

## OCJENA NETTO-ENERGETSKE VRIJEDNOSTI SIJENA RAZLIČITIH KOŠNJI

## ESTIMATION OF HAY ENERGY VALUE WITH A REGRESSION EQUATION

Jasna M.A. Stekar<sup>1</sup>, F. Zagožen<sup>1</sup>, A. Golob<sup>1</sup>

Izvorni znanstveni članak  
UDK: 636.085.3.532.  
Primljeno: 21. svibanj 1996.

### SAŽETAK

Statističkim paketom SPSS obrađeni su rezultati kemijskih (weende) analiza 655 uzoraka prve košnje i 170 uzoraka druge košnje, sveukupno 825 slučajnih uzoraka. Zavisna varijabla bila je energetska vrijednost izražena u škrobnim jedinicama (ŠJ) ili njemačkoj netto-energiji za laktaciju (NEL). Pojedine nezavisne varijable (kemijske odrednice) uključuju se u jednadžbu postupno prema veličini utjecaja na energetska vrijednost. Korelacije (R) su u svim slučajevima bile veoma visoko značajne. U uzorcima prve košnje ocjena ŠJ na osnovi određivanja svih sastojaka vrlo je točna ( $R=0.9796$ ,  $s.p.=1.4502$ ). Za praktične potrebe dovoljna je ocjena koja se temelji na sadržaju sirove vlaknine (SV) i sirovih bjelančevina (SB) ( $R=0.9613$ ,  $s.p.=1.9861$ ). Za ocjenu NEL pak moraju se uzeti u obzir sve hranjive tvari ( $R=0.9429$ ,  $s.p.=0.1822$ ). Pri otavi sadržaj ŠJ može se dobro ocijeniti određivanjima svih sastojaka ( $R=0.95488$ ,  $s.p.=14164$ ). Za ocjenu NEL dovoljni su podaci o SB, eterskom ekstraktu i nedušičnim ekstraktivnim tvarima ( $R=0.93487$ ,  $s.p.=0.14164$ ). U slučajevima u kojima uzorak sijena nije definiran sadržaj ŠJ i NEL može se ocijeniti na temelju određivanja svih sastojaka ( $R=0.97186$ ,  $s.p.=1,69134$  odnosno  $R=0.95646$ ,  $s.p.=0.15974$ ).

Ključne riječi: *sijeno, otava, kemijski sastav, škrobna jedinica, njemačka netto-energija za laktaciju, jednadžba, R.*

### UVOD

Pri izradi rada primijećeno je da je energetska ocjena sijena često sporna. Naime, različite osobe nerijetko različito ocjenjuju njenu vrijednost na osnovi iste analize. U Sloveniji nema podataka ni o sastavu sijena niti o probavljivosti pojedinih sastojaka. Često je, međutim, na raspolaganju analiza vlastitoga sijena, a dalje pomaže tablica probavljivosti (DLG Futterwerttabellen, 1991.).

### MATERIJAL I METODE

Na početku izrade našega rada jedna osoba izabrala je tablične koeficijente probavljivosti za 207 kemijski analiziranih definiranih uzoraka sijena. Slijedio je izračun škrobnih jedinica (ŠJ) i nakon toga izrada jednadžbe za izračun ŠJ isključivo na temelju rezultata kemijske analize (Cmok i sur., 1987.).

<sup>1</sup> dr. Jasna M.A. Stekar, red. prof., dr. Franc Zagožen, red. prof., mag. Andrej Golob, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

Zatim su provjerene dobivene jednadžbe. U tu je svrhu šest osoba izabralo koeficijente probavljivosti za 693 uzorka prve košnje i 171 uzorak druge košnje, od toga četiri osobe u dva navrata. Ustanovljeno je da između osoba, pa čak i između dva izbora iste osobe postoje značajne razlike. Također je ustanovljeno da ocjena jednadžbom daje veće vrijednosti nego ona dobivena na klasičan način. Uzrok je tome natprosječna kakvoća definiranih uzoraka iz kojih su izvedene jednadžbe (Stekar i sur., 1993.; Stekar i sur., 1994.).

Konačno su na temelju rezultata kemijskog sastava 655 uzoraka prve košnje i 170 uzoraka druge košnje, dakle ukupno 825 slučajnih uzoraka, izvedene nove jednadžbe. Svi su uzorci analizirani u istom laboratoriju (Biotehnički fakultet, Odjel za zootehniku).

