

**Podakovanie**

Táto práca bola vytvorená realizáciou projektu Excelentné centrum ochrany a využívania agrobiodiverzity, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja (0,5) a VEGA 1/0112/08 Vývoj molekulových markérov odvodených od tandemovo a rozptýlene sa opakujúcich poradí nukleotidov v genóme ľanu siateho (0,5).

**Literatúra**

- CULLIS, C. A. 1986. Phenotypic consequences of environmentally induced changes in plant DNA. In: Trends Gene., vol. 2, 1986, p. 307–310.
- CULLIS, C. A. 2005. Mechanisms and control of rapid genomic changes in flax. In: Annals of Botany. vol. 95, 2005, p. 201–206.
- DURRANT, A. 1962. The environmental induction of heritable change in *Linum*. In: Heredity. vol. 17, 1962, p. 27–61.
- EVANS, G. M. – DURRANT, A. – REES, H. 1966. Associated nuclear changes in the induction of flax genotrophs. In: Nature., vol. 212, 1966, p. 697–699.
- CHEN, Y. – SCHNEEBERGER, R. G. – CULLIS, C. A. 2005. A site-specific insertion sequence in flax genotrophs induced by environment. In: New Phytologist. vol. 167, 2005, p. 171–180.

- CHEN, Y. – LOWENFELD, R. – CULLIS, C. A. 2009. An environmentally induced adaptive (?) insertion event in flax. In: International Journal of Genetics and Molecular Biology., vol. 1, 2009, no. 3, p. 038–047.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. In: Physiol. Plant., vol. 15, 1962, p. 473–479.
- OH, T. J. – CULLIS, C. A. 2003. Labile DNA sequences in flax identified by combine sample representational difference analysis (csRDA). In: Plant Molecular Biology., vol. 52, 2003, p. 527–536.
- SCHNEEBERGER, R. – CULLIS, C. A. 1991. Specific DNA alteration associated with the environmental induction of heritable change in flax. In: Genetics., vol. 128, 1991, p. 619–630.
- PFAFFL, M. W. 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. In: Nucleic Acid Research., vol. 29, 2001, p. 2002–2007.

**Kontaktná adresa:**

doc. Ing. Katarína Ražná, PhD., SPU v Nitre, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037/641 42 45, e-mail: katarina.razna@uniag.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 3

Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 64–66

## POROVNANIE ENERGETICKEJ HODNOTY ZŔN OBILNÍN STANOVENEJ ROZDIELNYMI METÓDAMI COMPARISON OF CEREAL GRAIN ENERGY VALUE DETECTED BY DIFFERENT METHODS

Daniel BÍRO, Branislav GÁLIK, Milan ŠIMKO, Miroslav JURÁČEK, Michal ROLINEC,  
Peter ŠEVČÍK, Maroš KURUC

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The aim of the experiment was the cereal grains energy value by different methods determination. In the experiment we analyzed energy value of maize, wheat, barley and oat grains. The energy value of feeds we detected by calculations and by direct calorimetric method also. For energy value detected by calculation were the contents of crude protein, crude fat, crude fibre and nitrogen free extract analyzed. By this method we found the highest gross energy (18.83 MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter) in maize, significantly ( $P < 0.05$ ) in comparison with wheat and oat. The lowest gross energy content (18.25 MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter) we detected in oat and barley. In calorimetric energy value we found different results. The highest calorimetric gross energy value (18.66 MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter), significantly in comparison with barley and wheat, was for oat typical. Calorimetric gross energy value of barley and wheat (18.59 and 18.58 MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter) were lower. The lowest calorimetric gross energy value we detected in maize, significantly ( $P < 0.05$ ) in comparison with wheat. We found different results of cereal grains energy value detected by different methods. By calculations we found the highest gross energy value in maize, by calorimetric method in oat.

