نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۴۴۵-۴۳۷

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 437-445

تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم کنجاله سیاه دانه با استفاده از خروس‌های بالغ و مدل‌های پیش‌بینی AME_n

سید جواد حسینی واشان[۱*]- طاهره غزنوی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۸

چکیده

به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی کنجاله سیاه دانه و برآورد انرژی قابل متابولیسمی ظاهری تصحیح شده برای ازت به کمک مدل‌های پیش‌بینی، نمونه‌های کنجاله سیاه دانه از سه کارخانه روغن‌کشی در استان‌های خراسان جمع آوری شد. به منظور انرژی قابل متابولیسمی، از ۱۶ قطعه خروس‌بالغ‌های-لاین ۳۶- W(سن ۳۱ هفتگی) در آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی حاوی چهار تیمار با چهار تکرار (یک قطعه در هر تکرار) استفاده شد. نتایج نشان داد که مقدار ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، الیاف خام و خاکستر کنجاله سیاه دانه به ترتیب برابر ۰/۷۲۳ ±۹۲/۲۴، ۱/۱۵۱ ±۳۰/۷۴۹، ۱/۱۲۹±۷/۴۸۷، ۰/۸۱۳ ±۷/۸۸۴، ۰/۹۵۵ ±۵۲/۸۷۱، ۰/۲۲۷ ±۴/۹۹۹ است. انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) و تصحیح شده برای ازت (AME_n) کنجاله سیاه دانه برابر ۸۹/۵۹۶ ± ۲۲۳۴/۲۱ و ۸۹/۵۹۴ ±۲۲۳۳/۵۲ و انرژی قابل متابولیسم حقیقی(TME) و تصحیح شده برای ازت (TME_n) کنجاله سیاه دانه برابر ۷۶/۲۵۴ ± ۲۲۹۸/۷۹ و ۷۶/۲۵۱±۲۲۹۸/۳۸ کیلوکالری بر کیلوگرم به دست آمد. بهترین معادله جهت برازش انرژی قابل متابولیسمی ظاهری تصحیح شده برای ازت برمبنای اجزاء سازنده کنجاله سیاه دانه، با استفاده از رابطه AME_n= 4095.41 + 5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom. برابر ۵۲/۸۹۹±۲۲۱۹/۰۵ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد شد. بنابراین، می‌توان از این رابطه برای تخمین میزان AMEn کنجاله سیاه دانه براساس میزان چربی و فیبرنامحلول در شوینده خنثی (aNDFom) و خاکستر بهره جست.

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل متابولیسم حقیقی، انرژی قابل متابولیسم ظاهری، خروس بالغ، کنجاله سیاه دانه.

مقدمه

تغذیه از جمله مهمترین عوامل تعیین کننده در موفقیت مجتمع پرورش طیور است و در میان منابع خوراکی طیور، کنجاله دانه‌های روغنی به دلیل تأمین پروتئین جیره از اهمیت بالاتری برخوردارند زیرا منابع پروتئینی جیره به لحاظ قیمتی، گران‌تر می‌باشند (۹). اکنون مهم‌ترین منبع پروتئینی قابل دسترس و مورد استفاده در جیره طیور کنجاله سویا است که به دلیل ترکیب اسید آمینه مناسب و درصد پروتئین بالا به‌عنوان اصلی‌ترین منبع پروتئینی جیره طیور بوده و در موارد کمبود قیمت آن ممکن است تا بیش از دو برابر افزایش یابد. بنابراین محققین و پرورش دهندگان طیور همواره به دنبال یافتن منابع پروتئین جدید جهت جایگزینی بخشی از پروتئین جیره با سویا هستند. یکی از کنجاله‌های دانه‌های روغنی کنجاله سیاه دانه است. در اهمیت سیاه دانه ذکر این نکته کافی است که در حدیثی از پیامبر در البخاری ذکر شده که سیاه دانه برای درمان هر بیماری به جز مرگ مناسب است (۴). سیاه دانه دارای ۲۰ درصد پروتئین و ۳۷ درصد روغن است و به‌عنوان منبع غنی عناصر معدنی سدیم، پتاسیم و کلسیم معرفی می‌شود (۱). در مطالعه‌ای گزارش شد که کنجاله سیاه دانه دارای ۲۹/۸۴ درصد پروتئین خام، ۰/۵۵، ۱/۰۷۵، ۴/۳۱، درصد به ترتیب متیونین، ترئونین و روغن و ۱۹۴۹ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم ظاهری برای طیور می‌باشد (۱۸). البته در این مطالعه انرژی قابل متابولیسمی با معادلات پیش‌بینی برازش شده بود. بنابراین کنجاله سیاه دانه دارای سطح قابل قبولی پروتئین خام هست. در مطالعات مزرعه‌ای مشخص شده که افزودن سیاه دانه و روغن آن به جیره بلدرچین و خرگوش باعث بهبود عملکرد رشد گردید (۷)،

