

<https://doi.org/10.61308/GHSS8713>

Възможности за прогноза на обменна енергия на фуражи и концентратни смеси чрез нивото на газ-продукцията

Милена Михайлова*, Живко Кръстанов, Теодора Ангелова, Даниела Йорданова и Евгени Видев

Селскостопанска академия, Земеделски институт – Стара Загора, 6000, България

*Кореспондиращ автор: milena_mihaylova_sz@abv.bg

Резюме: Цел на изследването е да се установи стойността на обменната енергия на зърнени, протеинови и груби фуражи, както и на концентратни смеси чрез нивото на газ-продукцията им. Опитът е проведен в експерименталната база на Земеделски институт, гр. Стара Загора. По време на опита бяха изпитани три вида дажби: контролна, високоенергийна (на база царевично зърно) и високопротеинова (на база соев шрот). Беше приложен методът на латинския квадрат, като подготвителният период на всяко едно животно при преминаването от една дажба към друга, беше 7 дни и опитен 5 дни. По време на опита е извършен анализ на изпитваните дажби посредством Gas Production System ANCOM RF /Ankom®, Tech. Co., Fairport, NY, USA, като за целта търбуховото съдържание от животните е вземано сутрин (09:00 часа). След определяне на количеството на отделения газ на 24-тия час бяха изчислени стойностите на обменната енергия (ОЕ) за отделните фуражи и концентратни смеси.

При изхранване на опитните животни с контролна смеся е установена обменна енергия на люцерновото сено със стойност 9.19 MJ/kg СВ, на 24-тия час от инкубирането. При получаване на високоенергийна смеся е нивото на ОЕ 11.54 MJ/kg СВ, а при високопротеиновата смеся – 11.12 MJ/kg СВ. За пшеницата е установена ОЕ 9.75 MJ/kg СВ, за ечемика – 8.02 MJ/kg СВ и за царевичата – 8.85 MJ/kg СВ, при изхранване на опитните животни с контролна смеся. Най-високо е количеството на ОЕ при пшеницата – 11.87 MJ/kg СВ и ечемика – 12.09 MJ/kg СВ при даване на високоенергийна смеся на опитните животни. При царевичата величината на метаболитната енергия е 9.81 MJ/kg СВ. При изхранване на високопротеинова смеся при ечемика е установена обменна енергия 11.92 MJ/kg СВ. При получаване на контролна смеся от опитните животни е установена стойност на ОЕ на 24-тия час за слънчогледовия шрот 9.03 MJ/kg СВ, а при соевия шрот – 12.34 MJ/kg СВ. При високоенергийната смеся стойностите са 10.18 MJ/kg СВ и 16.65 MJ/kg СВ за двата вида шрот. При високопротеиновата смеся МЕ е 12.0 MJ/kg СВ за слънчогледовия и 14.22 MJ/kg СВ за соевия шрот. Обменната енергия според отделения газ на 24-тия час от инкубацията е 8.85 MJ/kg СВ за контролната смеся, 9.01 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.41 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеся, при хранене на кочовете с контролната смеся. При изхранване на високоенергийна смеся тези стойности са – 11.21 MJ/kg СВ за контролната, 10.49 MJ/kg СВ за високоенергийната и 10.02 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси. При хранене с високопротеинова смеся на животните са получени 10.38 MJ/kg СВ за контролната смеся, 10.75 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.82 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси.

Ключови думи: метаболитна енергия; газ - продукция; фуражи

Possibilities for forecasting the exchange energy of feed and concentrate mixtures through the level of gas production

Milena Mihaylova*, Jivko Krastanov, Teodora Angelova, Daniela Yordanova and Evgeni Videv

Agricultural Academy, Agricultural Institute – Stara Zagora, 6000, Bulgaria

*Corresponding author: milena_mihaylova_sz@abv.bg

Citation: Mihaylova, M., Krastanov, J., Angelova, T., Yordanova, D. & Videv, E. (2025). Possibilities for forecasting the exchange energy of feed and concentrate mixtures through the level of gas production. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 62(5), 78-86 (Bg).

