نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۲۲-۱۱۵

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 115-122

تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی پودر یونجه در شترمرغ با استفاده از دو روش جمع آوری کل فضولات و نشانگر اکسید کروم

مجتبی ایاز[1*]- محمود شیوازاد[2]- محمد حسین شهیر [1]- سید عبداله حسینی[3]- علی حاجی بابایی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵

چکیده

هدف از انجام این تحقیق تعیین مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن (AME و AME_n) و همچنین مقدار انرژی قابل متابولیسم حقیقی و حقیقی تصحیح شده بر حسب نیتروژن (TME و TME_n) پودر یونجه در شترمرغ های نر ۳ ماهه بود. پودر یونجه در سطوح صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۰ درصد در جیره پایه جایگزین شد. به منظور انجام این آزمایش در روش جمع آوری کل فضولات و روش استفاده از معرف به ترتیب از ۱۶ و ۸ قطعه جوجه شترمرغ نر ۳ ماهه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار استفاده شد. اندازه گیری مقدار AME پودر یونجه به دو روش خورانیدن نشانگر اکسید کروم و جمع آوری کل فضولات انجام شد که مقادیر به دست آمده برای این دو روش در سطح ۴۰ درصد به ترتیب ۲۷۴ ± ۲۲۵۰ و ۱۱۰ ± ۲۵۲۲ کیلوکالری بر کیلوگرم بود. مقدار AME_n در دو روش مذکور در سطح ۴۰ درصد به ترتیب ۲۶۸ ± ۲۰۴۴ و ۱۰۷ ± ۲۳۶۶ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد گردید. اندازه گیری مقدار TME و TME_n پودر یونجه در این آزمایش با استفاده از مقادیر سطوح مختلف ماده آزمایشی توسط روش رگرسیونی به ترتیب ۳۱۶۵ و ۲۸۷۷ کیلوکالری بر کیلوگرم به دست آمد. نتایج حاصله نشان داد که اعداد مربوط به AME و TME و انواع تصحیح شده آن ها براساس نیتروژن که در جداول احتیاجات مرغ ارائه شده اند، بسیار پایین تر از اعداد انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی به دست آمده در شترمرغ است و برای مراحل ابتدایی رشد شترمرغ قابل استفاده نبوده و لذا تعیین انرژی قابل متابولیسم اقلام خوراکی مورد استفاده در تغذیه برای شترمرغ الزامی می باشد.

واژه های کلیدی: انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی، پودر یونجه، شترمرغ.

مقدمه

تأمین فیبر در جیره دام های صنعتی یکی از مهمترین بخش های تغذیه دام است. این نیاز به فیبر منجر به شناسایی گونه هایی از گیاهان علوفه ای شده است که یونجه مهمترین آن ها است. یونجه متعلق به خانواده لگومینه ها و جنس مدیکاگو است که در طیف وسیعی در سرتاسر جهان تولید می شود. میزان مواد مغذی موجود در یونجه بسته به مرحله رشد، نحوه برداشت و نگه داری در انبار متفاوت است. امروزه یونجه به صورت های مختلف خرد شده، پودر و پلت در تغذیه دام استفاده می گردد. هر یک از این فرآوری ها متناسب با نوع دام تعیین می گردد. یونجه یک ماده خوراکی اصلی در جیره شترمرغ است. پودر یونجه به عنوان تأمین کننده فیبر در جیره شترمرغ و به خصوص جوجه های این پرنده استفاده می گردد. رژیم غذایی شترمرغ در طبیعت به وضوح بیانگر این مسئله است. بخش های رویشی گیاهان، بخش مهمی از جیره شترمرغ را در طبیعت شامل می شود. شترمرغ یک علف خوار تک معده ای است که قابلیت استفاده از اسیدهای چرب فرار تولید شده در قسمت انتهای دستگاه گوارش را دارد (۲۹).

در صنعت نوپای پرورش شترمرغ حدود۸۰-۷۰ درصد کل هزینه های تولیدی را هزینه های خوراک در بر می گیرد (۸). طبق گزارشات، به مانند دیگر حیوانات، شترمرغ فاقد آنزیم سلولاز برای هضم اجزاء فیبر گیاهان است و برای استفاده از منابع فیبر گیاهی متکی به تخمیرات میکروبی است. شترمرغ جهت هضم فیبر وابسته به هضم خود آنزیمی و متعاقب آن هضم میکروبی است. به استثنای

۱-به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه زنجان،
۲-استاد گروه علوم دامی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران،
۳- استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران،
۴- دانشجوی دوره دکتری دانشگاه پرتوریای آفریقای جنوبی.
(*نویسنده مسئول: Email: mojtaba.ayaz@gmail.com)

شترمرغ در همه گونه های پرندگان هضم خود آنزیمی نسبت به هضم میکروبی مواد مغذی بیشتری را فراهم می کند. این امر مستلزم سرعت عبور آهسته مواد هضمی و وجود بخشی از دستگاه گوارش است که میکروب ها و باکتری ها بتوانند در آن جا تشکیل کلونی داده و تکثیر شوند (۱۴).