۱- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند،
۲- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
(*- نویسنده مسئول: Email: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/ijasr.v1i1.57005

همچنین اثر جایگزینی کنجاله سیاه دانه با کنجاله سویا در جیره جوجه گوشتی نشان داد که جایگزینی کنجاله سویا تا سطح ۵۰ درصد توسط کنجاله سیاه دانه تأثیر منفی بر عملکرد نخواهد داشت (۲) محققین مطالعه اخیر گزارش نمودند که درصد رطوبت، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر، عصاره عاری از ازت، کلسیم فسفر تام کنجاله سیاه دانه به ترتیب برابر ۵/۵۹، ۸۶/۸، ۳۱/۳۶، ۱۲/۲۷، ۱۶/۵۲، ۷/۶۱، ۲۶/۶۵ ۱/۱۶ و ۰/۷۰ است. مقدار انرژی خام سیاه دانه در این تحقیق ۴۸۲۶ کیلوکالری و انرژی قابل متابولیسم آن ۳۴۰۸ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش شد (۲). کنجاله سیاه دانه به لحاظ کیفیت اسید آمینه بر سویا ترجیح دارد به جز اسید آمینه لیزین که مقدار آن در کنجاله سیاه دانه پائین‌تر از کنجاله سویا هست(۲). بر طبق یافته‌های این تحقیق جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۲۵ درصد کنجاله سیاه دانه دارای افزایش وزن بدنی بالاتری بودند همچنین افزودن فیتاز به جیره دارای کنجاله سویا باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی گردید به لحاظ اقتصادی نیز هزینه تمام شده جیره را کاهش داد (۲).

با توجه به زمانبر بودن و مشکلات اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسمی به روش حیوانی (*In Vivo*)، در سالیان اخیر مدل‌های پیش‌بینی جهت برازش انرژی قابل متابولیسمی تصحیح شده برای ازت مواد خوراکی براساس ترکیب شیمیائی ماده خوراکی پیشنهاد شده است (۸، ۱۰ و ۱۵). هر چند نتایج حاصل از آنها در دست بررسی است و هر مدلی برای یک گروه از مواد خوراکی ارائه شده است ولی با انتخاب بهترین مدل می‌توان به نتایج با ثبات دست یافت. هدف از این تحقیق، اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی کنجاله سیاه دانه و تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری، حقیقی و تصحیح شده برای ازت آن با استفاده از خروس‌های بالغ و انتخاب مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی AME_n براساس ترکیب شیمیایی کنجاله سیاه دانه بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها: جهت تعیین ارزش غذایی و انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی کنجاله سیاه دانه، تعداد ۳ نمونه کنجاله از سه کارخانه روغن‌کشی مختلف در سه هفته متوالی تهیه شد و به آزمایشگاه تغذیه دام جهت تعیین ارزش غذایی منتقل شد.

تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌ها: مقدار ماده خشک، پروتئین خام (CP)، چربی خام (EE)، فیبر خام (CF)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، خاکستر (ASH)، کلسیم و فسفر براساس روش‌های پیشنهادی انجمن شیمیدانان تجزیه (AOAC[1]) تعیین گردید. همچنین انرژی خام نمونه‌ها نیز با استفاده از بمب کالریمتری (Parr مدل ۱۲۶۶ ساخت کشور آمریکا) تعیین گردید (۶).

پرندگان، جایگاه، شرایط پرورش و عادت‌دهی پرندگان مورد استفاده در آزمایش: در این تحقیق از ۱۶ قطعه خروس‌های لاین W-۳۶ با سن ۳۱ هفته استفاده شد. پرندگان در قفس‌های انفرادی که در زیر آنها سینی جمع‌آوری مدفوع تعبیه شده بود قرار داده شدند تا به طور کامل فضولات در طی دوره جمع‌آوری گردد. دما در طی دوره نگهداری به طور ثابت ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد حفظ شد و برنامه نوری نیز بصورت روزانه ۱۴ ساعت روشنایی بود. دسترسی به آب در دوره آزمایشی بصورت مداوم و در تمام ساعات شبانه روز بود. به منظور انتخاب پرندگان یکنواخت، یک هفته پرندگان با جیره پایه ذرت–سویا در حد نگهداری تغذیه شدند (جدول ۱). برای عادت‌پذیری پرندگان، در ابتدا خروس‌ها به مدت چهار روز به صورت آزاد، جیره‌های آزمایشی در اختیار آنها قرار گرفت تا با جیره‌های جدید تطابق پیدا نمایند (۱۹).

تیمارها و جیره های آزمایشی: پرندگان در قالب ۱۶ واحد آزمایشی شامل چهار تیمار و چهار تکرار در هر تیمار (هر خروس یک تکرار) توزیع شدند. با توجه به محدودیت تعداد خروس و قفس‌های آزمایشی هر نمونه کنجاله در یک مرحله (در مجموع آزمایش در سه مرحله متوالی) مورد آزمایش قرار گرفت.

تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME^{2}) و حقیقی (TME^{3}) تصحیح شده برای ازت کنجاله سیاه دانه: ابتدا پرندگان آزمایشی عادت داده شده با جیره‌های جدید به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگه داشته شدند و بعد از آن به مدت ۷۲ ساعت روزانه ۱۰۰ گرم خوراک دریافت کرده و مدفوع فاقد فلس و پر جمع‌آوری گردید، به منظور تخلیه کامل مجرای گوارشی، تا ۲۴ ساعت پس از آخرین تغذیه مدفوع جمع‌آوری شد (۱۹). در این دوره روزانه، دو مرحله مدفوع جمع‌آوری می‌گردید. برای تعیین TME از خروس‌های آزمایش پیشین استفاده شد که تعداد ۴ خروس به عنوان یک تیمار، خوراک دریافت ننمودند و به مدت ۴۸ ساعت گرسنه بودند و در طی این دوره مدفوع مانند دوره قبل جمع‌آوری گردید (۱۷). مقادیر TME و TMEn هر یک از جیره‌ها با روش زیر محاسبه شد سپس برای تعیین میزان TME و TMEn کنجاله سیاه دانه مانند روش محاسبه AMEو AMEn نمونه‌ها آزمایشی عمل شد.

محاسبات AME, AMEn, TME, TMEn:

از معادلات ۱، ۲ و ۳ برای تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده برای ازت در روش جمع‌آوری کل فضولات استفاده می‌شود (۱۷).

1- Association of official analytical chemists (AOAC)

2- Apparent Metabolizable Energy (AME)

3- True Metabolizable Energy (TME)

جدول ۱- اجزاء مواد خوراکی و ترکیب جیره‌های آزمایشی مورد استفاده خروس‌های آزمایشی

Table 1- The ingredients and chemical composition of experimental diets used for cockerels

مواد مغذی Ingredients	۰ ٪ کنجاله سیاه دانه 0% NS[1]	۱۰ ٪ کنجاله سیاه دانه 10% NS	۲۰ ٪ کنجاله سیاه دانه 20% NS	۳۰ ٪ کنجاله سیاه دانه 30% NS
ذرت Corn	64.25	57.01	48.51	41.01
کنجاله سویا (۴۴ ٪ پروتئین خام) Soybean meal (44% CP)	11.27	14.23	14.54	16.33
کنجاله سیاه دانه Nigella sativa meal	0.00	10.00	20.00	30.00
سبوس گندم Wheat bran	21.29	15.90	14.21	10.11
صدف Oyster shell	1.58	1.42	1.33	1.24
نمک Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
دی کلسیم فسفات Dicalcuim phosphate	1.17	1.00	1.04	0.98
ارزش مواد مغذی محاسبه شده Calculated nutrient composition				
انرژی متابولیسمی Metabolizable energy (kcal kg^{-1})	2800	2800	2800	2800
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	14.00	14.00	14.00	14.00
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.90	0.90	0.90	0.90
فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorous (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

[1]*Nigellasativa* Meal

$$AME\ (Kcal/kg)= [F_i \times GE_f)-(E \times GE_e)]/\ F_i \quad (۱)$$

$$AMEn\ (Kcal/kg)= [(Fi \times GEf) – (E \times GEe) – (NR \times K)]/Fi \quad (۲)$$

$$NR= (Fi \times Nf) – (E \times Ne) \quad (۳)$$

در این معادله‌ها، F_i: مقدار خوراک مصرفی (گرم)، E: مقدار مدفوع (گرم)، GE_f: انرژی خام یک گرم خوراک (کیلوکالری)، GE_e: انرژی خام یک گرم مدفوع (کیلوکالری)، Nf: درصد نیتروژن خوراک، Ne: درصد نیتروژن فضولات (گرم)، K: ۸/۲۲ کیلوکالری به ازای هر گرم نیتروژن، NR: میزان ابقای ازت می‌باشد.

با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲، AME و AMEn جیره پایه و جیره‌های آزمایشی تعیین شد. برای تعیین انرژی قابل متابولیسم کنجاله سیاه دانه از اعداد به دست آمده جیره پایه و جیره‌های آزمایشی از رابطه شماره ۴ استفاده شد. بارسم منحنی AME یاAMEn جیره‌های حاوی نسبت‌های مختلف کنجاله سیاه دانه در جیره پایه، معادله رگرسیونی انرژی قابل متابولیسم در مقابل سطوح مختلف مواد خوراکی مورد آزمایش به دست آمد و از روی آن مدل‌ها انرژی قابل متابولیسم کنجاله سیاه دانه محاسبه شد.

$$AME_n(Kcal/kg)=E_b – [(E_b – E_t)/ P] \quad (۴)$$

در این معادله، E_b: انرژی قابل متابولیسم جیره پایه (کیلوکالری برکیلوگرم)، E_t: انرژی قابل متابولیسم جیره آزمایشی (کیلوکالری برکیلوگرم)، P: درصد ماده خوراکی آزمایشی که درجیره پایه جایگزین شده می‌باشد (۱۹).