Abstract: The study aims to establish the value of the exchangeable energy of grain, protein, and roughage feeds, as well as concentrate mixtures, through the level of their gas production. The experiment was conducted at the Experimental Base of the Agricultural Institute, Stara Zagora. During the experiment, three types of rations were tested: control, high-energy (based on corn grain), and high-protein (based on soybean meal). The Latin square method was applied, with the preparatory period of each animal when switching from one ration to another being 7 days, and the experimental period being 5 days. During the experiment, the tested rations were analyzed using the Gas Production System ANCOM RF / Ankom®, Tech. Co., Fairport, NY, USA, for which the rumen contents of the animals were taken in the morning (09:00). In the study conducted using the gas production method at the 24th hour of incubation, the following values of exchange energy were obtained for the individual feed and concentrate mixtures:

When feeding the experimental animals with a control mixture, the exchange energy of alfalfa hay was established at a value of 9.19 MJ/kg CB at the 24th hour of incubation. When receiving a high-energy mixture, the OE level was 11.54 MJ/kg CB, and for the high-protein mixture, it was 11.12 MJ/kg CB. For wheat, the OE was established at 9.75 MJ/kg CB, for barley – 8.02 MJ/kg CB, and for corn – 8.85 MJ/kg CB, when feeding the experimental animals with a control mixture. The highest amount of OE is in wheat – 11.87 MJ/kg BW and barley – 12.09 MJ/kg BW when giving a high-energy mixture to the experimental animals. In corn, the value of metabolic energy is 9.81 MJ/kg BW. When feeding a high-protein mixture, a metabolic energy of 11.92 MJ/kg BW was established in barley. When receiving a control mixture from the experimental animals, a value of OE at the 24th hour was established for sunflower meal of 9.03 MJ/kg BW, and for soybean meal, 12.34 MJ/kg BW. In the high-energy mixture, the values are 10.18 MJ/kg BW and 16.65 MJ/kg BW for both types of meal. In the high-protein mixture, ME is 12.0 MJ/kg BW for sunflower meal and 14.22 MJ/kg BW for soybean meal. The exchangeable energy according to the gas released at the 24th hour of incubation is 8.85 MJ/kg BW for the control mixture, 9.01 MJ/kg BW for the high-energy mixture, and 9.41 MJ/kg BW for the high-protein mixture when feeding the rams with the control mixture. When feeding a high-energy mixture, these values are – 11.21 MJ/kg BW for the control, 10.49 MJ/kg BW for the high-energy, and 10.02 MJ/kg BW for the high-protein mixture. When feeding the animals with a high-protein mixture, 10.38 MJ/kg CB was obtained for the control mixture, 10.75 MJ/kg CB for the high-energy mixture, and 9.82 MJ/kg CB for the high-protein mixture.

Keywords: metabolite energy; gas production; forages

ВЪВЕДЕНИЕ

Връзката между отделянето на парникови газове в зависимост от различни показатели, характеризиращи дажбите на продуктивните животни е обект на засилен научен интерес, през последните години.

Земеделието допринася с 10-12% от глобалните антропогенни емисии на парникови газове (McAllister et al., 2011; Meale et al., 2013), съответно 50% - 60% от общото производство е на метан (CH₄) и диазотен оксид (N₂O) (Smith et al., 2007). В световен мащаб, преживните животни произвеждат около 80 млн. t метан (CH₄) годишно (Hegarty, 1999b), които представляват около 37 % от емисиите на метан (CH₄), в резултат на антропогенната дейност (Ellis et al., 2007; Beauchemin et al., 2008). Специалистите по хранене на живот-

ните се опитват да намалят производството на метан, тъй като животновъдният сектор има значителен принос към атмосферното замърсяване с метан, който винаги се свързва с глобалното затопляне (Moss et al., 2000).

У нас са проведени редица изследвания свързани с темата за газовите емисии при храносмилателните процеси на преживни животни.

Videv et al. (2017) представят резултати от мащабно изследване на газовите емисии отделяни при разграждането на различни фуражи и ingredienti. Методът за определяне на отделените количества въглеродни емисии при различни фуражни източници е по методика за извършване на анализи с Ankom RF Gas Production System, която дава възможност в сравнение с останалите *in vitro* системи за бърз и представителен анализ на една изклю-

чително сложно функционираща и многокомпонентна система, каквато е тази в търбуха на преживните животни. Тази иновационна техника позволява да се определи разградимостта на фуража и производството на газ.