**Key words:** feeds, cereal grains, gross energy, calculation, calorimeter

Dosahovanie vysokej úžitkovosti zvierat a tým efektívnej živočíšnej produkcie je podmienené najmä dostatočným energetickým zásobením živočíšneho organizmu (Hoffmann, 1998; Bíro, 2006). Energia v rôznej forme je v živočíšnom organizme potrebná pre všetky prebiehajúce procesy, jej zdrojom vo výžive zvierat sú krmivá (Hoffmann, 1998). Energetickú hodnotu krmiva vyjadruje jeho energetický obsah, resp. jeho energetický účinok v živočíšnom organizme (Pajtáš et al., 2009). Najvýznamnejším energetickým zdrojom sú vo výžive zvierat obilniny (Pajtáš,

1997; Mlynek a Halo, 1999; Horniaková et al., 2003). Ich vysoká energetická hodnota je determinovaná vysokým obsahom škrobu (McDonald et al., 2002; Blasel et al., 2006; Mareček, 2008), ktorý sa v zrnách obilnín asimiluje do plnej fyziologickej zrelosti (Frančáková a Líšková, 2009). Podľa Šimka et al. (2010) sa najvyššou energetickou hodnotou spomedzi obilnín vyznačuje zrnko kukurice, ktorú Bíro (2006) označuje za nosný energetický zdroj vo výžive zvierat, najmä prežúvavcov. V praktickom kŕmení zvierat je potrebné aj podľa Petrikoviča a Som-

mera (2002) čo najpresnejšie stanovenie energetickej hodnoty krmív. Za presnú a vhodnú metódu zisťovania energetickej hodnoty krmív považujú Zelenka a Zeman (2006) kalorimetrické stanovenie obsahu brutto energie, spalného tepla. Cieľom práce bolo determinovanie energetickej hodnoty analyzovaných zŕn obilnín rozdielnymi metódami a ich vzájomné porovnanie.

## Materiál a metódy

V práci sme sledovali energetickú hodnotu zŕn obilnín, kukurice, jačmeňa, pšenice a ovsu. Laboratórne vzorky analyzovaných zŕnín sme získali z Laboratória kvality a nutričnej hodnoty krmív Excelentného centra ochrany a využívania agrobiodiverzity FAPZ SPU v Nitre. Obilniny boli pestované v štandardných agroklimatických podmienkach na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU, s.r.o. Kolíňany. Pri odbere vzoriek a príprave laboratórných vzoriek sa postupovalo v zmysle Výnosu MP SR č. 2145/2004-100 a Nariadenia ES č. 152/2009. Obsah živín bol v analyzovaných krmivách stanovený štandardnými analytickými metódami používanými u nás (Výnos MP SR č. 2145/2004-100) a v zahraničí (AOAC, 2000). Obsah sušiny bol stanovený vysúšaním vzorky pri teplote  $103 \pm 2$  °C, obsah dusíkatých látok podľa Kjeldahla (prístroj ProNitro, Selecta, Španielsko), obsah hrubej vlákniny podľa Hennenberg-Stohmanna (prístroj FiberTec, Tecator, Švédsko), obsah tuku podľa Soxhleeta (prístroj Soxtec, Tecator, Švédsko) a obsah bezdusíkatých látok výťažkových bol stanovený nepriamo výpočtom. Na základe analyticky stanovených živín sme v analyzovaných vzorkách obilnín vypočítali energetickú hodnotu, brutto energiu podľa Schiemann et al. (1972),  $BE = 0,0239 \times NL + 0,0397 \times T + 0,02 \times VL + 0,0174 \times BNLV$ . V identických vzorkách sme stanovili energetickú hodnotu priamou kalorimetrickou metódou (izoperibolický princíp) prostredníctvom kalorimetra AC 500 (LECO Corp., U.S.A.). Matematicko-štatistické ukazovatele sme zistili jednofaktorovou analýzou variancie (ANOVA) v prostredí programu SAS (SAS Enterprise Guide 4.2).

## Výsledky a diskusia

Obsah organických živín, z ktorých bola stanovená, resp. vypočítaná energetická hodnota krmív, je uvedený v tabuľkách 1 a 2. Zistené hodnoty sú porovnateľné s výsledkami uvádzanými Petrikovičom et al. (2000), Šimkom et al. (2010) a Gálikom et al. (2010). Obsah N-látok je v zrnách obilnín charakteristicky nízky. V nami analyzovaných obilninách sme zistili obsah

N-látok v rozpätí 87,1 až 166 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Najenergetickejšou živinou organickej hmoty krmív je tuk. Najvyšším obsahom tuku sa spomedzi obilnín vyznačuje zrnko kukurice (Gálik et al., 2010). Rovnaký výsledok sme zistili aj v našom experimente. Najnižším obsahom tuku sa v našom experimente vyznačovalo zrnko ovsu. Podľa Schiemann et al. (1972) je potrebné pri stanovení energetickej hodnoty krmiva výpočtom zohľadniť aj obsah vlákniny. Zrná obilnín sú charakteristicky deficitné na obsah vlákniny. V nami analyzovaných obilninách sme zistili obsah vlákniny v rozpätí od 28,8 do 95,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Podobnú tendenciu v obsahu vlákniny v zrnách obilnín popisujú aj Šimko et al. (2010).