Energetska vrijednost računa se uz pomoć statističkog paketa SPSS koji postupno uključuje nezavisne varijable, pojedine skupine hranjivih tvari u jednadžbe, i to prema opsegu utjecaja koji imaju na zavisnu varijablu. Korelacije (R) su dodatno testirane uz pomoć F-testa.

## REZULTATI

### Prva košnja

Na tablici 1 prikazan je sastav prve košnje.

Na tablici 2. prikazani su sadržaj ŠJ, njemačke netto-energije za laktaciju (NEL) i probavljivih sirovih bjelančevina (PSB) u prvoj košnji izračunatih uz pomoć koeficijenata probavljivosti iz DLG-tablica.

**Tablica 1. Prosječni sastav prve košnje g kg<sup>-1</sup> ST, n=655**

**Table 1. The average composition of the first cut, g kg<sup>-1</sup> DM, n=655**

	Suha tvar Dry matter g kg <sup>-1</sup>	Sirove bjelančevine Crude protein	Eterski ekstrakt Ether extract	Sirova vlaknina Crude fibre	Sirovi pepeo Crude ash	Nedušične ekstraktivne tvari N-free extracts
Srednja vrijednost Mean value	850.93	111.23	27.39	330.67	76.58	453.84
Standardno odstupanje Standard deviation	36.85	30.96	12.40	41.71	16.32	38.65
Standardna pogreška Standard error	1.44	1.21	0.48	1.63	0.54	1.51
Najmanje - Minimum	699.10	30.60	3.40	188.80	41.50	151.50
Najviše - Maximum	936.60	231.20	95.30	452.60	165.60	566.30

**Tablica 2. Prosječna energetska vrijednost i sadržaj probavljivih sirovih bjelančevina prve košnje, kg<sup>-1</sup> ST, n=655**

**Table 2. The average energetic value and digestible crude protein content in the first cut, kg<sup>-1</sup> DM, n=655**

	ŠJ-SE	NEL, MJ	PSB, g DCP, g
Srednja vrijednost - Mean value	338.60	4.50	62.76
Standardno odstupanje - Standard deviation	71.95	0.55	24.85
Standardna pogreška - Standard error	2.81	0.02	0.97
Najmanje - Minimum	154.30	2.69	13.41
Najviše - Maximum	514.20	6.11	156.95

Jednadžba za izračun sadržaja ŠJ glasi:

$\text{ŠJ kg}^{-1} \text{ ST} = 16,5855 + 1,2750 \text{ sirovih bjelančevina} + 0,9241 \text{ eterskog ekstrakta} - 0,7965 \text{ sirove vlaknine} + 0,5928 \text{ nedušičnih ekstraktivnih tvari}$   
jed. 1

R je visok: 0.9796 i vrlo visoko signifikantan. Standardna je pogreška 0.14502. Ocjena ŠJ vrlo je točna.

Kad se u jednadžbu uključio i sirovi pepeo, R je postao neznajčajno viši.

Kad se jednadžbu izračunalo samo na temelju sadržaja sirove vlaknine, R je bio visok (0.9354) i također vrlo visoko signifikantan, a standardna je pogreška iznosila 2.5460.

Uključenjem sadržaja sirove vlaknine R se dosta povisio (0.9613), a standardna pogreška smanjila (1.9861). Jednadžba tada glasi:

$\text{ŠJ kg}^{-1} \text{ ST} = 69,3979 + 0,6609 \text{ sirovih bjelančevina} - 1,2991 \text{ sirove vlaknine}$   
jed. 2

Smatra se da je ocjena na temelju sadržaja sirovih bjelančevina i sirove vlaknine u praksi u većini slučajeva dovoljno točna.

Jednadžba za izračun sadržaja NEL glasi:

$\text{NEL (MJ) kg}^{-1} \text{ ST} = 1,6276 + 0,1281 \text{ sirovih bjelančevina} + 0,0898 \text{ eterskog ekstrakta} - 0,0365 \text{ sirove vlaknine} + 0,0538 \text{ nedušičnih ekstraktivnih tvari}$   
jed. 3

Pri ovoj korelaciji R je također visok: 0.9565 i vrlo visoko značajan. Standardna je pogreška 0.1597. Ocjena NEL dovoljno je točna.

