)										
	2.5		1.085	1.088	16.47	17.93	33.67	33.39	6.27	5.99
	5		1.085	1.088	16.51	17.76	33.88	34.26	6.21	6.01
Particle size										
	Fine		1.085	1.088	16.41	17.88	34.06	34.3	6.28	6.05
	Coarse		1.085	1.089	16.57	17.8	33.49	33.31	6.19	5.94
	SEM		0.002	0.001	0.27	0.26	0.62	0.62	0.13	0.07
Probabilities, P<										
Fiber source			1	0.09	0.97	0.96	0.68	0.66	0.78	0.13
Inclusion Level			0.62	1	0.84	0.53	0.74	0.18	0.68	0.68
Particle size			0.62	0.56	0.57	0.74	0.36	0.13	0.48	0.17
Fiber source × Level			0.02	0.25	0.43	0.29	0.33	0.23	0.84	0.37
Fiber source × Particle size			0.62	0.56	0.88	0.56	0.76	0.73	0.56	0.13
Level × Particle size			1	0.25	0.79	0.43	0.98	0.46	0.35	0.63
Fiber source × Level × Particle size			1	1	0.88	0.86	0.72	0.96	0.61	0.86

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). SFH= sunflower hull, SBP= sugar beet pulp

فهرست منابع

- Aerni V., El-Lethey H. and Wechsler B. 2000. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*, 41: 16-21.
- Amerah A., Ravindran V. and Lentle R. 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.
- American Society of Agricultural Engineers. 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, St. Joseph, MO.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th ed. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- Bell D. 2003. Historical and current molting practices in the US table egg industry. *Poultry Science*, 82: 965-970.
- Bouali O., Mateos G. G. and García R. L. 2013. Effect of fiber inclusion in the rearing diets and energy concentration of the laying diets on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens from 18 to 46 weeks of age. Ph.D thesis, Zaragoza University.

- Correa-Matos N. J., Donovan S. M., Isaacson R. E., Gaskins H. R., White B. A. and Tappenden K. A. 2003. Fermentable fiber reduces recovery time and improves intestinal function in piglets following *Salmonella typhimurium* infection. *The Journal of Nutrition*, 133: 1845-1852.
- Giger-Reverdin S. 2000. Characterisation of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 86: 53-69.
- González-Alvarado J., Jiménez-Moreno E., González-Sánchez D., Lázaro R. and Mateos G. 2010. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 162: 37-46.
- González-Alvarado J., Jiménez-Moreno E., Lázaro R. and Mateos G. 2007. Effect 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.
- Grobas S., Mendez J., Lazaro L., de Blas C. and Mateos G. G. 2001. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poultry Science*, 80: 171-1179.
- Guzmán P., Saldaña B., Bouali O., Cámara L. and Mateos G. G. 2016. Effect of level of fiber of the rearing phase diets on egg production, digestive tract traits, and body measurements of brown egg-laying hens fed diets differing in energy concentration. *Poultry Science*, 95: 1836-1847.
- Guzmán P., Saldaña B., Mandalawi H., Pérez-Bonilla A., Lázaro R. and Mateos G. 2015a. Productive performance of brown-egg laying pullets from hatching to 5 weeks of age as affected by fiber inclusion, feed form, and energy concentration of the diet. *Poultry Science*, 94:249-261.
- Guzmán P., Saldaña B., Kimiaieitalab M., García J. and Mateos G. 2015b. Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age. *Poultry Science*, 94: 2722-2733.
- Haugh R. R. 1937. The haugh unit for measuring egg quality. *USA Egg Poultry Magazine*, 43: 552-555.
- Hetland H. and Svihus B. 2007. Inclusion of dust bathing materials affects nutrient digestion and gut physiology of layers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16: 22-26.
- Hetland H., Svihus B. and Choct M. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14: 38-46.
- Hetland H., Svihus B. and 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.
- Incharoen T. and Maneechote P. 2013. The effects of dietary whole rice hull as insoluble fiber on the flock uniformity of pullets and on the egg performance and intestinal mucosa of laying hens. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(4): 323-329.
- Jiménez-Moreno E., Chamorro S., Frikha M., Safaa H., Lázaro R. and Mateos G. 2011. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 168: 100-112.
- Jiménez-Moreno E., de Coca-Sinova A., González-Alvarado J. and Mateos G. 2016. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. *Poultry Science*, 95: 41-52.
- Jiménez-Moreno E., Frikha M., de Coca-Sinova A., García J. and Mateos G. 2013a. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers. 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 182: 33-43.
- Jiménez-Moreno E., Frikha M., de Coca-Sinova A., Lázaro R. and Mateos G. 2013b. 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.
- Jiménez-Moreno E., González-Alvarado J., González-Sánchez D., Lázaro R. and Mateos 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.
- Kalmendal R., Elwinger K., Holm L. and Tauson R. 2011. High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens. *British Poultry Science*, 52: 86-96.
- Kalsim A. B. and Edwards Jr. H. M. 2000. Effects of source of maize and maize particle sizes on the utilization of phytate phosphorus in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 86: 15-26.
- Kilburn J. and Edwards Jr. H. M. 2001. The response of broilers to the feeding of mash or pelleted diets containing maize of varying particle sizes. *British Poultry Science*, 42: 484-492.
- Lohmann LSL Lite. 2014. Lohmann LSL Lite management guide, North American Edition. Lohmann Tierzucht GmbH. www.itz.de
- Mateos G., Jiménez-Moreno E., Serrano M. and Lázaro R. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *The Journal of Applied Poultry Research*, 21:156-174.