Na energetickej hodnote zŕn obilnín sa najväčšou mierou podieľajú bezdusíkaté látky výťažkové reprezentované zásobným polysacharidom, škrobom (Ulrichová a Čerešňáková, 2004). Najvyšším obsahom BNLV sa vyznačovalo zrnko kukurice (816,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny), najnižším obsahom zrnko ovsu (669,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny). Mierne vyšší obsah BNLV v zrne kukurice a takmer identický obsah BNLV v zrne ovsu popisujú vo svojej práci Šimko et al. (2010). Obsah zásobného polysacharidu škrobu v nami analyzovaných krmivách značne kolísal. Najnižším obsahom škrobu sa vyznačovalo zrnko ovsu (459,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny). Najvyšší obsah škrobu sme zistili v zrne kukurice (668,7 g.kg<sup>-1</sup> sušiny) a pšenice (630,1 g.kg<sup>-1</sup> sušiny). Podobné výsledky v obsahu škrobu v zrnách obilnín publikovali aj Petrikovič et al. (2000), Bíro (2006), Gálik et al. (2010) a Šimko et al. (2010). Energetickú hodnotu zŕn obilnín ovplyvňuje aj obsah celkových cukrov. Ich najvyšší obsah sme zaznamenali v zrne kukurice (27,9 g.kg<sup>-1</sup> sušiny), rovnako ako aj obsah škrobu a bezdusíkatých látok výťažkových. Najnižším obsahom celkových cukrov sa z analyzovaných krmív vyznačovalo zrnko ovsu (16,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny), čo je aj podľa Šimka et al. (2010) znakom jeho najnižšej energetickej kvality spomedzi obilnín.

Najvyššou hodnotou brutto energie zistenou výpočtom podľa Schiemann et al. (1972) sa vyznačovala kukurica, 18,83 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny (tabuľka 3). Tento jav možno vysvetliť najvyšším obsahom BNLV, ktorý je v obilninách zastúpený predovšetkým škrobom, čo uvádzajú aj Šimko et al. (2010), resp. Gálik et al. (2010). Vyšší obsah BNLV v zrne pšenice v porovnaní s jačmeňom a ovsom ovplyvnil jej energetickú hodnotu. Najnižším obsahom brutto energie stanovenej výpočtom sa vyznačovalo zrnko ovsu a jačmeňa. Štatisticky významné rozdiely v obsahu brutto energie sme zistili porovnaním kukurice, pšenice a ovsu. Odlišnú energetickú hodnotu sme zistili pri kalorimetrickom analyzovaní vzoriek. Najvyšším obsahom kalorimetrickej brutto energie sa vyznačovalo zrnko ovsu (18,66 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) a to aj napriek tomu, že sa zrnko ovsu vyznačovalo najnižším obsahom škrobu. Tento efekt možno pripísať

**Tabuľka 1** Obsah živín v analyzovaných krmivách

Krmivo (1)	S	NL	T	VL	OH
	v g.kg <sup>-1</sup> sušiny (6)				
Kukurica (2)	860,7	87,1	50,4	28,8	982,6
Jačmeň (3)	880,5	107,6	24,8	54,1	970,2
Pšenica (4)	858,9	134,2	18,4	36,1	976,3
Ovos (5)	863,7	166,0	31,7	95,2	962,2

S – sušina, NL – dusíkaté látky, T – tuk, VL – vláknina, BNLV – bezdusíkaté látky výťažkové, OH – organická hmota  
S – dry mater, NL – crude protein, T – crude fat, VL – crude fibre, BNLV – nitrogen free extract, OH – organic matter

