

Acta fytotechnica et zootechnica 3
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 57–59

POROVNANIE ENERGETICKEJ HODNOTY SILÁŽÍ VĽHKÉHO ZRNA KUKURICE STANOVENEJ ROZDIELNYMI METÓDAMI

COMPARISON OF THE ENERGY CONTENTS OF HIGH MOISTURE CORN SILAGES OBTAINED BY VARIOUS METHODS

Branislav GÁLIK, Daniel BÍRO, Miroslav JURÁČEK, Milan ŠIMKO, Jaroslava MICHÁLKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The aim of the study was to determine the energy content of high moisture crimped corn by different methods. In the trial we conserved the high moisture crimped corn by different silage additives. After the fermentation process, we analyzed the average laboratory samples for nutrient contents and energy value. For energy value detection, we used direct calorimetric method and indirect methods. The gross energy determined calorimetrically (using AC 500) ranged in ensiled high moisture corn from 18.49 MJ.kg⁻¹ of dry matter (variant D) to 18.79 MJ.kg⁻¹ of dry matter (variant E). We did not find any significant differences after the silage additives application. Gross energy determined according to Schiemann et al. (1972) ranged in ensiled high moisture corn from 18.57 MJ.kg⁻¹ of dry matter (variant D) to 18.65 MJ.kg⁻¹ of dry matter (variant K). After the silage additives application we found significantly ($P < 0.05$) lower content of gross energy in variant D. Insignificantly ($P > 0.05$), the highest content of metabolisable energy of ensiled high moisture corn was found in the untreated variant K (13.11 MJ.kg⁻¹ of dry matter), the lowest content in variant D (12.81 MJ.kg⁻¹ of dry matter). We found different results of gross energy values of ensiled high moisture corn. In comparison with results obtained calorimetrically, we found very similar ensiled high moisture corn gross energy results determined according to Schiemann et al. (1972).

Key words: forages, high moisture corn, gross energy, metabolisable energy, detection methods

Kvalitu krmív možno objektívne posúdiť iba po zohľadnení celého radu ukazovateľov. Rozhodujúcim faktorom, ktorý limituje kvalitu krmív, s výnimkou zelených a čerstvých krmív, je koncentrácia energie (Pajtáš et al., 2009). Najvýznamnejšou krmnou plodinou z hľadiska využiteľnej energie je v podmienkach Slovenska kukurica. Jej plasticita pri rôznej technológii zberu a uskladnenia poskytuje širokú škálu krmív s odlišnými dietetickými vlastnosťami a koncentráciou energie (Bíro et al., 2006). Rozhodujúcim nositeľom energetickej hodnoty kukurice je jej zrno, nakoľko sa v ňom vyskytuje takmer 70 % všetkých energetických živín (Gálik, 2007; Padrůněk, 2004). Energetický účinok kukurice je prezentovaný predovšetkým škrobom, polysacharidom lokalizovaným hlavne v zrne (South et al., 1991).

Už pred 80 rokmi poprední svetoví vedci z oblasti výživy a krmenia zvierat zistili, že skrmovaním vlhkého zrna sa do živočíšneho organizmu dostáva najviac živín. Z hľadiska nižších zberových strát je aj prípadný negatívny dopad na kvalitu životného prostredia výrazne redukovaný (Woodacre, 2004; Gálik, 2007). Vlhké zrno kukurice sa v porovnaní so zrnom zberaným pri plnej fyziologickej zrelosti vyznačuje vyšším obsahom živín a vyššou stráviteľnosťou. Vyššia výživná hodnota vlhkého zrna kukurice je podmienená predovšetkým termínom zberu. Viaceré publikácie dokazujú, že pri vlhkosti zrna kukurice 30–40 % je jeho výživná hodnota maximálne asimilovaná a ďalším dozrievaním už nedochádza k jej podstatnému kumulovaniu (Gálik, 2007).