بدون شک شترمرغ از پرندگانی است که بیشترین بازده را در استفاده از فیبر جیره دارد (۲۸). سوارت (۲۷) پیشنهاد کرد که انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی اندازه گیری شده برای طیور در فرموله کردن جیره برای شترمرغ ها منجر به برآوردی اشتباه از انرژی قابل متابولیسم حقیقی اجزاء خوراکی برای شترمرغ می شود. اثرات تغذیه نامناسب به خصوص در مراحل اولیه زندگی، هنگامی که مواد مغذی برای رشد و توسعه دستگاه گوارش، انجام فعالیت های متابولیسمی و رشد بدن نیاز هستند، می تواند صدمات جبران ناپذیری وارد کند.

سیلیرز و همکاران (۱۲) یک معادله خطی برای محاسبه TME_n مواد معمول خوراکی (ذرت، کنجاله سویا، سبوس گندم و پودر ماهی) در شترمرغ با استفاده از اطلاعات به دست آمده برای طیور را پیشنهاد نمودند:

$$TME_n \text{ شترمرغ} = ۶/۳۵ + ۰/۶۴۵\ TME_n \text{ طیور} \quad (۱)$$

این معادله ابزار مفیدی برای تخمین مقادیر انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی برای شترمرغ با استفاده از اطلاعات موجود برای نشخوارکنندگان و مرغ می باشد. همچنین براند (۹) معادلاتی را در رابطه با اندازه گیری TME درشترمرغ ها با استفاده از مقادیر فیبر خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و فیبر نامحلول درشوینده اسیدی (ADF) برای برخی مواد خوراکی (یونجه، دانه کامل کانولا، کنجاله کانولا و ذرت) ارائه داد که به ترتیب زیر می باشند:

$$TME \text{ (Mj/Kg) شترمرغ} = ۱۵/۸۸۳ - ۰/۱۳۱\ CF \quad (۲)$$

$$TME \text{ (Mj/Kg) شترمرغ} = ۱۶/۸۴۱ - ۰/۱۰۶\ NDF \quad (۳)$$

$$TME \text{ (Mj/Kg) شترمرغ} = ۱۵/۹۱۰ - ۰/۱۰۶\ ADF \quad (۴)$$

اغلب مطالعات سیلیرز و همکاران (۱۱) در ارتباط با اندازه گیری انرژی قابل متابولیسم بر روی پرندگان ۶ ماه به بالا صورت گرفته و این در حالی است که اطلاعات چندانی در خصوص TME_n مواد خوراکی در پرندگان جوان در دسترس نیست. در طیور نیز مشخص گردیده که مقادیر ME مواد خوراکی حاوی سطوح بالای فیبر، چربی و پلی ساکارید غیر نشاسته ای برای جوجه های گوشتی، نیمچه ها و پرندگان متفاوت است (۱۶). به همین دلیل تحقیقات بیشتری برای ارزیابی TME_n صحیح اجزاء خوراکی به ویژه برای جوجه هایی با سن کمتر لازم می باشد (۱۴). با توجه به مطالعات انجام شده هدف آزمایش کنونی تعیین انرژی قابل متابولیسم (AME، AME_n، TME و TME_n) پودر یونجه در شترمرغ های نر ۳ ماهه با روش های نشانگر و جمع آوری کل فضولات می باشد.

مواد و روش ها

حیوانات آزمایشی

دو آزمایش جهت برآورد مقادیر AME، AME_n، TME و TME_n پودر یونجه در شترمرغ انجام شد. در آزمایش اول از ۱۶ قطعه شترمرغ نر ۳ ماهه در ۴ گروه با ۴ تکرار به روش جمع آوری کل فضولات استفاده گردید. در آزمایش دوم که با استفاده از نشانگر اکسید کروم انجام شد از ۸ قطعه شترمرغ نر ۳ ماهه در ۲ گروه با ۴ تکرار استفاده گردید. در طی آزمایش پرندگان به صورت انفرادی و در قفس هایی به ابعاد ۱/۲۰×۱×۲ متر نگهداری شدند. به منظور جمع آوری فضولات، کف قفس ها دارای توری هایی با روزنه های ۳×۳ سانتی متر و با فاصله ۳۵ سانتی متر از کف زمین بود. اطراف قفس ها نیز با استفاده از توری های گابیونی با روزنه های ۶×۶ سانتی متر پوشیده شد.

با توجه به تفاوت نژادی شترمرغ های مولد که شامل دو گروه گردن سیاه و گردن آبی می باشند از جوجه های حاصل از هیبرید این دو نژاد استفاده گردید و سعی شد تا تمامی جوجه ها دارای والدین و زمان هچ یکسان و حداقل اختلاف وزنی باشند تا خطا در آزمایش کاهش یابد.

ماده مورد آزمایش و جیره های آزمایشی

برای تعیین TME و TME_n به روش رگرسیونی، پودر یونجه در ۴ سطح در جیره پایه جایگزین شد. نسبت جایگزینی ماده خوراکی آزمایشی و جیره پایه به ترتیب عبارتند از (جدول ۱):

جدول ۱- درصد جایگزینی پودر یونجه با جیره پایه

ماده خوراکی	درصد جایگزینی			
پودر یونجه	۰	۱۵	۳۰	۴۰
جیره پایه	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰

برای تعیین AME و AME_n پودر یونجه با استفاده از دو روش جمع آوری کل فضولات و نشانگر اکسید کروم فقط از سطح ۴۰ درصد جایگزینی جیره پایه استفاده شد.