انرژی قابل متابولیسم حقیقی (TME)

$$TME(kcal\ kg^{-1})= AME+ EEL/Fi \quad (۵)$$

$$TMEn(kcal/kg)= AMEn+ EEL+[(8.73\times NR_0)/Fi] \quad (۶)$$

در معادله‌ها، EEL: مقدار انرژی دفعی با منشا داخلی بدن (انرژی متابولیکی مدفوع و درون‌زاد ادرار دفعی پرندگان گرسنه) برحسب کیلوکالری، Fi: مقدار خوراک مصرفی(گرم)، NR_0: مقدار ازت متابولیکی مدفوع و درون‌زاد دفع شده به گرم در پرندگان گرسنه می‌باشد.

تجزیه‌های آزمایشگاهی: سپس مدفوع جمع‌آوری شده در

مراحل قبلی به آزمایشگاه منتقل و مقدار ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام براساس روش‌های پیشنهادی انجمن شیمیدانان تجزیه (AOAC[1]) تعیین گردید همچنین انرژی خام نمونه‌ها نیز با استفاده از بمب کالریمتری (Parr مدل ۱۲۶۶ ساخت کشور آمریکا) تعیین گردید (۶).

معادلات پیش‌بینی انرژی قابل سوخت و ساز کنجاله سیاه دانه

به منظور پیش‌بینی میزان AMEn نمونه‌های مورد آزمایش، روابط پیشنهادی (۱۱-۷) زیر مورد بررسی قرار گرفت. پس از جایگزینی مقادیر ترکیب شیمیایی کنجاله سیاه دانه در روابط مذکور، رابطه‌ای که بیشترین شباهت داده‌ای را با روش تعیین AME_n با استفاده از خروس بالغ داشت به‌عنوان مدل مناسب برای برآورد AMEn کنجاله سیاه دانه پیشنهاد گردید.

الف) معادله ویژه مواد خوراکی متراکم پروتئینی (۱۰)

$$AMEn = 2707.71 + 5.863EE - 1.606aNDFom. \quad (R^2= 0.81;\ RSD= 0.4847;\ P\text{-value}<0.0001;\ n= 199) \quad (۷)$$

ب) معادله ویژه مواد خوراکی متراکم انرژی‌زا (۱۰)

$$AMEn = 4371.18 - 2.648CP + 3.065EE - 12.693ASH - 5.226CF - 2.514aNDFom + 2.440ADFom. \quad (R^2= 0.81;\ RSD= 0.4689;\ P\text{-value}<0.0001;\ n= 375) \quad (۸)$$

$$AMEn = 4205.23 + 3.058EE - 13.035ASH - 5.829CF - 2.831aNDFom + 1.671ADFom. \quad (R^2 = 0.81;\ RSD = 0.4771;\ P\text{-value}<0.0001;\ n = 375) \quad (۹)$$

ج) معادله ویژه مواد خوراکی متراکم انرژی و پروتئینی (۱۱)

$$AMEn = 4101.33 + 5.628EE - 23.297ASH - 2.486aNDFom + 1.042ADFom. \quad (R^2= 0.84;\ RSD= 0.4137;\ P\text{-value}<0.0001;\ n= 574) \quad (۱۰)$$

$$AMEn = 4095.41 + 5.684EE - 22.526ASH - 2.224aNDFom. \quad (R^2 = 0.83;\ RSD= 0.4171;\ P\text{-value}<0.0001;\ n= 574) \quad (۱۱)$$