Energetickú hodnotu krmiva možno určiť nepriamo regresným výpočtom na základe analyticky stanovených živín (Schiemann et al., 1972; Sommer et al., 1994), alebo priamou kalorimetrickou metódou. Vo svete bolo doposiaľ publikovaných viacero pôvodných vedeckých prác, ktoré sa zaoberajú práve kalorimetricky stanoveným obsahom energie v rastlin-

ných a živočíšnych produktoch (napr. Schiemann et al., 1972; Vencel et al., 199; Sommer et al., 1994; Pozdíšek et al., 2003; Smit et al., 2004).

Materiál a metódy

V experimentálnych podmienkach sme konzervovali zrno kukurice zberané pri vyššej vlhkosti. Biomasu sme získali z Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU, s.r.o. v Koliňanoch. Vlhké zrno kukurice bolo bezprostredne po kombajnovom zbere mechanicky upravené, miagané na miagači MURSKA 1000 HD. Rastlinnú biomasu sme následne hermeticky zakonzervovali v silážnych PVC kontajneroch s objemom 50 dm³ počas 180 dní v Laboratóriu konzervovania krmív Katedry výživy zvierat FAPZ SPU v Nitre pri riadenej klimatizácii.

Do experimentu bolo zahrnutých 7 variantov. Vo variante K sme vlhké zrno kukurice zakonzervovali bez silážnych aditív, vo variante A a B sme aplikovali mikrobiálne silážne aditíva (účinné zložky – variant A: *Lactobacillus rhamnosus*, *Lact. plantarum*, *Lact. brevis*, *Lact. buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*, 2,5 × 10¹¹ CFU.g⁻¹, variant B: *Enterococcus faecium*, *Lact. plantarum*, *Lact. casei*, *Lact. buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*, 150 × 10³ CFU.g⁻¹), vo variante C kombinované biochemické aditívum (účinné zložky: *Lact. plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactococcus lactis*, 166 × 10⁹ CFU.g⁻¹, aktívny enzymatický komplex celulóza s aktivitou 50 610 CU, 6478 IU a benzoan sodný), vo variante D (benzoan sodný, dusitan sodný a mravčan vápenatý), variante E (kyselina propiónová, kyselina mravčia) a variante F (kyselina propiónová, kyselina mravčia, kyselina benzoová, mravčan amónny) sme aplikovali chemické aditíva.

Po ukončení fermentačného procesu sme v priemerných laboratórných vzorkách (Výnos MP SR č. 2145/2004-100) stanovili štandardnými laboratórnymi postupmi (AOAC, 2000) obsah N-látok podľa Kjeldahla, obsah hrubej vlákniny podľa Hennenberg-Stohmanna, obsah tuku podľa Soxhleta a obsah bezdusíkatých látok výťažkových výpočtom. Energetickú hodnotu priemerných vzoriek krmív, obsah spaľného tepla (brutto energiu, *BE*), sme stanovili výpočtom podľa Schiemann et al. (1972);

$BE = 0,0239 \times NL + 0,0397 \times T + 0,02 \times VL + 0,0174 \times BNLV$. Priamou kalorimetrickou metódou (izoperibolický princíp) sme zistili energetickú hodnotu prostredníctvom kalorimetra AC 500 (LECO Corp., U.S.A.). Obsah metabolizovateľnej energie sme zistili výpočtom podľa Petrikovič et al. (2000) $Mepr = 0,01588 \times SNL + 0,03765 \times ST + 0,01380 \times SVL + 0,01518 \times SBNLV$.

Matematicko-štatistické ukazovatele sme zistili jednofaktrovou analýzou rozptylu (ANOVA), *t*-test.