При изхранването на преживните животни е важно да се знае съдържанието на енергия и хранителни вещества, съдържащи се във фуражите, които ще се използват.

Обменната енергия (ОЕ) е величина, използвана за характеризиране на хранителната стойност на фуражите за преживни животни. Това е оценка на енергията, достъпна за животно (смилаема енергия минус енергията в урината и в метана), изразена в единици мегаджаули на килограм фураж (MJ/kg DM). Фуражните суровини се състоят от редица химични компоненти (мазнини, протеини, въглехидрати и др.), всеки от които е потенциално метаболизируем от животното и допринася за енергийното съдържание на фуража. Не всички тези компоненти допринасят еднакво (например мазнините имат по-високо енергийно съдържание от протеините) и концепцията за МЕ е разработена, за да се отчетат тези разлики.

Енергийното съдържание на фуражните суровини може да бъде изчислено чрез измерване на количеството производство на газ *in vitro* (Menke and Steingass, 1988; Tagliapietra et al., 2011). Стойностите на МЕ могат да бъдат изчислени чрез регресионни уравнения, разработени за груби фуражи и определяне на 24-часовото производство на газ от фуражите.

Uslu et al. (2018) изследват връзките между химичния състав, обменната енергия, разградимостта на органичното вещество и производството на метан при този процес, при специфични растения, използвани при храненето на едри преживни. Подобни изследвания са проведени и от Getachew et al. (2004).

Laleva et al. (2021) определят количеството газови емисии от различни източници на храна въз основа на методологията за анализ със система за производство на газ Ankom^{RF}, която позволява в сравнение с други *in vitro*

системи бърз и представителен анализ на изключително сложна и многокомпонентна стомашно-чревна система, каквато е тази на преживните животни. Техниката за производство на газ се основава на връзката между ферментацията в търбуха и образуваните газове. Методът за производство на газ *in vitro* може да се използва и за измерване на метаболитната енергия във фуража и количествено определяне на усвояването на хранителни вещества.

In vitro методология за анализи на фуражи - грах, зимен грах, пролетен фий, еспарзета, сорго - два хибрида, *Sorghum sudanense* и царевица, със системата за производство на газ Ankom RF е използвана при проучване на Laleva et al., (2022). Производството на газ беше анализирано на две нива - 24 и 48 часа, както и инкубация, смилаемост, метаболитна енергия, киселинно- детергентни влакнини - ADF и неутрално- детергентни влакнини - NDF с прясна и лиофилизирана течност от търбуха.

Цел на настоящото изследване е да се установи стойността на обменната енергия на зърнени, протеинови и груби фуражи, както и на концентратни смески чрез нивото на газ-продукцията им.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е проведен от 28 октомври 2022 година до 17 януари 2023 година в експерименталната база на Земеделски институт, гр. Стара Загора, България. За осъществяване на поставената цел бяха използвани три коча от породата БСМП на 4 -годишна възраст и настанени в индивидуални клетки с дължина 2 m и ширина 1.5 m (3 m²).

Схема на опита: По време на опита бяха изпитани три вида дажби (Таблица 1): контролна (изготвени съгласно изискванията на Todorov et al. (2007) за кочове с жива маса 100 kg през неслучния период), високоенергийна (на база царевично зърно) и високопротеинова (на база соев шрот).

Таблица 1. Състав на дажбите по време на опита
Table 1. Composition of the rations during the experiment

Фуражи, % Forages, %	Дажби Diets		
	Контрола Control	Високопротеинова High-protein	Високоенергийна High-energy
Люцерново сено Alfalfa hay	41.28	40.36	27.90
Царевица Corn grain	-	-	55.79
Ечемик Barley grain	45.87	31.39	11.16
Пшеница Wheat grain	12.84	11.21	-
Соев шрот Soybean oil meal	-	11.66	5.15
Слънчогледов шрот Sunflower oil meal	-	5.38	-
Сухо вещество, g Dry matter, g	1.93	1.98	2.09
КЕР FUG	2.38	2.35	2.95
Суров протеин, g Crude protein, g	303.9	422.2	316.5
% СП от СВ % CP of DM	15.76	21.32	15.80
Протеин смилаем в червата, g PDI, g	188.9	232.3	223.0
Баланс на протеин в Търбуха BPR, g	15.7	83.0	3.7
Сурови мазнини, g Crude fat, g	48.68	49.59	75.12
Сурови влакнини, g Crude fiber, g	236.47	264.21	178.66
НДВ, g NDF, g	555.92	559.15	433.72
КДВ, g ADF, g	358.85	386.91	272.39
Са, g Ca, g	16.3	17.5	12.1
Р, g P, g	7.03	8.8	7.4

Химичният състав на фуражите (Табл. 1) е определен по Todorov et al. (2007).