با توجه به این که منبع واحدی از جداول احتیاجات غذایی برای شترمرغ ها وجود ندارد و هنوز تحقیقات تکمیلی در دنیا در دست بررسی است، لذا جیره غذایی پایه شترمرغ ها براساس منابع علمی نظیر سیلیرز (۱۰) و کوپر و همکاران (۱۳) استخراج شد و توسط نرم فزار (UFFDA) تنظیم گردید. ترکیب خوراک پایه شترمرغ ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- اجزاء تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی (بر حسب درصد)

اجزاء جیره	مقدار
ذرت	۵۰
پودر یونجه	۴
کنجاله سویا	۳۶/۶۴
سبوس گندم	۲/۴
روغن	۱/۲
نمک	۰/۴۵
دی کلسیم فسفات	۱/۶۹
کربنات کلسیم	۲/۳۷
دی ال متیونین	۰/۱۵
ال لایزین هیدرو کلراید	۰/۰۵
مکمل ویتامینی [۱]	۰/۵
مکمل معدنی [۲]	۰/۵
ویتامین E و سلنیوم	۰/۰۵
ترکیب شیمیایی	
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کالری بر گرم)	۲۶۶۲
پروتئین خام	۲۰/۵
چربی خام	۳/۵۴
فیبر خام	۵
کلسیم	۱/۴۵
فسفر قابل دسترس	۰/۴۶
سدیم	۰/۲

۱-مکمل ویتامینی مقادیر ذکر شده را در هرکیلوگرم از خوراک تأمین نمود: ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۱ mg ویتامین E، ۲ mg ویتامین K، ۵/۷ mg ویتامین B2، ۲ mg ویتامین B6، ۰/۰۲۴ mg ویتامین B12، ۲۸ mg نیکوتینیک اسید، ۰/۵ mg فولیک اسید، ۱۲ mg پانتوتنیک اسید و ۲۵۰ mg کولین کلراید بود.

۲-مکمل معدنی مقادیر ذکر شده را در هر کیلوگرم از خوراک تأمین نمود: ۱۰۰ mg منگنز، ۶۲ mg روی، ۵ mg مس، ۰/۲۲ mg سلنیوم، ۰/۵ mg ید و ۰/۵ mg کبالت بود.

ثبت میزان مصرف خوراک

پس از طی دوره عادت پذیری، پرنده ها در قفس های انفرادی، مقدار ۱ کیلوگرم خوراک مربوط به هر تیمار به مدت یک ساعت در اختیار هر واحد آزمایشی (شترمرغ) قرار داده شده و پس از گذشت این زمان خوراک باقیمانده از دسترس پرندگان جمع آوری و توزین شد (۱۵). در روش استفاده از معرف نیز ۴ تکرار این تیمار به مدت ۴ روز با جیره مخلوط پایه و آزمایشی تغذیه شدند و مدفوع آن ها به مدت ۲ روز جمع آوری شد (۲۳). هم چنین مقادیری از خوراک نیز که توسط پرنده به اطراف پراکنده شده بود از طریق پهن کردن سفره هایی به زیر دانخوری ها جمع آوری و توزین گردید و از این طریق مقدار خوراک خورده شده توسط پرنده در ظرف مدت معین اندازه گیری گردید.

جمع آوری فضولات

به منظور جمع آوری دقیق فضولات از نایلون هایی با وزن مشخص در زیر قفس هر پرنده استفاده گردید. پس از خوراک دهی به مدت ۱ ساعت، خوراک باقی مانده از دسترس پرندگان خارج شد و ظروف خوراک جمع آوری گردید. سپس در پایان هر ۲۴ ساعت نایلون ها جمع آوری و از نایلون های جدید در زیر قفس استفاده شد. مدت زمان تعیین شده جهت جمع آوری فضولات ۴۸ ساعت در نظر گرفته شد. فضولات جمع آوری شده به همراه نایلون ها بلافاصله توزین و پس از کسر وزن نایلون ها از آن ها جهت آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد گردیدند.

آنالیزهای آزمایشگاهی

نمونه های ذخیره شده در فریزر برای اندازه گیری ماده خشک، خاکستر، نیتروژن و عصاره اتری توسط روش های استاندارد AOAC (۴) به آزمایشگاه تغذیه مرکز تحقیقات علوم دامی کشور منتقل گردید. انرژی خام نمونه های خوراک و فضولات توسط بمب کالری متر اندازه گیری شد. نیتروژن نمونه ها با استفاده از روش کلدال اندازه گیری گردید. مقدار اکسید کروم نمونه ها با استفاده از روش هضمی و استفاده از اسپکترو فتومری (۴) اندازه گیری شد.

از معادلات ۵، ۶ و ۷ برای محاسبه انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن ماده آزمایشی با استفاده از روش جمع آوری کل فضولات استفاده شد (۲۵):

$$AME(Kcal/kg) = [(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) / F_i] \quad (۵)$$

F_i= مقدار خوراک مصرفی (گرم)

E = کل فضولات (گرم)

GE_f = انرژی خام یک گرم خوراک (کیلوکالری)

GE_e = انرژی خام یک گرم فضولات (کیلوکالری)

$$AME_n(Kcal/kg) = [(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) - (NR \times K) / F_i] \quad (۶)$$

$$NR = (F_i \times N_f) - (E \times N_e) \quad (۷)$$

N_f = درصد نیتروژن خوراک

N_e = درصد نیتروژن فضولات (گرم)