- Montagne L., Pluske J. and Hampson D. 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.
- Perez V., Jacobs C., Barnes J., Jenkins M., Kuhlenschmidt M., Fahey G., Parsons C. and Pettigrew J. 2011. Effect of corn distillers dried grains with solubles and *Eimeria acervulina* infection on growth performance and the intestinal microbiota of young chicks. *Poultry Science*, 90: 958-964.
- Roberts J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality. *Journal of Poultry Science*, 41: 161-177.
- Rogel A., Balnave D., Bryden W. and Annison E. 1987. Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and other fibrous feedstuffs. *Crop and Pasture Science*, 38: 629-637.
- Sklan D., Smirnov A. and 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. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal*, 67: 207-224.
- Traineau M., Bouvarel I., Mulsant C., Roffidal L., Launay C. and Lescoat P. 2013. Effects on performance of ground wheat with or without insoluble fiber or whole wheat in sequential feeding for laying hens. *Poultry Science*, 92: 2475-2486.
- Valencia G. E. and Roman M. M. O. 2006. Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 13(2): 54-60.
- Van Krimpen M., Kwakkel R., Van der Peet-Schwering C., Den Hartog L. and Verstegen M. 2009. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. *Poultry Science*, 88: 759-773.
- Yokhana J. S., Parkinson G. and Frankel T. L. 2016. Effect of insoluble fiber supplementation applied at different ages on digestive organ weight and digestive enzymes of layer-strain poultry. *Poultry Science*, 95: 550-559.



Effect of source and particle size of dietary fiber on performance and egg quality in commercial laying hens

P. Azizi¹, S. Moradi^{2*}

1. Graduated MSc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

(Received: 19-07-2017 – Accepted: 16-01-2018)

Abstract

This study was conducted to determine effect of sources and particle size of fiber on performance, egg quality and pH of excreta in laying hens. A total of 324 Lohmann LSL-lite laying hens was arranged in a factorial experiment with nine dietary treatments, each replicated six times. Experimental treatments consisted of two fiber sources (sunflower hulls, SFH and sugar beet pulp, SBP), two levels of fiber (2.5 and 5%), two fiber particle size (fine, 2 mm and coarse, 6 mm) with a control group. Results showed that main effects of sources, level and particle size of fibers did not significantly affect hen-day egg production, egg weight, egg mass, feed intake, feed conversion ratio and body weight gain. On week 30, inclusion of coarse SFH (5%) significantly reduced shell weight and shell thickness ($P < 0.05$), also yolk color was decreased in birds fed 2.5% of SFH with fine particle, whereas yolk color was greater in birds received 5% SBP than control ($P < 0.0001$). On week 38, main effect of fiber source was significant on haugh unit, and albumin quality was higher in SBP than SFH ($P < 0.05$). Feeding fiber sources elevated pH of excreta compared to control ($P < 0.05$). The inclusion of up to 5% SFH and SBP at the expense of the control diet did not have any negative effect on productive performance of laying hens, however, more attention is needed to effects on egg quality.

Keywords: Fiber, Performance, Egg quality, Laying hens

*Corresponding author: s.moradi@razi.ac.ir