در این معادله‌ها، EE: چربی خام، aNDFom: الیاف محلول در شوینده خنثی، ADFom: الیاف محلول در شوینده اسیدی؛ CF، الیاف خام: ASH: خاکستر، CP: پروتئین خام، AMEn: انرژی قابل متابولیسمی تصحیح شده برای ازت، R^2: ضریب تبیین، n: تعداد نمونه مورد استفاده در برازش رابطه مذکور، P-value: سطح معنی‌داری آماری می‌باشد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی کنجاله سیاه دانه نشان داد که میانگین ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر کنجاله‌های سیاه دانه مورد آزمایش برابر ۰/۷۲۳± ۹۲/۲۴، ۱/۱۵۱± ۳۰/۷۴۹، ۱/۱۲۹±۷/۴۸۷، ۰/۸۱۳± ۷/۸۸۴، ۰/۹۵۵± ۵۲/۸۷۱، ۰/۲۲۷± ۴/۹۹۹ است (جدول ۲). بنابراین، به لحاظ ارزش غذایی، کنجاله سیاه دانه می‌تواند منبع غذایی بالقوه مناسبی برای طیور باشد. کنجاله‌های سیاه دانه مورد مطالعه دارای ۰/۱۸ درصد کلسیم و ۰/۲۸۵ درصد فسفر بودند. عبدو گزارش نمود که کنجاله سیاه دانه دارای ۵/۵۹ درصد رطوبت، ۸۶/۸ درصد ماده الی، ۳۱/۳۶ درصد پروتئین خام، ۱۲/۲۷ درصد چربی خام، ۱۶/۵۲ درصد فیبر خام ، ۷/۶۱ درصد خاکستر، ۲۶/۶۵ درصد عصاره عاری از ازت، ۱/۱۶ درصد کلسیم و ۰/۷۰ درصد فسفر تام دارد (۲). یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که درصد روغن و فیبر خام کنجاله‌های مورد آزمایش از مطالعه عبدو پایین‌تر بوده است. دانه سیاه دانه دارای ۱۹/۸درصد پروتئین، ۳۷ درصد روغن، ۵/۱ درصد فیبر خام، ۴ درصد خاکستر و ۴ درصد نشاسته است و منبع غنی عناصر معدنی سدیم، پتاسیم و کلسیم می‌باشد (۱). تکلی نیز گزارش نمود که درصد پروتئین خام کنجاله سیاه دانه برابر ۲۹/۸۴ درصد، روغن، فیبر خام، خاکستر، NDF و ADF کنجاله سیاه دانه نیز به ترتیب برابر: ۴/۳۱، ۸/۹۷، ۴/۹۵، ۵۴/۴۴ و ۳۲/۷ درصد بود (۱۸) که این مقادیر به یافته‌های مطالعه حاضر نزدیک بود.

انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) و تصحیح شده برای ازت (AME_n) کنجاله سیاه دانه برابر ۸۹/۵۹۶ ± ۲۲۳۴/۲۱ و ۸۹/۵۹۴±۲۲۳۳/۵۲ و انرژی قابل متابولیسم حقیقی (TME) و تصحیح شده برای ازت (TME_n) کنجاله سیاه دانه برابر ۷۶/۲۵۴±۲۲۹۸/۷۹ و ۷۶/۲۵۱±۲۲۹۸/۳۸کیلوکالری بر کیلوگرم به دست آمد (جدول ۳). مقدار انرژی خام سیاه دانه در مطالعات پیشین نیز۴۸۲۶ کیلوکالری و انرژی قابل متابولیسم آن را ۳۴۰۸ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش شد (۲). یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد مقدار انرژی خام کنجاله سیاه دانه در مطالعه حاضر پایین‌تر از مطالعه عبدو بود همچنین مقدار انرژی قابل متابولیسم محاسباتی در آن تحقیق بسیار بالا برآورد شده بود که بر مبنای ضریب ۰/۷۲ برای انرژی قابل متابولیسم از انرژی خام محاسبه و گزارش شده بود ولی در مطالعه حاضر به کمک معادلات دقیق‌تر و همچنین با استفاده از آزمایشات حیوانی به کمک خروس‌های بالغ مقدار دقیق آن تعیین

1- Association of official analytical chemists (AOAC)

گردید. سپس جهت سهولت محاسبات این مقادیر با معادلات برازش انرژی متابولیسمی براساس مواد مغذی، مورد برازش قرار گرفتند تا بهترین مدل جهت برازش انتخاب شود یافته‌ها نشان داد که می‌توان از معادلات برازش AME برای این منظور بهره جست. در مطالعه‌ای تکلی گزارش نمود که کنجاله سیاه دانه دارای ۱۹۴۹ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم ظاهری برای طیور می‌باشد (۱۸).

انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی تصحیح شده برای ازت کنجاله سیاه دانه:

تحلیل معادلات پیشگویی نشان می‌دهد که بهترین معادله جهت برازش انرژی قابل متابولیسمی برمبنای اجزا سازنده (مواد مغذی) کنجاله سیاه دانه، معادله پیشنهادی ناسیمنتو برای مواد انرژی‌زا و پروتئینه یعنی معادله AMEn=4095.41+5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom. است (۱۱). زیرا در این مطالعه، این معادله به لحاظ ضریب تبیین نیز دارای بالاترین مقدار (۰/۸۸= R^2) بود و خروجی مدل نیز بیشترین نزدیکی را با اعداد تجربی حاصل از تعیین انرژی قابل متابولیسم با استفاده از خروس‌های بالغ داشت.سایر معادلات پیشنهادی برای سطح پایین چربی در کنجاله سیاه دانه مقادیر بالاتر از مقدار تعیین شده با روش حیوانی را پیش بینی می‌نمایند. در طی برازش مقادیر انرژی قابل متابولیسمی، این معادله بالاترین میزان ضریب تبیین و بیشترین همپوشانی را با مقادیر تعیین شده با روش حیوانی داشت. بنابراین با توجه به کمبود اطلاعات در زمینه انرژی متابولیسمی کنجاله سیاه دانه، امید می‌رود به کمک این اطلاعات بتوان به روش آزمایشگاهی و به روش محاسباتی، انرژی قابل متابولیسمی کنجاله سیاه دانه را جهت استفاده در تغذیه طیور تعیین نمود.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی نمونه‌های کنجاله سیاه دانه (ارقام بر حسب وزن هوا خشک)