K = ۸/۲۲ کیلوکالری به ازای هر گرم نیتروژن

AME و AME_n ماده خوراکی آزمایشی با استفاده از روش نشانگر اکسید کروم توسط معادلات ۸ و ۹ محاسبه شدند (۲۳):

$$AME(Kcal/kg) = GE_{diet} - [GE_{excreta/digesta} \times (Marker_{diet} / Marker_{excreta/digesta})] \quad (۸)$$

$$AME_n(Kcal/kg) = GE_{n\ diet} - [GE_{n\ excreta/digesta} \times (Marker_{diet} / Marker_{excreta/digesta})] \quad (۹)$$

GE_{diet}: انرژی خام جیره آزمایشی

$GE_{n\ diet}$: انرژی خام تصحیح شده بر حسب نیتروژن جیره آزمایشی

$GE_{excreta/digesta}$: انرژی خام فضولات

$GE_{n\ excreta/digest}$: انرژی خام تصحیح شده بر حسب نیتروژن فضولات

$Marker_{diet}$: غلظت نشانگر در جیره آزمایشی

$Marker_{excreta/digesta}$: غلظت نشانگر در فضولات

دو معادله ۸ و ۹ در هر دو روش جمع آوری کل فضولات و استفاده از نشانگر، یک بار برای تعیین AME و AME_n جیره پایه و یک بار نیز برای جیره آزمایشی استفاده شدند. برای تعیین انرژی قابل متابولیسم پودر یونجه از هر دو اعداد به دست آمده جیره پایه و جیره آزمایشی از معادله ۱۰ استفاده شد (۱۰):

$$AME_n(Kcal/kg)=A_b - [(A_b - A_t)/ P] \quad (۱۰)$$ ماده خوراکی آزمایشی

A_b ، AMEn جیره پایه (کیلوکالری بر کیلوگرم)

A_t : AMEn جیره آزمایشی (کیلوکالری بر کیلوگرم)

P : درصد ماده خوراکی آزمایشی که در جیره پایه جایگزین شده است.

با رسم منحنی AME یا AME_n جیره های حاوی نسبت های مختلف پودر یونجه در جیره پایه، معادله رگرسیونی انرژی قابل متابولیسم در مقابل سطوح مختلف پودر یونجه به دست می آید که از روی آن انرژی قابل متابولیسم پودر یونجه محاسبه می شود.

TME مواد آزمایشی توسط معادلات رگرسیونی چندگانه (معادله ۱۱، ۱۲ و ۱۳) با استفاده از داده های حاصل از روش جایگزینی که توسط گالیوم و سامرز (۱۷) و مک ناب (۱۹) ابداع گردید، محاسبه شد:

$$Y= a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (۱۱)$$

Y: انرژی خام کل مواد دفعی

X_1: انرژی خام مصرفی از جیره پایه

X_2: انرژی خام مصرفی از جیره آزمایشی

a: اتلاف انرژی داخلی (اندوژنوس)

b_1: درصدی از انرژی خام جیره پایه که در مدفوع ظاهر می شود

b_2: درصدی از انرژی خام جیره آزمایشی که در مدفوع ظاهر می شود

$TME = GE (۱ - b_1)$ جیره پایه جیره پایه (۱۲)

$TME = GE (۱ - b_2)$ جیره آزمایشی جیره آزمایشی (۱۳)

در این روش نیازی به پرندگان گرسنه جهت تعیین اتلاف انرژی اندوژنوس وجود ندارد و میزان آن با استفاده از ضریب a در معادله فوق تعیین می گردد. با استفاده از روش رگرسیونی و با برآورد پارامترهای معادله مدل مقدار نیتروژن اندوژنوسی (Y) در سطح صفر X و با استفاده از برون یابی معادله خطی در معادلات ۱۴، ۱۵ و ۱۶ تعیین شد:

$$Y= a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (۱۴)$$

Y: کل نیتروژن دفعی به شکل فضولات

X_1: نیتروژن مصرفی از جیره پایه

X_2: نیتروژن مصرفی از جیره آزمایشی

a: نیتروژن دفعی داخلی (اندوژنوس)

b_1: درصدی از نیتروژن جیره پایه که در مدفوع ظاهر می شود

b_2: درصدی از نیتروژن ماده خوراکی آزمایشی که در مدفوع ظاهر می شود

$RN = N (۱ - b_1)$ جیره پایه جیره پایه (۱۵)

$RN = N (۱ - b_2)$ ماده خوراکی آزمایشی ماده خوراکی آزمایشی (۱۶)

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده های حاصل از دو روش جمع آوری کل فضولات و روش نشانگر اکسید کروم جهت اندازه گیری انواع انرژی قابل متابولیسم (AME، AME_n، TME و TME_n) به طور جداگانه و با استفاده از رویه خطی (GLM) و غیر خطی (NLIN) نرم افزار SAS (۲۴) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی پودر یونجه در جدول ۳ گزارش شده است.

انرژی قابل متابولیسم ظاهری پودر یونجه در سطح ۴۰ درصد با استفاده از هر دو روش جمع آوری کل فضولات و نشانگر اکسید کروم و همچنین انرژی قابل متابولیسم حقیقی با استفاده از روابط رگرسیونی و با استفاده از اعداد حاصل از هر۳ سطح آزمایشی (۱۵ ، ۳۰ و ۴۰ درصد) محاسبه گردیدند که در جداول (۴ و ۵) ذکر شده اند.

