

Видима и истинска обменна енергия на нелющен и частично лющен слънчогледов шрот при балансови опити с петли

*Сашка Чобанова¹, Димо Пенков²

¹Секция Хранене на животните, Тракийски университет – 6000 Стара Загора

²Катедра Животновъдни науки, Аграрен университет – 4000 Пловдив

*Кореспонденция: sira@abv.bg

Резюме

С помощта на стандартизирана методика за балансови опити с птици е установена видимата (ВОЕп-о) и истинската (ИОЕп-о) азоткоригирана обменна енергия на 2 партии слънчогледов шрот – високоцелулозен (35% СП в СВ) и частично лющен (40% СП в СВ). Опитите са проведени поотделно с интактни и с цекоектомирани петли. Установени са следните стойности (J/g СВ): високоцелулозен шрот: ВОЕп-о: интактни: 6654, цекоектомирани: 4915, средно: 5785; (ИОЕп-о): интактни: 7911, цекоектомирани: 6153, средно: 7032. За частично лющения фураж данните са съответно: 7548, 7993 и средно: 7771 и 8781, 9093, 8937 J/g СВ.

Ключови думи: видима обменна енергия, истинска обменна енергия, слънчогледов шрот, петли

Apparent and true metabolizable energy of hulls rich and partly dehulled sunflower meal in balance experiments with roosters

*Sashka Chobanova¹, Dimo Penkov²

¹Section Animal Nutrition, Trakia University – 6000 Stara Zagora, Bulgaria

²Department of Animal Sciences, Agricultural University – 4000 Plovdiv

*Correspondence: sira@abv.bg

Citation: Chobanova, S., & Penkov, D. (2022). Apparent and true metabolizable energy of hulls rich and partly dehulled sunflower meal in balance experiments with roosters. *Zhivotnovadni Nauki*, 59(2), 40-45 (Bg).

Abstract

With the help of standardized methods for balance experiments with poultry the apparent (AMEn-o) and the true (TMEn-o) nitrogen corrected metabolizable energy of two batches of sunflower meal – high cellulose (35% CP in DM) and partly dehulled (40% CP in DM) have been established. The experiments were conducted separately with intact and caecoectomized roosters. The following levels (J/g DM) have been established: high cellulose meal: (AMEn-o): intact: 6654, caecoectomized: 4915, mean: 5785; (TMEn-o): intact: 7911, caecoectomized: 6153, mean: 7032. For the partly dehulled fodder, the results were: 7548, 7993, mean – 7771 and 8781, 9093, mean – 8937 J/g DM respectively.

Key words: apparent metabolizable energy, true metabolizable energy, sunflower meal, roosters

Въведение

Енергията е първият показател, който трябва да се вземе предвид при формулирането на пълноценни комбинирани фуражи при птици, тъй като тя е необходима за метаболизма, за физиологичните функции и поддържането на живота, за растеж, за обмяната на тъканите, за производството на топлина в тялото им. Още през 50-те години на миналия век видимата обменна енергия (АМЕ), изразена като част от бруто енергията (GE) на фуража минус GE на екскрементите, се използва при съставянето на рецепти (Hill and Anderson, 1958). По-късно Sibbald (1986) разработва методика за определяне на истинската обменна енергия (ТМЕ), отчитайки ендогенните загуби на енергия с екскрементите. За да разчитат специалистите по хранене на надеждни данни за съдържанието на енергия във фуражите за птици е необходима голяма база данни, съдържаща стойности на АМЕ/ТМЕ на всички фуражни суровини, мазнини дори добавки, като ензими, които се използват в това направление. Системата за определяне на АМЕ се използва широко при оценката на енергийното съдържание на фуражните суровини и дажбите (Hill and Anderson, 1958; Vohra, 1972; Bourdillon et al., 1990), но не при всички обстоятелства системата е точна (van der Klis and Fledderus, 2007).

В литературата са налични данни за енергийни стойности на различни фуражи, като авторите са използвали различни методики за определянето им: биологични опити с птици (Hill et al., 1960; Yegani et al., 2013), уравнения за прогнозиране Janssen (1989) и анализ на близката инфрачервена област (NIRS) – Sumers and Leeson (1992).