**Table 1** Nutrient contents in analysed feeds

(1) feed, (2) maize, (3) barley, (4) wheat, (5) oat, (6) g.kg<sup>-1</sup> of dry matter

**Tabuľka 2** Obsah živín v analyzovaných krmivách

Krmivo (1)	S	BNLV	Š	C.c.	P
	v g.kg <sup>-1</sup> sušiny (6)				
Kukurica (2)	860,7	816,2	668,7	27,9	17,4
Jačmeň (3)	880,5	783,6	588,1	20,7	29,8
Pšenica (4)	858,9	787,6	630,1	25,5	23,7
Ovos (5)	863,7	669,3	459,2	16,2	37,8

S – sušina, BNLV – bezdusíkaté látky výťažkové, Š – škrob, C.c. – celkové cukry, P – popol

S – dry mater, BNLV – nitrogen free extract, Š – starch, C.c. – total sugars, P – ash

**Table 2** Nutrient contents in analysed feeds

(1) feed, (2) maize, (3) barley, (4) wheat, (5) oat, (6) g.kg<sup>-1</sup> of dry matter

**Tabuľka 3** Energetická hodnota analyzovaných krmív

	Kukurica (2)	Jačmeň (3)	Pšenica (4)	Ovos (5)
Hodnota podľa Schiemann et al. (1972) v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny (6)				
Priemer (1)	18,83 <sup>a</sup>	18,25	18,35 <sup>ab</sup>	18,25 <sup>ab</sup>
S.D.	0,031	0,050	0,050	0,050
Kalorimetrická hodnota v MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny (7)				
Priemer (1)	18,53 <sup>a</sup>	18,59 <sup>bc</sup>	18,58 <sup>acd</sup>	18,66 <sup>bd</sup>
S.D.	0,356	0,006	0,005	0,192

S.D. – smerodajná odchýlka, hodnoty s identickým indexom v riadku sú preukazné na hladine  $P < 0,05$

S.D. – standard deviation, values with identical superscript in the row are significant at the level  $P < 0,05$

**Table 3**

Energy value of analysed feed

(1) mean, (2) maize, (3) barley, (4) wheat, (5) oat, (6) value by Schiemann in MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter, (7) calorimetric value in MJ.kg<sup>-1</sup> of dry matter

rozdielnym metódam stanovenia energetickej hodnoty analyzovaných krmív. Pravdepodobne zohľadnenie obsahu vlákniny, ktorej vyšší obsah je typický pre jačmeň a ovos, spôsobil nižšiu energetickú hodnotu zistenú výpočtom podľa Schiemann et al. (1972).

## Súhrn

Cieľom práce bolo analyzovanie energetickej hodnoty zŕn obilnín rozdielnymi metódami. V experimente bola determinovaná energetická hodnota zrna kukurice, pšenice, jačmeňa a ovsu. Energetická hodnota krmív bola stanovená regresnou kalkuláciou a priamou kalorimetrickou metódou. Pre regresnou metódou stanovenú energetickú hodnotu boli krmivá analyzované na obsah dusíkatých látok, tuku, hrubej vlákniny a bezdusíkatých látok výťažkových. Energetická hodnota, obsah brutto energie zistený touto metódou bol najvyšší (18,83 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) v zrne kukurice, preukazne ( $P < 0,05$ ) v porovnaní so zrnou pšenice a ovsu. Najnižší obsah brutto energie stanovenej výpočtom (18,25 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) sme zistili v zrne ovsu a jačmeňa. Kalorimetricky stanovená energetická hodnota analyzovaných krmív bola odlišná. Najvyšší, kalorimetricky stanovený obsah brutto energie (18,66 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) sme zistili v zrne ovsu, v porovnaní so zrnou jačmeňa a pšenice boli rozdiely preukazné ( $P < 0,05$ ). Kalorimetricky stanovený obsah brutto energie v zrne jačmeňa a pšenice (18,59 a 18,58 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) bol nižší. Najnižší obsah brutto energie stanovenej priamou kalorimetriou sme zistili v zrne kukurice, v porovnaní so zrnou pšenice boli rozdiely preukazné ( $P < 0,05$ ). Vplyvom použitých metód boli zaznamenané rozdielne výsledky v obsahu brutto energie analyzovaných krmív. Regresným výpočtom sme najvyššiu energetickú hodnotu zistili v zrne kukurice, priamou kalorimetriou sme najvyšší obsah brutto energie zistili v zrne ovsu.