مقدار انرژی قابل متابولیسم پودر یونجه به روش استفاده از نشانگر و جمع آوری کل فضولات به ترتیب ۲۲۵۰ و ۲۵۲۲ کیلوکالری برکیلوگرم به دست آمد. تفاوت میان انرژی قابل متابولیسم ظاهری در این دو روش می تواند مرتبط با خطاهای موجود در اندازه گیری و یا ناشی از تفاوت در روش آزمایشی باشد.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی پودر یونجه مورد استفاده (برحسب درصد ماده خشک)

ماده خوراکی	ماده خشک (٪)	پروتئین خام	الیاف خام	خاکستر	چربی خام	انرژی خام (kcal/kg)	NDF	ADF
پودر یونجه	۹۴/۵۳	۲۱/۰۲	۲۲	۱۱	۱/۷۶	۴۱۱۱	۳۶/۶	۲۵/۴

سیلیرز (۱۰) انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن را برای یونجه با ۱۵/۶ درصد پروتئین خام در شترمرغ های بالغ به ترتیب ۲۲۲۲/۷ و ۲۱۲۷/۱ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش کرد. دو بررسی دیگر توسط این محقق صورت گرفت که در آزمایش اول میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن برای شترمرغ های بالغ با یونجه ای که حاوی ۱۷/۶ درصد پروتئین خام بود به ترتیب ۲۲۱۵/۵ و ۲۰۸۸/۸ کیلوکالری برکیلوگرم به دست آمد. در بررسی دوم که جهت مقایسه میزان انرژی قابل متابولیسم یونجه با ۱۹/۸ درصد پروتئین خام میان شترمرغ های بالغ و شترمرغ های ۶ ماهه صورت گرفت به ترتیب برای انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن اعداد ۲۲۸۰ و ۲۱۴۳/۸ کیلوکالری برکیلوگرم در بالغین و در پرندگان ۶ ماهه ۲۳۷۰/۸ و ۲۱۹۱/۶ کیلوکالری برکیلوگرم محاسبه گردید. در این آزمایشات مشخص است که با افزایش میزان پروتئین موجود در یونجه مصرفی که از سویی با افزایش کیفیت یونجه در ارتباط می باشد منجر به افزایش در انرژی قابل متابولیسم می گردد که این افزایش می تواند ناشی از افزایش در قابلیت هضم باشد. در بررسی که توسط براند و همکاران (۷) انجام شد میزان انرژی قابل متابولیسم حقیقی یونجه با ۱۶/۴ درصد پروتئین خام اعداد ۲۵۵۲/۵ و ۲۴۳۵/۴ کیلوکالری بر کیلوگرم به دست آمد.

در آزمایشات سیلیرز (۱۰) و براند و همکاران (۷) یونجه در سطوح بالاتر از ۶۰ درصد جهت تعیین انرژی قابل متابولیسم مورد استفاده قرار گرفتند. در آزمایش حاضر به دلیل پایین بودن سن پرندگان و محدودیت در مصرف فیبر در جیره شترمرغ ها با سنین پایین حداکثر سطح مصرفی از پودر یونجه ۴۰ درصد است. این امر می تواند با تحت تأثیر قرار گرفتن آزمایش توسط اثرات تجمعی با جیره پایه نیز مرتبط باشد. مسئله مهم دیگر کیفیت یونجه مصرفی در این بررسی است که در مقایسه با آزمایشات سایر محققین دارای درصد پروتئین خام بالاتر و الیاف خام کمتر می باشد که خود می تواند دلیلی بر افزایش قابلیت هضم آن باشد. پایین تر بودن میزان NDF (۳۶/۶) و ADF (۲۵/۴) نیز دلیلی بر افزایش قابلیت هضم یونجه مورد آزمون است. در آزمایش براند و همکاران (۷) NDF و ADF یونجه مورد آزمایش به ترتیب ۳۸/۸ و ۳۰/۸ درصد گزارش شدند که می تواند بر قابلیت هضم تأثیر داشته باشد. تفاوت در آزمایش های تعیین انرژی قابل متابولیسم که توسط روش های بیولوژیکی انجام می شود نیز می تواند دلیلی برای این تفاوت ها باشد. عمدتاً این روش ها وابستگی گوناگونی به سن پرنده آزمایشی، نوع ماده خوراکی مورد آزمایش، سطح ماده خوراکی که با جیره پایه جایگزین شده یا این که به طور خالص استفاده شود، دارد. حساسیت اندازه گیری AME با تفاوت های موجود در مصرف خوراک به طور کامل در مقاله مک ناب (۱۹) شرح داده شده است.

معادلات رگرسیونی برای تعیین TME و TME_n به ترتیب عبارتند از:

$TME = ۱۱۴ + ۰/۳۸X_1 + ۰/۲۳X_2$

$TME_n = ۹۲ + ۰/۴۱X_1 + ۰/۳X_2$

جدول ۴- مقادیر انرژی قابل متابولیسم پودر یونجه با استفاده از روش جمع آوری کل فضولات و نشانگر اکسید کروم

سطح ماده خوراکی آزمایشی	AME		AME_n	
	اکسید کروم	کل فضولات	اکسید کروم	کل فضولات
پودر یونجه در سطح ۴۰٪ جایگزینی	۲۲۵۰±۲۷۴	۲۵۲۲±۱۱۰	۲۰۴۴±۲۶۸	۲۳۶۶±۱۰۷

جدول ۵- مقادیر انرژی قابل متابولیسم با استفاده از روابط رگرسیونی

خوراک	اجزاء معادلات رگرسیونی	TME (kcal/kg)	TME_n(kcal/kg)
جیره پایه (kcal/kg)		۲۵۳۲	۲۴۱۰
پودر یونجه (kcal/kg)		۳۱۶۵	۲۸۷۷
	انرژی اندوژنوس	۱۱۴±۱۲	-
	انرژی اندوژنوس تصحیح شده بر حسب نیتروژن (kcal)	-	۹۲±۴
	b_1	۰/۳۸±۰/۰۷	۰/۴۱±۰/۰۵
	b_2	۰/۲۳±۰/۰۹	۰/۳±۰/۰۷
	R^2	۰/۸	۰/۸۸

اعداد مربوط به اجزاء معادلات رگرسیونی جهت محاسبه TME و TMEn در زیر ستون مربوط به هر یک ذکر شده اند.