Tabuľka 1 Obsah živín v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice

		K	A	B	C	D	E	F
NL	\bar{x}	94,9	95,4	93,0	92,5	93,7	92,5	97,9
	S.D.	1,274	2,268	0,723	0,485	0,971	1,756	2,663
	V	1,342	2,378	0,778	0,495	1,037	1,899	2,720
T	\bar{x}	36,2	33,9	37,3	36,2	34,8	34,3	35,0
	S.D.	1,916	1,756	1,266	1,301	1,815	1,002	1,387
	V	5,292	5,175	3,392	3,592	5,220	2,917	3,959
VL	\bar{x}	27,6 ^a	25,7 ^a	25,8 ^a	23,5 ^a	24,3 ^a	26,5 ^a	25,8 ^a
	S.D.	0,351	0,252	0,173	0,100	0,006	0,058	0,200
	V	1,274	0,980	0,671	0,426	0,024	0,218	0,775
BNLV	\bar{x}	827,2 ^b	831,2	830,3	834,3 ^b	830,8	832,8	826,2
	S.D.	1,800	4,067	0,656	1,418	3,305	2,801	1,000
	V	0,218	0,489	0,079	0,170	0,398	0,336	0,121
OH	\bar{x}	985,9	986,0	986,5	986,5	983,5	986,1	985,0
	S.D.	0,200	0,153	0,586	0,462	0,513	0,351	0,819
	V	0,020	0,015	0,059	0,047	0,052	0,036	0,083

NL – dusíkaté látky, T – tuk, VL – vláknina, BNLV – bezdusíkaté látky výťažkové, OH – organická hmota, \bar{x} – priemer (obsah v g.kg⁻¹ sušiny), S.D. – smerodajná odchýlka, V – rozptyl. Hodnoty s identickým indexom v riadku sú štatisticky preukazné na hladine $P < 0,05$

NL – crude protein, T – crude fat, VL – crude fibre, BNLV – nitrogen free extract, OH – organic matter, \bar{x} – average (content in g.kg⁻¹ of dry matter), S.D. – standard deviation, V – variance. Values with the identical superscript in the row are significantly at the level $P < 0,05$

Table 1 Nutrient contents in high moisture crimped corn silages

Tabuľka 2 Obsah brutto energie v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice

	K	A	B	C	D	E	F
Kalorimetrická hodnota (1)							
\bar{x}	18,72	18,67	18,64	18,69	18,49	18,79	18,53
S.D.	0,0001	0,0012	0,0002	0,0037	0,0002	0,0001	0,003
V	0,0006	0,0066	0,0009	0,0196	0,0010	0,0006	0,0160
Hodnota podľa Schiemann et al. (1972) (2)							
\bar{x}	18,65 ^b	18,60	18,63	18,64	18,57 ^b	18,59	18,62
S.D.	0,0003	0,0005	0,0009	0,0001	0,0004	0,0004	0,0001
V	0,0016	0,0028	0,0049	0,0004	0,0019	0,0019	0,0002

\bar{x} – priemer (obsah v MJ.kg⁻¹ sušiny), S.D. – smerodajná odchýlka, V – rozptyl. Hodnoty s identickým indexom v riadku sú štatisticky preukazné na hladine $P < 0,05$

\bar{x} – average (content in MJ.kg⁻¹ of dry matter), S.D. – standard deviation, V – variance. Values with the identical superscript in the row are significantly at the level $P < 0,05$

Table 2 Gross energy value in high moisture crimped corn silages

(1) value by calorimeter in MJ.kg⁻¹ of dry matter, (2) value by Schiemann et al. in MJ.kg⁻¹ of dry matter

Tabuľka 3 Obsah metabolizovateľnej energie v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice

	K	A	B	C	D	E	F
\bar{x}	13,63	13,60	13,67	13,67	13,60	13,61	13,60
S.D.	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
V	0,0007	0,0003	0,0009	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003

\bar{x} – priemer (obsah v MJ.kg⁻¹ sušiny), S.D. – smerodajná odchýlka, V – rozptyl

\bar{x} – average (content in MJ.kg⁻¹ of dry matter), S.D. – standard deviation, V – variance