За по-голяма достоверност в резултатите беше приложен методът на латинския квадрат, като подготвителният период на всяко едно животно при преминаването от една дажба към друга, беше 7 дни и опитен 5 дни.

Фуражът на животните беше залаган всеки ден в 13:00 часа, като концентрираните и грубия фураж са залагани отделно, така че животните да имат избирателност. По време на опита животните имаха постоянен достъп до чиста вода за пиене и до каменна сол за близане.

По време на опита е извършен анализ на изпитваните дажби посредством Gas Production System ANCOM RF /Ankom[®], Tech. Co., Fairport, NY, USA, като за целта търбуховото съдържание от животните е вземано сутрин (09:00 часа).

След определяне на количеството на отделения газ на 24-тия час бяха изчислени стойностите на обменната енергия (ОЕ) за отделните фуражи и концентратни смеси (Menke and Steingass, 1988).

$OE, MJ/kg DM = GP24dmean, ml * 0,0292 + (C P * 0,0143 + 0,0246 * EE) * 10 + 1,25$

GP24 – количеството отделен газ на 24 час

CP – съдържание на суров протеин в фуража

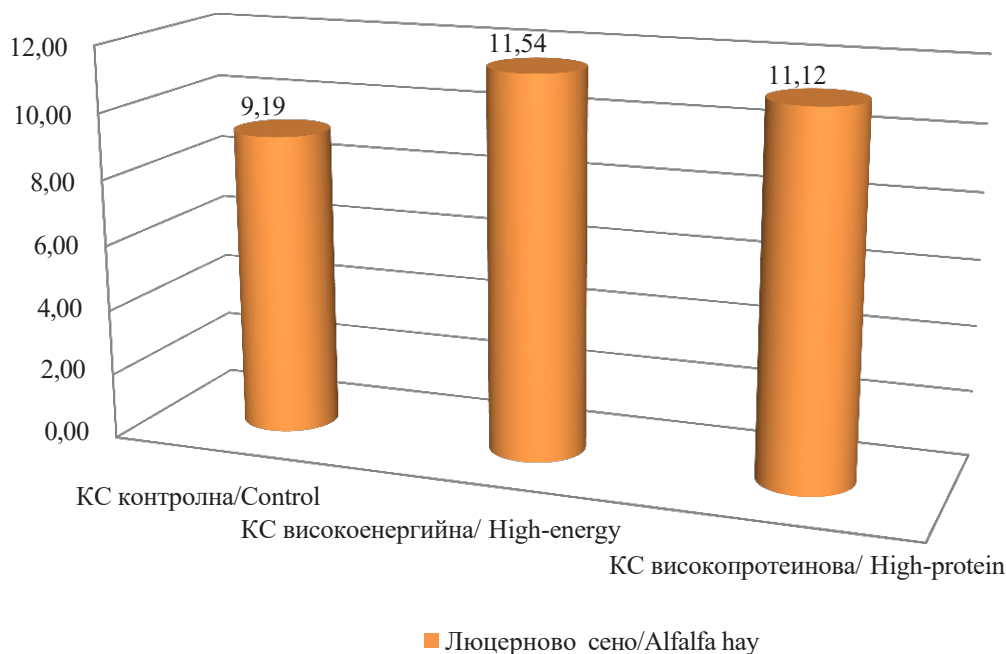
EE – съдържание на сурови мазнини

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При изхранване на опитните животни с контролна смеска е установена обменна енер-