بالاتر بودن انرژی قابل متابولیسم یونجه در پرندگان ۳ ماهه در آزمایش حاضر و پرندگان ۶ ماهه در بررسی سیلیرز و همکاران (۱۱) در مقایسه با شترمرغ های بالغ می تواند به علت بالاتر بودن درجه استرس شترمرغ های جوان تر به نسبت شترمرغ های بالغ در قفس متابولیسمی باشد، چرا که شترمرغ های بالغ قدرت تطبیق پذیری بیشتری با شرایط جدید دارند.

آنالیز شیمیایی پودر یونجه مورد استفاده در این آزمایش در معادلات (۲، ۳ و ۴) تعریف شده توسط براند (۹) قرار داده شد و میزان انرژی قابل متابولیسم حقیقی پودر یونجه با توجه به فیبر خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی برای شترمرغ به ترتیب اعداد ۳۱۰۷ ، ۳۰۹۷/۹ و ۳۱۵۹/۶ کیلوکالری بر گرم به دست آمد. این اعداد بسیار نزدیک به عدد به دست آمده در روش رگرسیونی صورت گرفته در این بررسی است.

انرژی قابل متابولیسم یونجه برای خروس های بالغ لگهورن ۱۶۳۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد گردید (۲۱). انرژی قابل متابولیسم ظاهری بدست آمده برای پودر یونجه با استفاده از روش نشانگر اکسید کروم و جمع آوری کل فضولات در سطح ۴۰ درصد (جدول۴) در شترمرغ های ۳ ماهه در این آزمایش در مقایسه با مرغ و سایر ماکیان افزایش قابل ملاحظه ای نشان می دهد. استفاده از یونجه در تغذیه مرغ تنها محدود به مرغان تخمگذار است که برای افزایش رنگ زرده تخم مرغ و تولک بری مورد استفاده قرار می گیرد. قسمت اعظم فیبر موجود در یونجه شامل سلولز و همی سلولز است که دستگاه گوارش طیور توانایی هضم این مواد را ندارد، چرا که دستگاه گوارش آن ها فاقد آنزیم های تجزیه کننده سلولز و همی سلولز می باشد. بخشی از انرژی که از تخمیر فیبر در طیور مورد استفاده قرار می گیرد ناشی از تخمیرات میکروبی است که در سکوم و کولون بر روی مواد فیبری انجام می شود. مرغ تنها ۱۰-۱ درصد توانایی هضم فیبر را در دستگاه گوارش خود دارد (۲۶). اما یونجه جزو مواد خوراکی اصلی در جیره شترمرغ است. سوارت وهمکاران (۲۸) قابلیت هضم همی سلولز و سلولز در شترمرغ های با وزن ۵۰-۴۲ کیلوگرم (۲۱۰ روزه) به ترتیب ۶۶/۲ و ۳۹/۳ درصد و قابلیت هضم NDF ۴۵/۶ درصد اندازه گیری کردند. پیش از آن نیز سوارت (۲۷) قابلیت هضم NDF در شترمرغ های بالغ را ۶۳ درصد گزارش کرده بود. تفاوت های آناتومیک و فیزیولوژیک دستگاه گوارش شترمرغ در مقایسه با مرغ نظیر طول بیشتر سکوم شترمرغ (تا۷۰ سانتی متر) امکان تخمیر ساختارهای فیبری در بخش انتهایی دستگاه گوارش و استفاده از انرژی موجود در فیبر مواد خوراکی را به شترمرغ می دهد.

آنجل (۵) قابلیت هضم NDF را با تغییر سن در شترمرغ ها بررسی نمود و مشاهده کرد که برای جوجه شترمرغ های ۳ هفته تنها ۶/۵ درصد NDF موجود در خوراک قابل هضم است، در حالی که این مقدار برای شتر مرغ های ۳۰ ماهه ۶۱/۷ درصد بود.

شترمرغ بعنوان یک علفخوار تک معده ای شناخته شده است. دستگاه گوارش شترمرغ مشابه دیگر علفخواران تک معده ای از قبیل الاغ، اسب و خرگوش می باشد (۳). AME_n یونجه ای که دارای ۲۱ درصد پروتئین خام، ۳۳ درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ۲۶ درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی است ۱۹۳۵/۹ کیلوکالری بر کیلوگرم برای خرگوش گزارش شده است (۲). این عدد با اعداد AME_n به دست آمده در این آزمایش برای شترمرغ های ۳ ماهه تفاوت چندانی ندارد. در خرگوش قابلیت هضم فیبر تنها ۱۰ تا ۳۰ درصد برای مواد خوراکی فیبری با کیفیت پایین است در صورتی که قابلیت هضم مواد خوراکی فیبری با کیفیت بالا بین ۳۰ تا ۶۰ درصد است و سهم آن ها در تامین نیاز های کل انرژی ممکن است ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد. شترمرغ می تواند ۷۵ درصد از انرژی متابولیسمی روزانه خود را از اسیدهای چرب فرار حاصل از تخمیرات میکروبی انتهای دستگاه گوارش تأمین کند (۲۷). این خود می تواند دلیلی بر استفاده مؤثر تر شترمرغ از فیبر جیره مصرفی به نسبت خرگوش باشد که باعث ایجاد تفاوت اندک در اعداد AME_n خرگوش و شترمرغ‌های ۳ ماهه در این بررسی شده است.