**Kľúčové slová:** krmivá, zrná obilnín, brutto energia, kalkulácia, kalorimetria

## Podakovanie

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.
- BLASEL, H.M. – HOFFMAN, P.C. – SHAVER, R.D. 2006. Degree of starch access: Enzymatic method to determine starch degradation potential of corn grain and corn silage. In: Animal Feed Science and Technology, vol. 119, 2006, p. 96–107.
- BÍRO, D. 2006. Žyvieenie krôv dojnych podczas laktacji. In Mikolajczak, J. et al.: Žyvieenie bydla. Bydgoszcz : Wydawnictwa uczelniane Akademii techniczno-rolniczej, 2006, s. 146–178.
- FRANČÁKOVÁ, H. – LÍŠKOVÁ, M. 2009. Dormancia sladovníckeho jačmeňa vo vzťahu k fyziologickým parametrom zrna jačmeňa. In: Acta fytotechnica et zootecnica, roč. 12, 2009, č. 1, s. 20–23.
- GÁLIK, B. et al. 2010. Konzervovanie vlhkého zrna kukurice. Nitra : SPU, 2010, 93 s. ISBN 978-80-552-0431-4.
- HOFFMANN, L. 1998. The metabolisable energy as a basic for standardisation of energetic feed evaluation. In: Archiv of Animal Nutrition, vol. 51, 1998, p. 127–134.
- HORNIÁKOVÁ, E. – KOVÁČ, L. – DEBRECÉNI, O. 2003. Výživa a kŕmenie ošípaných. Nitra : SPU, 2003, 40 s. ISBN 80-968858-3-9.
- MAREČEK, J. 2008. Skladovanie a kvalita zrna. In: Naše pole, roč. 12, 2008, č. 8, s. 48–49.
- MCDONALD, P. et al. 2002. Animal Nutrition. 6th ed. Essex: Pearson Education Ltd, 2002, 693 p.
- MLYNEK, J. – HALO, M. 1999. Chov koní. Nitra : Slovenský chov, 1999, 98 s. ISBN 80-968175-4-X.
- Nariadenie ES č. 152/ 2009 ktorým sa ustanovujú metódy odberu vzoriek a laboratórneho skúšania pre úradnú kontrolu krmív. In: Úradný vestník Európskej únie, L54/1, 2009.
- PAJTÁŠ, M. 1997. Oceňovanie a hodnotenie objemových krmív. Nitra : SPU, 1997, 28 s. ISBN 80-7137-428-8.
- PAJTÁŠ, M. et al. 2009. Výživa a kŕmenie zvierat: Terminologický náučný slovník. Nitra : SPU, 2009, 151 s. ISBN 978-80-552-0185-6.
- PETRIKOVIČ, P. a i. 2000. Výživná hodnota krmív. 2. časť. Nitra : VÚŽV, 2000, ISBN 80-88872-12-X.
- PETRIKOVIČ, P. – SOMMER, A. 2002. Potreba živín pre hovädzí dobytok. Nitra : VÚŽV, 2002, 62 s. ISBN 80-88872-21-9.
- SCHIEMANN, R. et al. 1972. Energetische Futterbeurteilung and Energienormen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin : Germany, 1972.
- ŠIMKO, M. a i. 2010. Sacharidy vo výžive prežúvavcov. Nitra : SPU, 2010, 141 s. ISBN 978-80-552-0337-9.
- ULRICHOVÁ, Z. – ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. 2004. Degradácia škrobu a organickej hmoty zrna hybridov kukurice v rôznom štádiu zberu. In: Proteiny 2004, Brno : MZLU, 2004, s. 194–199. ISBN 80-7157-779-0.
- Výnos MP SR č. 2145/ 2004-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. In Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky, roč. 36, 2004, čiastka 22.
- ZELENKA, J. – ZEMAN, L. 2006. Výživa a kŕmení drúbeže. Brno : MZLU, 2006, 117 s.

Kontaktná adresa:

prof. Ing. Daniel Bíro, PhD., Katedra výživy zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037-6414 328, e-mail: Daniel.Biro@uniag.sk