Table 2- Chemical composition of three Samples of Nigella Sativa (data per as fed)

ارزش غذایی Nutrients value	نمونه ۱ Sample 1	نمونه۲ Sample 2	نمونه ۳ Sample 3
ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	91.58±1.056	92.06±0.475	92.62±0.395
انرژی خام GE	4650±62.562	4401±69.524	4310±45.652
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	31.49±0.833	30.68±0.770	29.43±0.987
چربی خام (درصد) Ether extract (%)	8.52±0.915	7.12±0.452	6.50±0.400
فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)	7.14±0.180	7.62±0.262	8.83±0.300
فیبر محلول در شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (NDF, %)	52.11±1.117	53.29±0.891	53.41±1.061
فیبر محلول در شوینده اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (ADF, %)	31.09±0.472	30.83±0.813	30.26±0.801
خاکستر (درصد) Ash (%)	5.14±0.234	4.89±0.190	4.82±0.129
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.176±0.006	0.185±0.005	0.190±0.006
فسفر قابل دسترس (درصد) Phosphorous (%)	0.287±0.004	0.288±0.005	0.285±0.004

جدول ۳- انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی و مقادیر پیش‌بینی شده نمونه‌های کنجاله سیاه دانه (کیلوکالری بر کیلوگرم)

Table 3- Apparent and true metabolizable energy and predicted value of them in samples of Nigella Sativa (Kcal kg^{-1})

انرژی متابولیسمی Metabolizable energy	Sample 1	Sample 2	Sample 3
انرژی متابولیسمی ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم) AME (kcal kg^{-1})	2342.5±31.086	2209.51±29.027	2143.1±8.580
انرژی متابولیسمی ظاهری تصحیح شده برای ازت (کیلوکالری بر کیلوگرم) AMEn (kcal kg^{-1})	2341.83±31.101	2208.12±29.030	2142.83±8.575
انرژی متابولیسمی حقیقی (کیلوکالری بر کیلوگرم) TME (kcal kg^{-1})	2391.54±13.533	2281.12±14.021	2220.45±15.293
انرژی متابولیسمی حقیقی تصحیح شده برای ازت (کیلوکالری بر کیلوگرم) TMEn (kcal kg^{-1})	2390.90±13.512	2279.89±14.042	2220.15±15.294
مقادیر AMEn پیش‌بینی شده براساس فرمول‌های پیشنهادی The predicted AMEn based suggested formula			
مقادیر AMEn پیش‌بینی شده براساس معادله Nascimeto, 2007 برای منابع پروتئینی[1] AMEn suggested by Nascimeto, 2007 for protein concentrate[1]	2433.34±46.607	2332.27±40.709	2298.37±37.881
مقادیر AMEn پیش‌بینی شده براساس معادله Nascimeto, 2007 برای منابع انرژی‌زا[2] AMEn suggested by Nascimeto, 2007 for Energy concentrate[2]	2218.41±57.698	2170.57±23.938	2109.83±18.614
مقادیر AMEn پیش‌بینی شده براساس معادله Nascimeto, 2007 برای منابع انرژی‌زا[3] AMEn suggested by Nascimeto 2007 for Energy concentrate[3]	2421.77±59.716	2347.84±47.457	2256.47±31.516
مقادیر AMEn پیش‌بینی شده براساس معادله Nascimeto, 2007 برای منابع پروتئینی و انرژی‌زا[4] AMEn suggested by Nascimeto, *et al.*, 2009 for protein &Energy concentrate[4]	2410.57±68.534	2359.22±43.114	2332.09±35.709
AMEn suggested by Nascimeto, *et al.*, 2009 for protein &Energy concentrate[5]	2262.92±65.396	2213.36±46.366	2189.02±39.148

[1]AMEn = 2707.71 + 5.863EE− 1.606aNDFom;
[2]AMEn = 4371.18 −2.648CP + 3.065EE−12.693ASH−5.226CF−2.514aNDFom + 2.440ADFom,
[3]AMEn = 4205.23 + 3.058EE-13.035ASH −5.829CF −2.831aNDFom + 1.671ADFom,
[4]AMEn = 4101.33 + 5.628EE −23.297ASH−2.486aNDFom + 1.042ADFom
[5]AMEn = 4095.41 + 5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom

نتیجه گیری کلی

تجزیه ترکیب شیمیایی کنجاله سیاه دانه نشان داد که کنجاله سیاه دانه دارای حدود ۳۰ درصد پروتئین و ۲۲۰۰ کیلوکالری انرژی متابولیسمی است که البته میزان انرژی متابولیسمی آن با تغییر درصد روغن کنجاله تغییر می‌نماید و بهترین رابطه برای برازش میزان انرژی متابولیسمی آن AMEn=4095.41+5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom (معادله پیشنهادی ناسیمنتو و همکاران (۱۱) برای مواد انرژی‌زا و پروتئینه) است که خروجی آن بیشترین نزدیکی را با داده‌های تجربی را داشت.