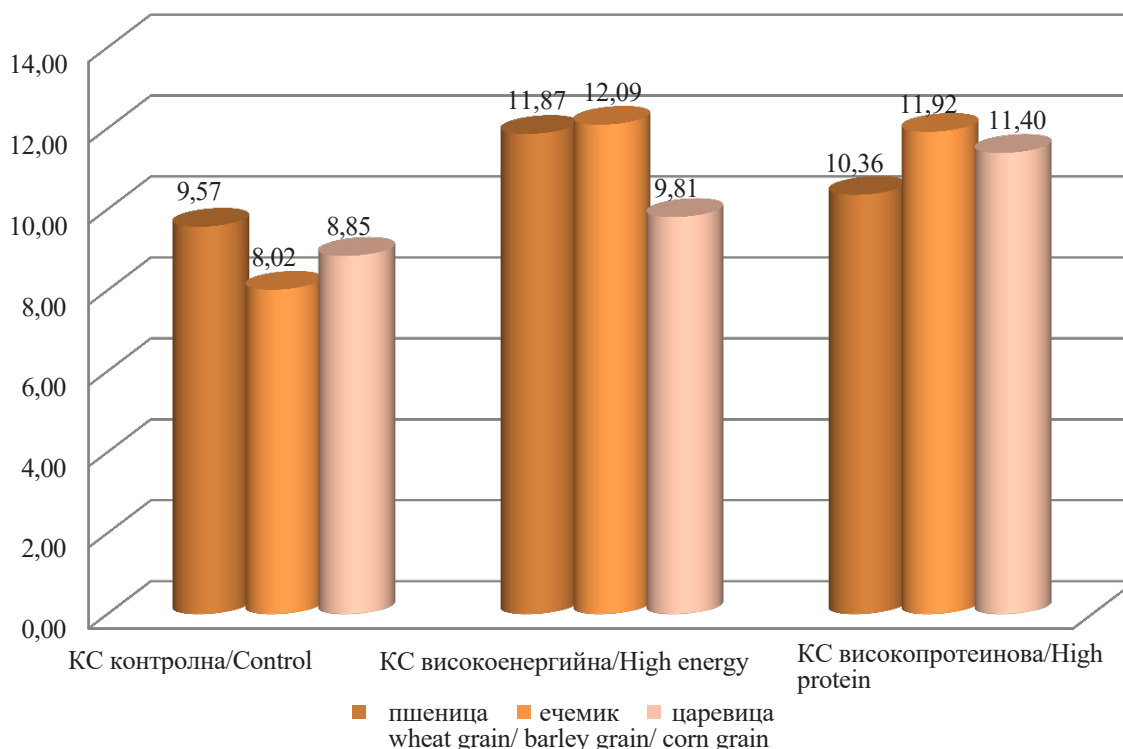
гия на люцерновото сено със стойност 9.19 MJ/kg СВ, на 24-тия час от инкубирането (фигура 1). За високоенергийната смеска е получено ниво на ОЕ 11.54 MJ/kg СВ, а при високопротеиновата смеска – 11.12 MJ/kg СВ. При използване на газ-продукцията за установяване на стойността на обменната енергия Uslu et al., 2018 отчитат ниво на обменна енергия 9.76 MJ/kg СВ в люцерновото сено.

При изхранване на различни смеси на кочовете е изчислена ОЕ на зърнени фуражи на база газ продукция на 24-тия час (фигура 2). Най-ниските стойности са получени при изхранване на контролната смеска. За пшеницата е установена ОЕ 9.75 MJ/kg СВ, за ечемика – 8.02 MJ/kg СВ и за царевичката – 8.85 MJ/kg СВ. Най-високо е количеството на ОЕ при пшеницата – 11.87 MJ/kg СВ и ечемика – 12.09 MJ/kg СВ при даване на високоенергийна смеска на опитните животни. При царевичката величината на метаболитната енергия е 9.81 MJ/kg СВ. При изхранване на високопротеинова смеска при ечемика е установена



Фигура 1. Обменна енергия на 24^h на люцерново сено, при кочове, изхранвани с различни видове смеси, MJ/kg СВ

Figure. 1. Metabolic energy of alfalfa hay per 24^h, in rams fed with different types of mixtures, MJ/kg DM



Фигура 2. Обменна енергия на 24^h на различните зърнени фуражи, при кочове, изхранвани с различни КС

Figure 2. Metabolic energy of different grain forages per 24^h in rams, fed with different mixtures

обменна енергия 11.92 MJ/kg, подобно на изследване, проведено от Naghadeh et al., 2020, които установяват обменна енергия 11.0 MJ/kg СВ от смляно ечемичено зърно.