Въпреки многобройните научни изследвания, все още няма единна процедура за точна оценка на стойностите на АМЕ на фуражните суровини. Факторите: вид на фуража, размер на частиците, температура при обработка на фуража по време на производствения процес и др. влияят върху физикохимичните характеристики на фуражните суровини и по този начин и върху енергийната му стойност

(McKinney and Teeter, 2004; Skinner-Noble et al., 2005; Jimenez-Moreno et al., 2016). Освен тях и хранителният състав, включително протеина (Lopez and Leeson, 2008), мазнините (Mateos and Sell, 1980; Mateos and Sell, 1980 a), суровите влакнини (Ravindran et al., 2006), сорта (Yegani and Korver, 2012), съдържанието на антихранителни фактори (Garcia-Rebollar et al., 2016) и др., могат да повлияят върху енергийната стойност на фуража (Ravindran et al., 2006).

Данните за обменната енергия в различни справочници често силно се различават, което създава безпокойство. Примери за вариации между публикуваните данни за съдържание на АМЕ в слънчогледов шрот със съдържание на суров протеин 34% са данните от Франция на Feedipedia, 2017 – 1,87 Mcal/kg и тези от Испания на EDNA, 2017.

Целта на изследването е да се установи видимата (ВОЕн-о) и истинската (ИОЕн-о) азоткоригирана обменна енергия на 2 партиди слънчогледов шрот – с люспи и частично лющен, при опити с интактни и цекоектомирани петли.

Материал и методи

Партидите фураж, обект на експеримента, са осреднени от стокови партиди, взети на случаен принцип от 8 фуражни предприятия, разпределени на територията на цялата страна.

Балансовите опити са изведени в експериментална база на секция „Хранене“ в аграрния факултет на Тракийски университет – Стара Загора с две групи петли от порода Бял плимутрок – интактни и цекоектомирани. Беше ползвана методика на Sibbald (1986), последователно модифицирана от Ragland et al. (1999), Ravindran (2004) и Penkov (2008). За всеки опит бяха ползвани 2 групи птици – 6 захранени и 6 лишени от храна след 48-часов предварителен период и 48-часов същински опитен период. На захранените аналози беше интубирано еднократно около 50 g сухо вещество директно в гушата. За запазване на

енергийния баланс птиците получаваха периодично определено количество 10%-ов глюкозен разтвор *per os* по Penkov (2008).

Определянето на енергията на фуража и екскрементите ставаше с помощта на микропроцесорен калориметър KL11 Mikado, а на азота – по метода на Kjeldahl (АОАС, 2007).

За изчисление на видимата обменна енергия (ВОЕ) и истинската обменна енергия (ИОЕ), коригирана към нулев азотен баланс (n-o), бяха използвани оригиналните формули на Sibbald (1986):

$$AME = (EI-EO)/FI$$

$$AME_{n-o} = AME - 34.4 \times ANR / FI$$

$$TME = AME + (FEL/FI)$$

$$TME_{n-o} = TME - [(34.4 \times ANR / FI) - (34.4 \times FNL / FI)]$$

Където: АМЕ – видима обменна енергия; EI – приета енергия с фуража; EO – отделена енергия захранени аналози; FI – количество постъпил фураж; FEL – отделена енергия екскременти захранени; ANR – видима азотна ретенция (приет азот с фуража – отделен азот екскременти захранени, в kJ); FNL – азотна екскреция от гладуващи аналози; n-o – коригирани за нулев азотен баланс.

Статистическата обработка бе извършена с помощта на Microsoft – Excel – Descriptive statistics.

Резултати и обсъждане

В таблица 1 са отразени съдържанията на бруто енергия и азот, които са необходими за изчисляване на резултатите.

Таблица 1. Съдържание на бруто енергия и азот в 1 kg сухо вещество на изпитваните партии слънчогледов шрот

Table 1. Content of gross energy and nitrogen in 1 kg dry matter of the tested batches of sunflower meal

Партиди / Batches	35%	40%
Бруто енергия-MJ / Gross energy – MJ	18,603	18,680
Азот-g / Nitrogen-g	55,60	64,56

Докато бруто енергията на двата шрота е почти еднаква, то съдържанията на азот (респективно суров протеин) се различават поради факта, че по-високопротеиновият шрот е с частично отнети люспи.

Сравнено с данните за същите партии, отразени в най-новите литературни източници в България (Todorov et al., 2016; Todorov et al., 2017) прави впечатление по-високото съдържание на азот в нашите проби и при двете партии фураж. Разликите могат да се дължат на факта, че съвременните сортове слънчоглед са по-високомаслени и очевидно по-високопротеинови (за сметка на съдържанието на БЕВ) в сравнение с тези, които са били база за опитите, от които са получени данните в цитираните източници.