منابع

1- Abbas Ali, M., M. Abu Sayeed., M. ShahinurAlam., Mst. SarminaYeasmin., A. Mohal Khan, and I. Muhamad Ida. 2012. Characteristics of oils and nutrient contents of nigella sativalinn. And trigonella foenum-graecum seeds. Bulletin Chemistry Society Ethiopology, 26(1): 55-64.
2- Abdo, Z. M. 2004. Effect of phytase supplementation on the utilization of Nigella Sativa seed meal in broiler diets. Egyptian Poultry Science, 7: 143-162.
3- Akhtar, M. S., Z. Nasir, and A. R. Abid. 2003. Effect of feeding powdered Nigella sativa L. seeds on poultry egg production and their suitability for human consumption. Veterinarian Archives, 73(3): 181-190.
4- Al-Bukhari, S. A. 1971. The translation of the meaning of sahih Al-Bukhari by Mohammad Mohsen khan-darElarabia publishing, printing and distribution, Beirut, Lebanon.
5- Alvarenga, R. R., P. B. Rodrigues., M. G. Zangeronimo., R. T. F. Freitas., R. R. Lima., A. G. Bertechini, and E. J.

Fassani. 2011. Energetic values of feedstuffs for broilers determined with in vivo assays and prediction equations. Animal Feed Science and Technology, 168: 257– 266.
6- AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
7- Awadalla, S. A, and M. Azza Kamal. 2000. Effect of nigella sativa seeds and oil on performance and some biochemical parameters in rabbit's serum. Egyptian Veterinary Nutrition Journal, 1: 31-42.
8- GhafoorianRad , M., H. Nassiri Moghadam., H. Kermanshahi, and M. DaneshMesgaran. 2011. Determination of MetabolizableEenergy, Protein Quality and Chemical Composition of Blood Meal for Broiler Chickens and Adult Leghorn Rosters. Iranian Journal of Animal Science Research, 3(1): 15-23. (In Persian).
9- Leeson, S, and L. D. Summers. 2001. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th Ed. University Books, Canada.
10- Nascimento, G. A. J. 2007. Prediction equations of the energetic values of poultry feedstuffs for utilizing the meta-analysis principle. PhD Thesis University Lavras, Minas Gerais, Brazil.
11- Nascimento, G. A. J., P. B. Rodrigues., R. T. F. Freitas., A. G. Bertechini., R. R. Lima, and L. E. A. Pucci. 2009. Prediction equations to estimate the energy values of plant origin concentrate feeds for poultry utilizing the meta-analysis. Brazilian Journal of Animal Science, 38: 1265–1271.
12- Nasir, Z, and M.A. Grashorn. 2006. Use of Black cumin (*Nigella sativa*) as alternative to antibiotics in poultry diets. Pages 210-213 in Proc. 9th TagungSchweine-und Geflügelernährung, Halle (Saale), Germany.
13- Nasir, Z, and M. A. Grashorn. 2009. Echinacea: A potential feed and water additive in poultry and swine production. Archives Fur Geflügelk, 73(3): 227-236.
14- Rezaeipour, V., F. Boldaji., B. Dastar., A. Yaghobfar, and A. Ghaisari. 2009. Determination of apparent nutrients digestibility and metabolizable energy of diets with different inclusion of dried tomato pomace in broiler chickens. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 16(1): 90-102. (In Persian).
15- Rodrigues, P. B., H. S. Rostagno., L. F. T. Albino., P. C. Gomes., W. A. Barboza, and R. T. Santana. 2001. Energy values of millet, corn and corn byproducts, determined with broilers and adult cockerels. Brazilian Journal of Animal Science, 30: 1767–1778.
16- Saoltan, M. A. 1999. Effect of dietary Nigella sativa (black seed) and /or ox bile supplementation on growth and reproductive performance of Japanese quail. Alexia Journal Veterinary Science, 15(3): 655-9.
17- Sibbald, I. R. 1986. The T.M.E. system of feed evaluation: methodology, feed composition data and bibilography. Technical Bulletin 1986-4 E. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Canada.
18- Tekeli, A. 2014. Nutritional value of black cumin meal as an alternative protein source in poultry nutrition. Journal of Animal Science Advanced, 4(4): 797-806.
19- Yaghobfar, A, and A. Boldaji. 2002. Influence of level of input and procedure on metabolisable energy and endoge- nous energy loss (EEL) with adult cockerels. British Poultry Science, 43: 696-704.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 437-445

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۴۴۵-۴۳۷

Determination of Nutritive Value and Metabolizable Energy of *Nigellasativa* Meal Using Leghorn Cockerel and Predicted AMEn Models

S. J. Hosseini-Vashan[1*]- T. Ghaznavi[2]

Received: 24-06-2016
Accepted: 07-01-2017

Introduction The protein sources in poultry nutrition are the most expensive parts of rations. Today, soybean meal is the major protein source that using in poultry nutrition. The cost of soybean meal is expensive and search to find new source of protein for poultry diet is important. *Nigellasativa* meal is a protein that could be used in poultry nutrition. The Nigella sativa or cumin seed meal has an acceptable percentage of crude protein, crude fiber, ether extract and metabolizable energy. The amino acid profile of nigella sativa meal is better than soybean meal with the exception for lysine. The percentage of lysine in soybean meal was higher than nigella sativa. Broilers that fed nigella sativa had better performance, and immune system. Therefore, the main objective of the present experiment was conducted to determine metabolizable energy of Nigella sativa or cumin seed meal by adult cockerels.