На фигура 3 са резултатите за обменната енергия при слънчогледов и соев шрот на 24-тия час от инкубирането на фуража. При получаване на контролна смеска от опитните животни е установена стойност на ОЕ на 24-тия час за слънчогледовия шрот 9.03 MJ/kg СВ, а при соевия шрот – 12.34 MJ/kg СВ. При високоенергийната смеска стойностите са 10.18 MJ/kg СВ и 16.65 MJ/kg СВ за двата вида шрот. При високопротеиновата смеска МЕ е 12.0 MJ/kg СВ за слънчогледовия и 14.22 MJ/kg СВ за соевия шрот.

Установена е обменната енергия в 1 кг сухо вещество от концентратни смеси с различно енергийно и протеиново съдържание, на 24-тия час. От данните на фигура 4 се вижда, че

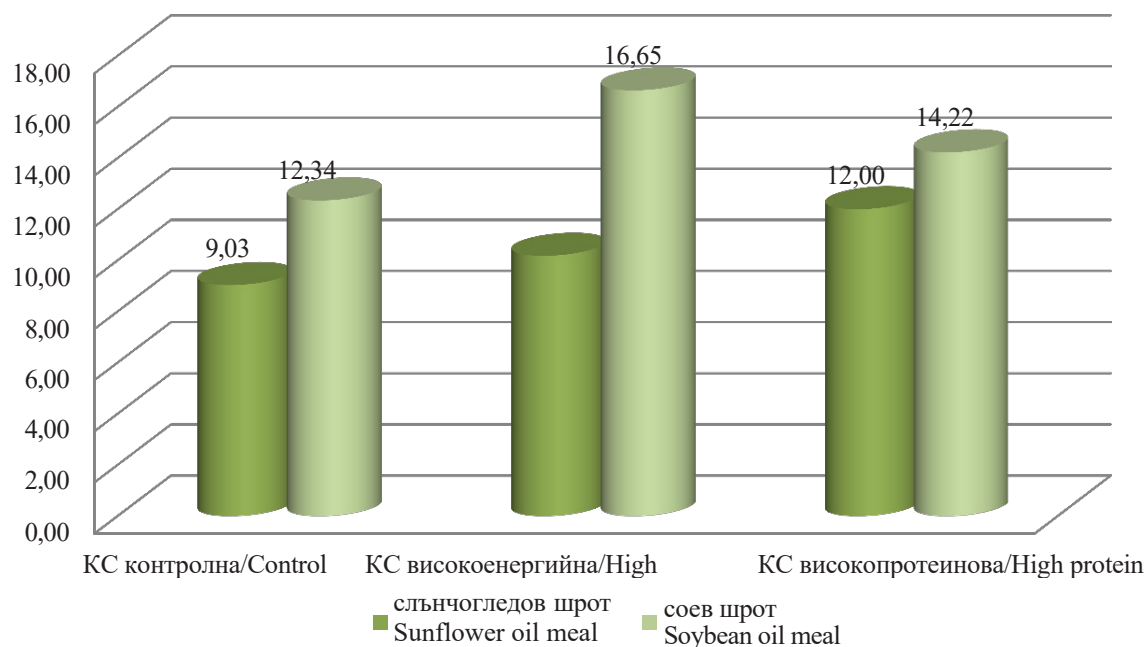
най-ниски са стойностите на ОЕ при изхранване на опитните кочове с контролна смеска. Тя е 8.85 MJ/kg СВ за контролната смеска, 9.01 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.41 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеска.

При изхранване на високоенергийна смеска тези стойности са – 11.21 MJ/kg СВ за контролната, 10.49 MJ/kg СВ за високоенергийната и 10.02 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси.

При хранене с високопротеинова смеска на животните са получени 10.38 MJ/kg СВ за контролната смеска, 10.75 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.82 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси.