Основните данни от опитите (таблица 2) показват, че на всички опитни птици е интубирано достатъчно количество фураж в сравнение с тези, цитирани в класическата методика (Sibbald, 1986), което е предпоставка за представителността на данните по нататък. Допълнителната подкрепа на организма с глюкоза също е основа за това, птиците да не чувстват енергиен недостиг по време на опитния период и организмът им (респективно храносмилателната система) са функционирали при оптимални условия.

На база приетите еднакви количества бруто енергия, отделените такива от захранените аналози показват интересни разлики. При партидата високоцелулозен шрот, цекоектомираните птици са отделили близо 90000 J повече енергия, в сравнение с интактните, което е сигурен признак, че лишаването от слепи черва елиминира и малките възможности на птиците, да се въздейства бактериално върху суровите влакнини на фуража и оттам да се получи по-висока усвояемост на хранителните вещества. Това важи главно за кокошия вид, защото при предишни наши опити (Penkov, 2008) е установено, че цекоектомията не влияе съществено върху оползотворяването на енергията на фуражите (включително и на слънчогледов шрот) при Мускусни патици. Гладуващите аналози от

Таблица 2. Прието СВ (g), бруто енергия (J) и сувор протеин (g) и отделена енергия (J) и азот (g) от захранени и гладуващи аналози (n = 6 захранени и 6 гладуващи)

Table 2. Dry matter (g), gross energy (J) and nitrogen (g) input and energy (J) and nitrogen (g) output from tube fed and feed deprived analogs (n = 6 tube fed and 6 feed deprived)

Партиди, Интактни/ цекоектомирани / Batches, Intact/ saecostomized	Прието СВ, g / DM input, g	Приета БЕ, J / GE input, J	Приет N, g / N input, g	Отделена БЕ – захранени, J / GE output – tube fed, J	Отделен N – захранени, g / N output – tube fed, g	Видима азотна ретенция, g / Apparent N retained, g	Отделена БЕ, – гладуващи, J / GE output – feed deprived, J	Отделен N – гладуващи, g / N output – feed deprived, g
	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx	x ± Sx
35% интактни / 35% intact	54,01 ± 0,01	1004748 ± 181	3,002 ± 0,001	643200 ± 27665	3,614 ± 0,25	0,31 ± 0,05	79542 ± 14104	1,53 ± 0,12
35% цекоектомирани / 35% saecostomized	54,01 ± 0,01	1004748 ± 180	3,002 ± 0,001	736358 ± 1272	2,47 ± 0,16	-0,01 ± 0,001	78998 ± 13846	2,43 ± 0,16
40% интактни / 40% intact	54,01 ± 0,01	1008907 ± 186	3,487 ± 0,001	623847 ± 26337	3,26 ± 0,14	-0,67 ± 0,39	79542 ± 1840	1,53 ± 0,35
40% цекоектомирани / 40% saecostomized	54,01 ± 0,01	1008907 ± 187	3,487 ± 0,001	608374 ± 1272	3,43 ± 0,11	0,52 ± 0,19	69242 ± 1680	1,55 ± 0,42

тази партида фураж са отделили сравнително еднакви количества енергия.

При по-високопротеиновия (частично лющен) слънчогледов шрот наблюдаваме сравнително еднакви количества отделена енергия от захранените интактни и цекоектомирани птици (при това по-ниски в сравнение с високоцелулозната партида), което потвърждава горното заключение, че колкото по-малко са суровите влакнини във фуража, толкова по-пълно организъмът на птиците оползотворява хранителните вещества и без наличието на бактериална активност (отстранени слепи черва).

Отделените количества азот с екскрементите на захранени (между 2,5 и 3,6 g) и гладуващи аналози (между 1,5 и 2,5 g) при двете партиди фураж, не се различават съществено от тези, получени при предишни наши опити с други видове птици (Penkov, 2008).

На база данните от предишните таблици, в таблица 3 са отразени видимата и истинската обменна енергия на фуражите, обект на експеримента.