Materials and Methods The nigella sativa meal samples were provided from three industries. The major components of samples involved gross energy, crude protein, crude fiber, ether extract, ash, calcium, available phosphorous were analyzed by AOAC method. The AME of nigella sativa samples were determined by cockerels. A total of sixteen leghorn cockerels were used. The age of cockerels was 31 weeks old. This experiment was done in a completely randomized design with 4 treatments involved 0, 10, 20 and 30 percentage of nigella sativa with 4 replicates (1 cockerel each).The cockerels were adapted to new diets for 3 days, and then they were hunger for 24 hours. Cockerels were fed experimental diets for 72 hours and the excreta were collectedat whole of this period. The excreta and diets samples were analyzed for gross energy, crude protein, crude fiber, ether extract, ash, calcium, available phosphorous were analyzed by AOAC method. The AME of experimental diets were computed by the models of AME (Kcal/kg)= $[F_i \times GE_f)-(E \times GE_e)$]/ F. Then, AME of experimental feed were calculated by the equations of AMEn(Kcal/kg)=AME of basal diet – [(AME of basal diet – AME of experimental diet)/ levels of replacement].Then, the digestibility and metabolizable energy of diets were determined. The predicted apparent metabolizable energy was corrected for nitrogen (AMEn) was calculated with suggested equations of Nascimento et al. (2007 and 2009).

Results and Discussion The cumin seed meal had 92.24 ± 0.723 % dry matter, 30.749 ± 1.151 % crude protein, 7.487 ± 1.129 % ether extract and 7.884 ± 0.813 % crude fiber, 52.871 ± 0.955 % neutral detergent fiber (NDF), 4.999 ± 0.227 % Ash. These findings were in agreement with results of previous researches. Abdo (2004) reported that Nigella sativa had 5.59, 86.8, 31.36, 12.27, 16.52, 7.61, 26.65, 1.16 and 0.7 % moisture, organic matter, crude protein, ether extract, crude fiber, ash, nitrogen free extract (NFE), calcium, and available phosphorous respectively. The apparent metabolizable energy (AME), and nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) forcumin seed meal were 2234.21 ± 89.596, and 2233.52 ± 89.594, kcal/kg, respectively. Abbas Ali et al., (2012) also reported that nigella sativa is an enrichment of minerals involved sodium, potassium and calcium. The true metabolizable energy (TME) and nitrogen-corrected true metabolizable energy of cumin seed meal were 2298.79 ± 76.254 and 2298.38 ± 76.25 kcal/kg, respectively. There are several equations for predicting the AMEn. Some of this equations that proposed by Nascimento et al., (2007 and 2009) are: 1)AMEn = 2707.71 + 5.863EE− 1.606aNDFom,(R^2 = 0.81; RSD = 0.4847; P-value<0.0001; n = 199), 2)AMEn = 4371.18 −2.648CP + 3.065EE−12.693ASH−5.226CF−2.514aNDFom + 2.440ADFom (R^2 = 0.81; RSD = 0.4689; P-value<0.0001; n = 375), 3) AMEn = 4205.23 + 3.058EE-13.035ASH −5.829CF −2.831aNDFom + 1.671ADFom (R^2 = 0.81; RSD = 0.4771; P-value<0.0001; n = 375), 4) AMEn = 4101.33 + 5.628EE −23.297ASH−2.486aNDFom + 1.042ADFom (R^2 = 0.84; RSD = 0.4137; P-value<0.0001; n = 574), 5) AMEn = 4095.41 + 5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom (R^2 = 0.83; RSD = 0.4171; P-value<0.0001; n = 574). All of these equations were investigated and the best models were selected. The best equation for prediction of AMEn of cumin seed meal is AMEn = 4095.41 + 5.684EE −22.526ASH−2.224aNDFom.

Conclusion It is concluded that the cumin seed meal, may had a potential feed to use in poultry diet and the

1- Associate Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran,
2- PhD Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.
(*- Corresponding Authors Email: jhosseiniv@birjandac.ir)

AMEn of Nigella sativa could be predicted based on EE, ash, and NDF with equation of AMEn = 4095.41 + 5.684EE −22.526ASH −2.224 aNDFom.

Keywords: Cockerels, Nigella Sativa, Nitrogen-corrected metabolizable energy- Metabolizable energy.