Table 3 Metabolisable energy content in high moisture crimped corn silages

Výsledky a diskusia

Obsah organických živín, z ktorých bola stanovená, resp. vypočítaná energetická hodnota siláží vlhkého miaganého zrna kukurice, uvádzame v tabuľke 1. Priamou kalorimetrickou metódou sme v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice zistili obsah brutto energie v rozpätí 18,49 (variant D) až 18,79 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant E). Hodnoty uvádzame v tabuľke 2. Nižší obsah brutto energie v silážovanom vlhkom miaganom zrne kukurice zistili Touroy et al. (1974), 18,20 MJ.kg⁻¹ sušiny. Petrikovič et al. (2000) udávajú priemernú energetickú hodnotu ($n = 72$) silážovaného vlhkého zrna kukurice vo forme brutto energie 17,56 MJ.kg⁻¹ sušiny, podľa Cho et al. (1982) sa vlhké kukuričné zrna vyznačuje priemernou brutto energetickou hodnotou iba na úrovni 17 MJ.kg⁻¹ sušiny. Aplikácia silážnych aditív neovplyvnila energetickú hodnotu siláží vo forme brutto energie, zistené rozdiely boli nepreukazné ($P > 0,05$). Výpočtom sme zistili obsah brutto energie v silážovanom vlhkom miaganom zrne kukurice podľa Schiemann et al. (1972). Zistené hodnoty, od 18,57 (variant D) do 18,65 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant K), sa približovali ku kalorimetricky stanovenému obsahu brutto energie. V obsahu brutto energie zistenej podľa Schiemann et al. (1972) sme preukazný vplyv ($P < 0,05$) aplikácie silážnych aditív na energetickú hodnotu siláží vlhkého miaganého zrna kukurice zistili porovnaním variantov K (18,65 MJ.kg⁻¹ sušiny) a D (18,57 MJ.kg⁻¹ sušiny). Takmer identickú energetickú hodnotu silážovaného vlhkého miaganého zrna kukurice (18,47 až 18,72 MJ.kg⁻¹ sušiny) uvádzajú vo svojej práci aj Asche et al. (1986). Z obsahu stanovených živín v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice sme výpočtom podľa Petrikovič et al. (2000) regresným výpočtom zistili obsah metabolizovateľnej energie. Použili sme koeficienty stráviteľnosti, ktoré udávajú Petrikovič et al. (2000). V silážach vlhkého miaganého zrna kukurice sme zistili obsah metabolizovateľnej energie od 13,60 MJ.kg⁻¹ sušiny (varianty A, F) do 13,67 MJ.kg⁻¹ sušiny (varianty B, C). Vplyvom aplikácie silážnych aditív sme nezaznamenali preukazné ovplyvnenie obsahu metabolizovateľnej energie ($P > 0,05$). Petrikovič et al. (2000) vo svojej práci uvádzajú priemerný obsah metabolizovateľnej energie na úrovni 13,03 MJ.kg⁻¹ sušiny.

Súhrn

V práci sme zisťovali energetickú hodnotu siláží vlhkého miaganého zrna kukurice rozdielnymi metódami. Vlhké miagané zrna kukurice sme konzervovali rôznymi silážnymi aditívami. Po ukončení fermentačného procesu sme v priemerných laboratórnych vzorkách stanovili obsah živín a energetickú hodnotu. Pre zistenie obsahu energie sme použili priamu kalorimetrickú metódu a nepriamu metódu, výpočtom podľa Schiemann (1972). Obsah brutto energie zistený kalorimetrickou metódou (prístroj AC 500) bola v silážovanom vlhkom zrne kukurice od 18,49 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant D) do 18,79 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant E). Vplyvom aplikácie silážnych aditív sme nezistili preukazné rozdiely energetickej hodnoty. Hodnota brutto energie zistená nepriamo podľa Schiemann et al. (1972) sa v silážach vlhkého miaganého zrna kukurice pohybovala od 18,57 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant D) do 18,65 MJ.kg⁻¹ sušiny (variant K). Vplyvom aplikácie silážnych aditív sme preukazne ($P < 0,05$) nižší obsah brutto energie zistili vo variante D. Nepreukazne ($P > 0,05$) najvyšší obsah metabolizovateľnej energie siláží vlhkého zrna kukurice sme zaznamenali vo variantoch B a C K (13,67 MJ.kg⁻¹ sušiny), najnižší obsah vo variantoch A, D, F

(13,60 MJ.kg⁻¹ sušiny). Rozdielnymi metódami stanovenia sme zistili rozdielne hodnoty v obsahu brutto energie siláží vlhkého zrna kukurice. V porovnaní s výsledkami zistenými priamou kalorimetrickou metódou sme veľmi podobné hodnoty zistili v obsahu brutto energie vlhkého zrna kukurice zistených nepriamo podľa Schiemann et al. (1972).