Обобщено, партидата частично дехюлизиран шрот е с достоверно ($P \leq 0,5$) по-висока азоткоригирана обменна енергия както видима, така и истинска, в сравнение с високовлакнинния фураж. Нашите данни за ВОЕп-о на шрота с люспи дори са по-ниски от цитираните официални такива за България (Todorov et al., 2016; Todorov et al., 2017). Същите са по-ниски и при сравнение с тези, цитирани в основни световни източници (Jenssen, 1989; NRC, 1994; Summers and Lesson, 1996), като при високовлакнинния фураж, разликите достигат до 30%. Предвид получения резултат считаме, че новите сортове маслодаен слънчоглед, които са и по-дрезнозърнести са с по-твърда люспа, която допълнително затруднява усвояването на енергията от птиците.

Статистически доказани разлики се забелязват и при сравнението между видимите и истинските азоткоригирани обменни енергии, което е доказателство, че в екскрементите на опитните птици има сериозно количество ендогенна енергия. Ето защо в страни като САЩ и Канада като по-точна мярка се

Таблица 3. Видима и истинска обменна енергия, коригирана към нулев азотен баланс в сухото вещество на различните партии слънчогледов шрот – J/g

Table 3. Apparent and true metabolizable energy, zero n-balance corrected in the dry matter of the different lots of sunflower meal – J/g

Вид петли / Rooster type	Фуражи / Fodder	BOE / AME x ± Sx	BOE(n-o) / AME(n-o) x ± Sx	ИОЕ / TME x ± Sx	ИОЕ(n-o) / TME (n-o) x ± Sx
35% интактни / 35% intact		6680,29 ± 59	6613,60 ± 238 a'b	8064,55 ± 205	7211,02 ± 99a'b
35% цекоектомирани / 35% caecoectomized		4965,25 ± 14	4929,10 ± 12 a'b	6437,92 ± 135	6052,93 ± 89a'b
40% интактни / 40% intact		7099,27 ± 341	7934,45 ± 349 a'	8663,60 ± 488	7780,86 ± 341a
40% цекоектомирани / 40% caecoectomized		7463,00 ± 60	7990,13 ± 15 a'	8658,72 ± 15	7693,57 ± 60a'

Забележка: a-a – достоверно при $P \leq 0,5$ между видима и истинска азот коригирана ОЕ в рамките на една партида

*** – достоверно при $P \leq 0,5$ между партидите*

b-b – достоверно при $P \leq 0,5$ между интактни и цекоектомирани в рамките на една енергия и една партида

Notice: a-a – statistical significant by $P \leq 0.5$ between AMEn-o and TMEn-o within a batch

*** – statistical significant by $P \leq 0.5$ under the batches*

b-b – statistical significant by $P \leq 0.5$ under intact and caecoectomized withintype of energy and the same batch

използва истинската азоткоригирана обменна енергия, която е относително независима от ендогенната екскреция.

При сравнението на стойностите в рамките на една партида между интактни и цекоектомирани птици е видно, че те са високи и достоверни ($P \leq 0,5$) при високовлакнинния фураж, докато при частично лющения фураж липсва достоверност. Още веднъж се потвърждава заключението, че люспите във фуража го правят нетипичен за птици, особено за такива, с липсваща микробиална дейност в храносмилателната система.

Изводи

Установени са следните нива на обменна енергия на слънчогледов шрот (kJ/kg сухо вещество):

1. С 35% суров протеин:

- Видима обменна енергия, коригирана към нулев азотен баланс (BOEn-o): интактни: 6613, цекоектомирани: 4929, средно: 5771;

- Истинска обменна енергия, коригирана към нулев азотен баланс (ИОEn-o): интактни: 7211, цекоектомирани: 6053, средно: 6632.

2. С 40% суров протеин:

- BOEn-o: интактни: 7934, цекоектомирани: 7990, средно: 7962;

- ИОEn-o: интактни: 7781, цекоектомирани: 7964, средно: 7872.

Предвид по-високото съдържание на BOEn-o на частично лющения слънчогледов шрот (съвместима с данните от основните литературни източници в България) и поради факта, че в България за определяне на енергийната хранителност на фуражите за птици се ползва именно тя, препоръчваме в комбинирани фуражи за птици да се включва именно този фураж и да се избягва включването на високоцелулозните партии фураж.

Литература

Bourdillon, A., Carré, B., Conan, L., Duperray, J., Huyghebaert, G., Leclercq, B., ... & Wiseman, J. (1990).