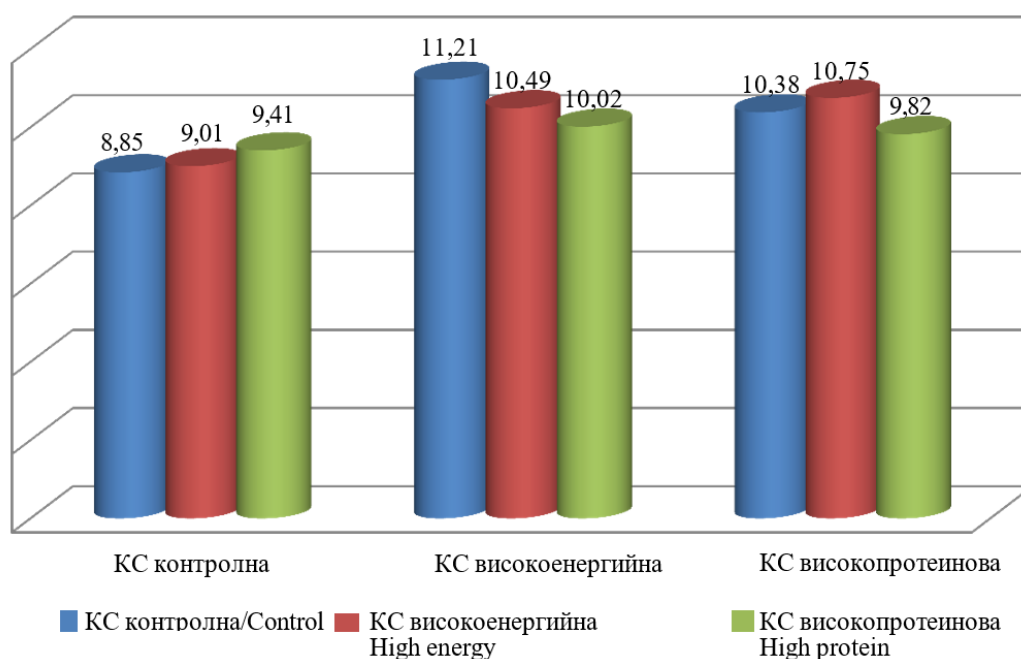
ИЗВОДИ

При изхранване на опитните животни с контролна смеска е установена обменна енер-



Фигура 3. Обменна енергия на 24^h на различните протеинови фуражи, при кочове, изхранвани с различни КС

Figure. 3. Metabolic energy of different protein forages per 24^h in rams, fed with different mixtures



Фигура 4. Обменна енергия на 24^h на различните целодажбени смеси, при кочове, изхранвани с различни КС

Figure 4. Metabolic energy of different total mixed rations (TMR) per 24^h in rams, fed with different mixtures

гия на люцерновото сено със стойност 9.19 MJ/kg СВ, на 24-тия час от инкубирането. При получаване на високоенергийна смеска е нивото на ОЕ 11.54 MJ/kg СВ, а при високопротеиновата смеска – 11.12 MJ/kg СВ.

За пшеницата е установена ОЕ 9.75 MJ/kg СВ, за ечемика – 8.02 MJ/kg СВ и за царевичната – 8.85 MJ/kg СВ, при изхранване на опитните животни с контролна смеска. Най-високо е количеството на ОЕ при пшеницата – 11.87 MJ/kg СВ и ечемика – 12.09 MJ/kg СВ при даване на високоенергийна смеска на опитните животни. При царевичната величината на метаболитната енергия е 9.81 MJ/kg СВ. При изхранване на високопротеинова смеска при ечемика е установена обменна енергия 11.92 MJ/kg СВ.

При получаване на контролна смеска от опитните животни е установена стойност на ОЕ на 24-тия час за слънчогледовия шрот 9.03 MJ/kg СВ, а при соевия шрот – 12.34 MJ/kg СВ. При високоенергийната смеска стойностите са 10.18 MJ/kg СВ и 16.65 MJ/kg СВ за двата вида шрот. При високопротеиновата смеска МЕ е 12.0 MJ/kg СВ за слънчогледовия и 14.22 MJ/kg СВ за соевия шрот.

Обменната енергия според отделения газ на 24-тия час от инкубацията е 8.85 MJ/kg СВ за контролната смеска, 9.01 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.41 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеска, при хранене на кочовете с контролната смеска. При изхранване на високоенергийна смеска тези стойности са – 11.21 MJ/kg СВ за контролната, 10.49 MJ/kg СВ за високоенергийната и 10.02 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси. При хранене с високопротеинова смеска на животните са получени 10.38 MJ/kg СВ за контролната смеска, 10.75 MJ/kg СВ за високоенергийната и 9.82 MJ/kg СВ за високопротеиновата смеси.