انرژی قابل متابولیسم ظاهری یونجه با ۲۰ و ۲۲ درصد پروتئین خام به ترتیب ۲۳۱۰ و ۲۵۳۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برای نشخوارکنندگان گزارش شده است (۲۲). این اعداد در نشخوارکنندگان بسیار نزدیک به اعداد به دست آمده در این آزمایش برای شترمرغ است. شترمرغ دارای رکتوم کیسه ای شکل است که ۵۲ درصد طول مجرای گوارشی را تشکیل می دهد. شترمرغ به تخمیرات پس از معدی متکی است در صورتی که نشخوارکنندگان دارای تخمیرات پیش معدی هستند (۱). تخمیر در رکتوم و روده های کور امکان تولید سطوح بالایی از اسیدهای چرب فرار به ویژه استات را فراهم می کند که نشان دهنده مقدار بالای تخمیرات بخش دیواره سلول گیاهی مواد خوراکی در دستگاه گوارش پرنده است (۲۸). گزارش شده که تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در بخش انتهایی دستگاه گوارش شترمرغ های با وزن ۷ و ۴۶ کیلوگرم به ترتیب ۵۲ و ۷۶٪ انرژی قابل متابولیسم مصرفی روزانه را تأمین می کند (۲۰). سوارت (۲۷) غلظت اسیدهای چرب فرار پیش معده و سنگدان شترمرغ را به ترتیب ۱۵۸/۸ و ۱۳۹/۳ میلی مول گزارش کرد. این محقق مشاهده نمود که روده کوچک شترمرغ دارای سطوح پائینی از اسید های چرب فرار (۶۷-۶۵ میلی مول) است، در حالی که غلظت آن در بخش انتهائی دستگاه گوارشی افزایش می یابد. غلظت اسیدهای چرب فرار در سکوم شترمرغ ۱۴۱ میلی مول و در بخش قدامی رکتوم ۱۹۵-۱۷۱ میلی مول برآورد گردید. در آزمایشی که توسط بوورا و همکاران (۶) صورت گرفت میزان تولید اسیدهای چرب فرار حاصل از تخمیر

میکروبی یونجه در آزمایشگاه با روش تولید گاز با استفاده از عصاره حاصل از سکوم و مدفوع شترمرغ اندازه گیری شد. استات، پروپیونات، بوتیرات و کل اسید های چرب فرار در این آزمایش به ترتیب ۴۶/۳۴، ۱۱/۸۴و ۳/۸۶ میلی مول در لیتر به دست آمد. این مسئله مؤید توانایی شترمرغ در استفاده از فیبر موجود در مواد خوراکی مشابه با نشخوارکنندگان است. در همین بررسی قابلیت هضم یونجه با ۱۳/۱ درصد پروتئین ۵۵/۰۲ درصد به دست آمد. در این بررسی مشخص گردید که یونجه در محیط تخمیر، pH برابر ۶/۶۸ تولید می کند که محیط مناسبی جهت رشد باکتری های سلولولایتیک است.

مشابه همین تخمیرات به طور گسترده تری در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان صورت می گیرد. اسیدهای چرب زنجیره کوتاه در نشخوارکنندگان تا ۸۰ درصد از انرژی مورد نیاز روزانه را تشکیل می دهد. به نظر می رسد شباهت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش در شترمرغ و نشخوارکنندگان و محصولات تخمیری تولیدی توسط آنها و همچنین توانایی مشابه این حیوانات در استفاده از منابع فیبری دلیل نزدیک بودن مقادیر انرژی قابل متابولیسم پودر یونجه در آن ها باشد. یافته های ماتسوئی و همکاران (۱۸) این موضوع را مورد تأیید قرار می دهند. این محققین اظهار داشتند که شترمرغ با داشتن باکتری های فیبرولایتیک در قسمت انتهایی دستگاه گوارش توانایی بالایی در تخمیر فیبر رژیم غذایی دارد.

نتیجه گیری

در مطالعه کنونی مقدار AME و AME_n پودر یونجه در سطح ۴۰ درصد با استفاده از روش نشانگر اکسید کروم به ترتیب ۲۷۴ ± ۲۲۵۰ و ۲۶۸ ± ۲۰۴۴ کیلوکالری بر کیلوگرم، اعداد AME و AME_n در سطح ۴۰ درصد با استفاده از روش جمع آوری کل فضولات به ترتیب۱۱۰ ± ۲۵۲۲ و ۱۰۷ ± ۲۳۶۶ کیلوکالری بر کیلوگرم و مقدار TME و TME_n با استفاده از روش رگرسیونی به ترتیب ۳۱۶۵ و ۲۸۷۷ کیلوکالری بر کیلوگرم در شترمرغ های نر ۳ ماهه به دست آمد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش مشخص گردید که شترمرغ های ۳ ماهه به خوبی می توانند از منابع فیبری موجود در رژیم غذایی استفاده نمایند، اما با توجه به اختلاف زیاد اعداد انرژی قابل متابولیسم در مرغ و شترمرغ، استفاده از اعداد موجود در منابع مرغ توصیه نمی شود. با توجه به اهمیت فیبر در جیره های شترمرغ برآورد انرژی قابل متابولیسم موادخوراکی مورد استفاده در جیره های این پرنده به خصوص مواد خوراکی پر فیبر در تمامی سنین این پرنده توصیه می شود.