European reference method for the in vivo determination of metabolisable energy with adult cockerels: reproducibility, effect of food intake and comparison with individual laboratory methods. *British Poultry Science*, 31(3), 557-565.

Choct, M. (2012). Feed energy-what system to use and prospects for evaluation. In *XXIV World's Poult. Congress. Salvador de Bahia, Brazil* (pp. 1-8).

García-Rebollar, P., Cámara, L., Lázaro, R. P., Dapoza, C., Pérez-Maldonado, R., & Mateos, G. G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 245-261.

Hill, F. W., & Anderson, D. L. (1958). Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*, 64, 587-603.

Janssen, W. M. M. A. (1989). European table of energy values for poultry feedstuffs. *Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services, Beekbergen, Netherlands*.

Jiménez-Moreno, E., de Coca-Sinova, A., González-Alvarado, J. M., & Mateos, G. 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(1), 41-52.

Lopez, G., & Leeson, S. (2008). Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. *Poultry Science*, 87(2), 298-306.

Mateos, G. G., & Sell, J. L. (1980). True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens: influence of level of use. *Poultry Science*, 59(2), 369-373.

Mateos, G. G., & Sell, J. L. (1980). Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. *Poultry Science*, 59(9), 2129-2135.

McKinney, L. J., & Teeter, R. G. (2004). Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, 83(7), 1165-1174.

Penkov, D. (2008) *Establishing of the metabolizable energy and the true digestibility of the amino acids of some fodders by experiments with Muscovy ducks C. moshata*, Dissertation (DrSci) pp 314, (Bg).

Ragland, D., Thomas, C. R., Elkin, R. G., Shafer, D. J., & Adeola, O. (1999). The influence of cecectomy on metabolizable energy and amino acid digestibility of select feedstuffs for White Pekin ducks. *Poultry science*, 78(5), 707-713.

Ravindran, V. (2004). Standardising ileal amino acid digestibility of raw material-approach in broiler feed formulations. *Proceedings of WPC*, 8-13.

Ravindran, V., Wu, Y. B., Thomas, D. G., & Morel, P. C. H. (2006). Influence of whole wheat feeding on the development of gastrointestinal tract and performance of broiler chickens. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57(1), 21-26.

Sibbald, I. R. (1986) *The TME System of Feed Evaluation: Methodology, Feed Consumption, and Bibliography*, Tech. Bull. 1986-4E, Ottawa Canada: Agriculture Canada.

Skinner-Noble, D. O., McKinney, L. J., & Teeter, R. G. (2005). Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. *Poultry Science*, 84(3), 403-411.

Summers, J., & Lesson, S. (1996) *Commercial Poultry Nutrition*, Julep, Ontario, Canada, pp 140.

Todorov, N., Girginov, D., Shindarska, Z., Ilchev, A., & Penkov, D. (2017) *Animal Nutrition*, ISBN 9789543053100, pp 345 (Bg).

Todorov, N., Marinov, B., Ilchev, A., Kirilov, A., Chobanova, S., & Ganchev, G. (2021), *Basic Animal Nutrition*, AP of Trakia University, St. Zagora, pp 463, ISBN 9789543381760 (Bg).

Todorov, N., Marinov, B., Ilchev, A., Penkov, D., Georgieva, V., Ganchev, G., & Chobanova, S. (2016). Applied feeding of productive animals. *IFO-Design, Sofia*, 312. ISBN 9789542944126, (Bg).

Van der Klis, J. D., & Fledderus, J. (2007, August). Evaluation of raw materials for poultry: what's up. In *Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition*. World Poultry Science Association, Strasbourg, France.

Vohra, P. (1972). Evaluation of metabolizable energy for poultry. *World's Poultry Science Journal*, 28(2), 204-214.

Yegani, M., & Korver, D. R. (2012). Prediction of variation in energetic value of wheat for poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 261-273.

AOAC international. (2007), *Official methods of analysis of AOAC* (18 edition, rev. 2), Association of Official Analytical Chemists Intern, Gaithersburg, MD, USA.

EDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) 2017. Revisión de las Normas FEDNA de Composición y Valor Nutritivo de Alimentos para la Fabricación de Piensos Compuestos. 4th ed. FEDNA, Madrid, Spain.

Feedipedia. 2017. Animal Feed Resources Information System. Accessed April 2017. <http://www.feedipedia.org/>.

NRC (1994) *Nutrient requirements of poultry*, 9-th rew. ed. NAP, Washington DC, Agriculture.