Финансиране

Проучването е извършено съгласно програмата по проект: „Интегриране на нови научни технологии за постигане на интензификация на научните изследвания свързани с намаляване на газовите емисии от едри пре-

живни животни” по договор КП-06-Н56/4 от 10.11.2021г. по тематичен конкурс „Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания – 2021г.” – фонд „Научни изследвания”.

ЛИТЕРАТУРА

- Beauchemin K. A., Kreuzer, M., O'Mara F. & McAllister, T. A.** (2008). Nutritional management for enteric methane abatement: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(2) 21 - 27.
- Ellis, J. L., Kebreab, E., Odongo, N. E., McBride, B. W., Okine, E. K. & France, J.** (2007). Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(7), 3456 - 3467.
- Getachew, G., Robinson, P. H., DePeters, E. J. & Taylor, S. J.** (2004). Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 111(1 - 4), 57 - 71.
- Hegarty, R. S.** (1999b). Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. *Australian Journal of Agricultural Research* 50(8), 1321 – 1328.
- Laleva, S., Yordanova, D., Kalaydzhiev, G., Karabashev, V., Ivanov, N., Angelova, T., Videv, E. & Slavova, S.** (2021). In-vitro analysis of gas production in rations with addition of biologically active substances - animal and detox and fresh and lyophilized rumen fluid. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 35, 31 - 35.
- Laleva, S., Yordanova, D., Kalaydzhiev, G., Karabashev, V., Ivanov, N., Angelova, T. & Vasilev, V.** (2022). Comparative study of gas production, digestibility and metabolic energy in different feeds by in vitro analysis with fresh and lyophilized rumen fluid. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 39, 285 - 290.
- McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Hao, X. & Robinson, P. H.** (2011). Greenhouse gases in animal agriculture-Finding a balance between food production and emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 166 - 167, 1 - 6.
- Meale, S. J., McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., Harstad, O. M. & Chaves, A. V.** (2013). Strategies to reduce greenhouse gases from ruminant livestock. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science* 62(4), 199 - 211.
- Menke, K. H. & Steingass, H.** (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28, 7 - 55.
- Moss, A. R., Jouany, J. P. & Newbold, J.** (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global

- warming. *Annales de zootechnie*, 49(3), 231 - 253. <https://doi.org/10.1051/animres:2000119>.
- Naghadeh, A. A., Alijoo, Y. A. & Naserian, A. A.** (2020). Different processing effects on nutritive value of barely grains by gas production method. *Veterinary Research Forum* 11(1), 59 - 65. doi: 10.30466/vrf.2017.84395.2022.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B. & Sirotenko, O.** (2007). Agriculture. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds B. Metz. O.R. Davidson. P.R. Bosch. R. Dave & L.A. Meyer. *Cambridge University Press. Cambridge: United Kingdom and New York, NY, USA.*
- Tagliapietra, F., Cattani, M., Hansen, H. H., Hindrichsen, I. K., Bailoni, L. & Schiavon, S.** (2011). Metabolizable energy content of feeds based on 24 or 48 h in situ NDF digestibility and on in vitro 24 h gas production methods. *Animal Feed Science and Technology*, 170(3 - 4), 182 - 191. ISSN 0377-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.09.008>.
- Todorov, N., Krachunov, I., Dzhuvinov, D. & Aleksandrov, A.** (2007). *Animal nutrition guide*, Sofia. MATKOM. ISBN 978-954-9930-47-4 (Bg).
- Uslu, O. S., Kurt, O., Kaya, E. & Kamalak, A.** (2018). Effect of species on chemical composition, metabolizable energy, organic matter digestibility and methane production of some legume plants grown in Turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1158 - 1161. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1480485>.
- Videv, E.** (2017). Evaluation of different feeds and feed additives as inhibitors and stimulants on greenhouse gas production in the digestive process of ruminants. Doctoral dissertation. Agricultural Academy, Sofia.

Received: August 28, 2025; Approved: September 20, 2025; Published: October, 2025