منابع

۱- رحیمی، ش. ۱۳۸۲. تغذیه مقایسه ای پرندگان (ترجمه). دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس.ص ۱۶۸-۱۴۸.

۲- روغنی، ا. ۱۳۸۱. تغذیه حیوانات اهلی غیر نشخوارکننده (ترجمه). انتشارات آییژ. ص ۸۲-۷۵.

3- Aganga, A. A., A. O. Aganga, and U. J. Omphile. 2003.Ostrich feedin and nutrition. Pakistan Journal of Nutrition. 2(2), 60-67.

4- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

5- Angel, C. R. 1996. Digestibility of feed in ostriches, emu, and African grey parrots. Symposia of the comparative nutrition society., No 1: 4-5.

6- Bovera, F., S. D'urso, S. Calabro, R. Tudisco, C. Di meo, and A. Nizza. 2006. Use of faeces as an alternative inoculums to caecal content to study in vitro feed digestibility in domesticated ostriches (Struthio camelus var. domesticus). Brit. Poult. Sci. in press.

7- Brand, T. S., L. De Brabander, S. J. Van schalkwyk, B. P. fister, and J. P. Hays. 2000. The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostrich (Struthio camelus). Brit. Poult. Sci. 41: 201-203.

8- Brand, T. S. 2001. Ostrich nutrition cost implications and possible saving. J Elsen 21-27.

9- Brand, T. S. 2003. Research on ostrich nutrition in South Africa. Pages 1-28. In: 10th Ostrich World Congress. October 18-19., Vienna., Italy.

10- Cilliers, S. C. 1994. Evaluation of feedstuffs and the metabolisable energy and amino acid requirements for maintenance and growth in ostrich (struthio camelus). PhD thesis. university of Stellenbosch., South Africa.

11- Cilliers, S. C., J. P. Hayes, J. Sales, A. Chwalibog, and J. J. Du preez. 1998. A comparison of metabolisable energy values of Lucerne and Barley between young and mature ostriches. J. Anim. Nutr. 51: 77-82.

12- Cilliers, S. C., J. Sales, J. P. Hayes, A. Chwalibog, and J. J. Du preez. 1999. Comparison of metabolisable energy values of different feedstuffs between ostriches and poultry. Brit. Poult. Sci. 40: 491-494.

13- Cooper, S. N, and T. Palmer. 1994. Observations on the dietary choice of free-ranging juvenile ostriches. Ostrich: J. Afr. Ornithol. 65:251-255.

14- Deeming D. C. 1999. The ostrich biology, production, and health. CABI.

15- Farrel, D. J. 1978. Rapid determinations of metabolizable energy of foods using cockerels. Brit. Poult. Sci. 19: 303-

308.
16- Farrel, D. J., E. Thomson, J. J. Du Preez, and J. P. Hayes. 1991. The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolisable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems. Brit. Poult. Sci. 32: 483-499.
17- Guillaume, J., and J. D. Summers. 1970. Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolisable energy. Can. J. Anim. Sci. 50: 363-369.
18- Matsui, H., T. Ban-Tukuda, and M. Wakita. 2009. Detection of fiber-digesting bacteria in ceca of ostrich using specific primer sets. Curr Microbiol. 60(2): 112-116.
19- Mc Nab, J. M. 1990. Apparent and the true metabolisable energy of poultry diets. In: Wiseman J and Cole DJA (Eds) Feedstuff Evaluation (London, Butter Worths).
20- Musara, C., J. Chamunorwa., K. Holtug, and E. Skadhauge. 2003. Insight into the mechanism of short chain fatty acid absorption in the ostrich (Struthio Camelus) proximal colon. Brit. Poult. Sci. 44, 316- 326.
21- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 8th rev. ed., National Academy Press, Washington, DC., USA.
22- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed., National Academy Press, Washington, DC., USA.
23- Potter, L. M., L. D. Matterson, A. W. Arnold, W. J. Pudelkiewicz, and E. P. Singsen. 1960. Studies in evaluating content of feeds for the chick. 1. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha cellulose. Poult. Sci. 39: 1166-1178.
24- SAS, Institute Inc. 2002. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Version 9.00.
25- Sibbald, I. R. 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In: Recent development in poultry nutrition. Butter Worth. London., U.K.
26- Sturkie P. D. 1976. Avian Physiology (3rd ed.).New York: Springer- Verlag.
27- Swart, D. 1988. Studies on the hatching, growth and energy metabolism of ostrich chicks. PhD thesis, University of Stelenbosch., South Africa.
28- Swart, D., R. I. Mackie, and J. P. Hayes. 1993. Fermentative digestion in the ostrich (struthio camelus var. domesticus), a large avian species which utilizes cellulose. S. Afr. J. Anim. Sci. 23: 119-126.
29- Williams, J. B., M. A. Du Plessis, S. Jackson, and K. A. Nagy. 1993. Field metabolism, water requirements and foraging behavior of wild ostriches in the Namibia. Ecol. 74: 390-404.