Kľúčové slová: krmivá, vlhké kukuričné zrna, brutto energia, metabolizovateľná energia, metódy stanovenia

Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu „Excelentné centrum ochrany a využívania agrobiodiverzity“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington : Association of Official Analytical Chemists Inc., 2000.
- ASCHE, G.L. – CRENSHAW, J.D. – LEWIS, A.J. – PEO, E.R.Jr. 1986. Effect of dry, high-moisture and reconstituted normal and high-lysine corn diets and particle size on energy and nitrogen metabolism in growing swine. In: Journal of Animal Science, vol. 63, 1986, p. 131–138.
- BÍRO, D. – JURÁČEK, M. – GÁLIK, B. – ŠIMKO, M. – KAČANIOVÁ, M. 2006. Influence of chemical inhibitors on fermentation process and hygienic quality of high moisture corn. In: Slovak Journal of Animal Science, vol. 39, 2006, p. 108–112.
- GÁLIK, B. 2007. Nutričná hodnota biologicky a chemicky konzervovaného vlhkého zrna kukurice: dizertačná práca. Nitra : SPU, 2007, 104 s.
- CHO, C.Y. – SLINGER, S.J. – BAYLEY, H.S. 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. In: Comparative Biochemistry and Physiology, vol. 72, 1982, p. 25–41.
- PADRŮNĚK, S. 2004. Kukurice – energie, ktorá sa mení v mléko. In: Drevjany et al.: Holštýnský svět. Turnov : Unipress, 2004, s. 130–141.
- PAJTÁŠ, M. et al. 2009. Výživa a krmenie zvierat: Terminologický náučný slovník. Nitra : SPU, 2009, 151 s. ISBN 978-80-552-0185-6.
- PETRIKOVIČ, P. et al. 2000. Výživná hodnota krmív. 1. časť. Nitra : VÚŽV, 2000. ISBN 80-88872-12-X.
- POZDÍŠEK, J. – LOUČKA, R. – MACHAČOVÁ, E. 2003. Digestibility and nutrition value of grass silages. In: Czech Journal of Animal Science, vol. 48, 2003, p. 359–364.
- SCHIEMANN, R. – NEHRING, K. – HOFFMANN, L. – JENTSCH, W. – CHUDY, A. 1972. Energetische Futterbeurteilung und Energienormen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin : Germany, 1972.
- SMIT, L.E. – SCHÖNFELDT, H.C. – DE BEER, W.H.J. 2004. Comparison of the energy values of different dairy products obtained by various methods. In: Journal of Food Composition and Analysis, vol. 17, 2004, p. 361–370.
- SOMMER, A. et al. 1994. Potreba živín a tabuľky výživné hodnoty krmív pro přežvýkavce. Pohořelice : ČAZV, 1994, 198 s.
- SOUTH, J.B. – MORRISON, W.R. – NELSON, O.E. 1991. A relationship between amylose and lipid contents of starches from various mutants for amylose content in maize. In: Journal of Cereal Science, vol. 14, 1991, p. 267–268.
- TOUROY, B.R. – PERRY, T.W. – BEESON, W.M. 1974. Dry, ensiled high moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. In: Journal of Animal Science, vol. 39, 1974, p. 931–936.
- VENCL, B. – FRYDRYCH, Z. – KRÁSA, A. – POSPÍŠIL, R. – POZDÍŠEK, J. – SOMMER, A. – ŠIMEK, M. – ZEMAN, L. 1991. Nové systémy hodnocení krmív pro skot. In: Sborník AZV ČSFR, 1991, s. 148.
- Výnos Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 2145/2004-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. In: Vestník Ministerstva pôdohospodárstva SR, roč. 36, 2004, čiastka 22.
- WOODACRE, B. 2004. Crimping [on-line]. 2004. [cit. 2004-06-14]. Dostupné na internete: <<http://www.kelvincave.com/images/nutrition1pdf>>

Kontaktná adresa:

Ing. Branislav Gálik, PhD., Katedra výživy zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, 949 76, e-mail: Branislav.Galik@uniag.sk