Kad se u jednadžbu uključio i sirovi pepeo, R je postao nešto viši (0.9567), a standardna pogreška nešto manja (0.1594).

Kad se jednadžba izvela samo na temelju sadržaja sirove vlaknine te na temelju sirove vlaknine i sirovih bjelančevina, R je također bio visoko značajan, no ne preporučuje se ocjenjivanje sadržaja NEL samo na temelju sadržaja sirove vlaknine i sirovih bjelančevina.

### Druga košnja

Sastav sijena druge košnje prikazan je na tablici 3.

Sadržaj ŠJ, NEL i probavljivih sirovih bjelančevina izračunatih na klasičan način prikazani su na tablici 4. Jednadžba za izračun sadržaja ŠJ glasi:

$\text{ŠJ kg}^{-1} \text{ ST} = -1,7477 + 1,3372 \text{ sirovih bjelančevina} + 0,93505 \text{ eterskog ekstrakta} - 0,39332 \text{ sirove vlaknine} + 0,68115 \text{ nedušičnih ekstraktivnih tvari}$   
jed. 4

R = 0.95488 i statistički je vrlo visoko značajan, a statistička pogreška iznosi 1.51281

Jednadžba za izračun vrijednosti NEL glasi:

$\text{NEL (MJ) kg}^{-1} \text{ ST} = -2,7477 + 1,5216 \text{ sirovih bjelančevina} + 0,9880 \text{ eterskog ekstrakta} + 0,06644 \text{ nedušičnih ekstraktivnih tvari}$   
jed. 5

R = 0.93487 i statistički je vrlo visoko značajan uz standardnu pogrešku od 0.14164

Tablica 3. Prosječni sastav druge košnje, g kg<sup>-1</sup> ST, n=170

Table 3. The average composition of the second cut, g kg<sup>-1</sup> DM, n=170

	Suha tvar Dry matter g kg <sup>-1</sup>	Sirove bjelančevine Crude protein	Eterski ekstrakt Ether extract	Sirova vlaknina Crude fibre	Sirovi pepeo Crude ash	Nedušične ekstraktivne tvari N-free extracts
Srednja vrijednost Mean value	841.16	127.45	27.38	308.23	87.23	450.50
Standardno odstupanje Standard deviation	29.50	25.22	8.44	32.67	18.54	39.69
Standardna pogreška Standard error	2.26	1.93	0.65	2.51	1.42	3.04
Najmanje - Minimum	724.30	77.50	7.10	246.30	55.90	299.80
Najviše - Maximum	835.00	196.30	63.10	412.60	166.10	540.30

**Tablica 4. Prosječna energetska vrijednost i sadržaj probavljivih sirovih bjelančevina druge košnje, kg<sup>-1</sup> ST, n=170**  
**Table 4. The average energetic value and digestible crude protein content of the second cut, kg<sup>-1</sup> DM, n=170**

	ŠJ-SE	NEL, MJ	PSB, g DCP, g
Srednja vrijednost - Mean value	393.96	4.93	78.75
Standardno odstupanje - Standard deviation	50.33	0.40	21.32
Standardna pogreška - Standard error	3.86	0.03	1.63
Najmanje - Minimum	256.80	3.91	39.98
Najviše - Maximum	480.90	5.71	133.48

**Tablica 5. Prosječni sastav sijena, g kg<sup>-1</sup> ST, n=825**  
**Table 5. The average composition of hay, g kg<sup>-1</sup> DM, n = 825**

	Suha tvar Dry matter g kg <sup>-1</sup>	Sirove bjelančevine Crude protein	Eterski ekstrakt Ether extract	Sirova vlaknina Crude fibre	Sirovi pepeo Crude Ash	Nedušične ekstraktivne tvari N-free extracts
Srednja vrijednost Mean value	849.08	114.57		326.04	79.77	453.15
Standardno odstupanje Standard deviation	36.63	30.57	11.69	41.01	17.33	38.87
Standardna pogreška Standard error	1.32	1.06	0.41	1.43	0.60	1.35
Najmanje - Minimum	699.10	30.60	3.40	188.80	41.50	151.30
Najviše - Maximum	936.60	231.20	95.30	452.60	166.10	566.30

**Tablica 6. Prosječna energetska vrijednost i sadržaj probavljivih sirovih bjelančevina sijena, g kg<sup>-1</sup> ST, n=825**  
**Table 6. The average energetic value and digestible crude protein content of hay, g kg<sup>-1</sup> DM, n=825**

	ŠJ - SE	NEL, MJ	PSB, g DCP, g
Srednja vrijednost - Mean value	350.01	4.59	66.06
Standardno odstupanje - Standard deviation	71.63	0.55	25.00
Standardna pogreška - Standard error	2.49	0.02	0.87
Najmanje - Minimum	154.30	2.69	13.41
Najviše - Maximum	514.20	6.11	156.95

### Obje košnje zajedno

Sastav svih uzoraka prve i druge košnje prikazan je na tablici 5. Energetsku vrijednost i sadržaj probavljivih sirovih bjelančevina prikazuje tablica 6. U svim slučajevima u kojima se zna kada su uzorci bili pokošeni preporučuju se ove jednadžbe:

$SE \text{ g kg}^{-1} \text{ ST} = 17.44098 + 1.32436 \text{ sirovih bjelančevina} + 0.86969 \text{ eterskog ekstrakta} - 0.79011 \text{ sirove vlaknine} + 0.56858 \text{ nedušičnih ekstraktivnih tvari}$  jed. 6

R je vrlo visoko značajan i iznosi 0.97186, dok je standardna pogreška 1.69134.

$NEL (MJ) g\ kg^{-1} ST = 1.62763 + 0.12814$  sirovih  
bjelančevina + 0.08976 eterskog ekstrakta -  
0.03650 sirove vlaknine + 0.05382 nedušičnih  
ekstraktivnih tvari jed. 7

R je vrlo visoko značajan te iznosi 0.05646 uz  
standardnu pogrešku od 0.15974.

### ZAKLJUČAK

Ocjenjivanje ŠJ i NEL uz pomoć jednadžbi bez  
koeficijenta probavljivosti daje dobru i objektivniju  
ocjenu sijena različitih košnji od klasičnog načina.

### LITERATURA

1. Cmok, N., J.M.A. Stekar, F. Zagožen, (1991): Primerjava škrobne vrednosti mrve, izračunane na različne načine. Zb. Biotehniške fak. Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja), Supplement 11/I, 241-248.
2. Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1991): DLG Verlag, Frankfurt/M, 111 pp.
3. Stekar, J.M.A., F. Zagožen, I. Ovčar Sešelj, A. Golob, (1993): Ocena neto energijske vrednosti mrve s koeficienti prebavljivosti in regresijsko enačbo. Zb. Biotehniške fak. Univ. v Ljubljani. Kmetijstvo (Zootehnika), 62, 287-296.
4. Stekar, J.M.A., F. Zagožen, I. Ovčar Sešelj, A. Golob (1994): Estimation of the hay net energy value with digestibility coefficients or regression equation. Krmiva 36/5, 229-233.

### SUMMARY

The results of chemical (weende) analyses of 655 samples of the first cut and 170 samples of the second cut, altogether 825 random samples, were processed with the statistical package SPSS. The dependent variable was energetic value expressed as starch equivalent (SE) or German net energy for lactation (NEL). Individual independent variables (chemical determinations) were included into equations stepwise according to the amount of influence on the energetic value. Regressions (R) were in all cases very highly significant. For the samples of the first cut, the estimation of SE on the basis of all nutrients was very accurate ( $R=0.9796$ ,  $s.e.=1.4502$ ). In practice, it is sufficient to estimate it with the crude fibre (CF) and crude protein (CP) contents only ( $R=0.9613$ ,  $s.e.=1.9861$ ). In the case of estimation of NEL it is necessary to take into account all nutrients ( $R=0.9429$ ,  $s.e.=0.1822$ ). It is possible to estimate SE well with all nutrients ( $R=0.95488$ ,  $s.e.=0.14164$ ) in aftergrass. For NEL CP, ether extract and nitrogen-free extracts ( $R=0.93487$ ,  $s.e.=0.14164$ ) are sufficient. When the samples are not defined, SE and NEL should be estimated with all the nutrients ( $R=0.97186$ ,  $s.e.=1.69134$  resp.  $R=0.95646$ ,  $s.e.=0.15974$ ).

Key words: hay, first cut, aftergrass, chemical composition, starch equivalent, German net energy for lactation, equation, R