

THE IMPORTANCE OF THE STANDARD SAMPLE FOR ACCURATE ESTIMATION OF THE CONCENTRATION OF NET ENERGY FOR LACTATION IN FEEDS ON THE BASIS OF GAS PRODUCED DURING THE INCUBATION OF SAMPLES WITH RUMEN LIQUOR

POMEN STANDARDNEGA VZORCA ZA TOČNO OCENO VSEBNOSTI NETO ENERGIJE ZA LAKTACIJO V KRMI NA PODLAGI PLINA, KI SE RAZVIJE MED INKUBACIJO VZORCEV Z VAMPNIM SOKOM

T. ŽNIDARŠIČ, VERBIČ, J., BABNIK, D.

IZVLEČEK

Namen tega dela je bil preveriti, ali je uporaba standardnega vzorca pri izvajanju Hohenheimskega plinskega preizkusa sploh potrebna. V obdobju treh let smo inkubirali z vampnim sokom *in vitro* 24 serij vzorcev voluminozne krme. Poleg vzorcev krme smo v poskus vključili tudi standardni vzorec sena, ki so nam ga poslali z univerze v Hohenheimu (HFT-99). Polovico serij smo inkubirali z vampnim sokom krav, polovico z vampnim sokom ovc. Merili smo količino plina, ki se razvije med 24 urno inkubacijo in jo primerjali z deklarirano vrednostjo vzorca HFT-99. Poleg HFT-99 smo v poskus vključili tudi 25 preizkusnih vzorcev krme z znanimi *in vivo* določenimi prebavljivostnimi koeficienti. Na podlagi tvorbe plina pri HFT-99 smo ugotovili, da vrsta živali (govedo ali ovce) ni vplivala na aktivnost vampnega soka (41,4 vs. 42,2 ml plina na 200 mg sušine, $p>0,1$). Tudi razlike med leti niso bile značilne (41,9, 41,2 in 42,3 ml plina na 200 mg sušine, $p>0,1$). Variabilnost med serijami je bila približno 10%, od 38,9 do 43,7 ml plina na 200 mg sušine). Tvorba plina pri HFT-99 je bila v tem poskusu približno 6 % manjša od vrednosti, ki so jo dobili na Univerzi Hohenheim (41,8 vs. 44,43 ml na 200 mg sušine). To nakazuje, da obstajajo sistematična odstopanja med laboratoriji. V primeru petindvajsetih preizkusnih vzorcev je korekcija na podlagi standardnega vzorca zmanjšala povprečno razliko *in vitro* ocenjenih vsebnosti neto energije za laktacijo (NEL) od *in vivo* določenih vrednosti. Sklepamo, da je glede na variabilnost med serijami in glede na sistematične razlike v aktivnosti vampnega soka med laboratorijema, uporaba standardnega vzorca pri izvajanju Hohenheimskega plinskega preizkusa nujna.

Ključne besede: krmila, tvorba plina, vampni sok, standardni vzorec, neto energija za laktacijo

ABSTRACT

The aim of this work was to examine the necessity of using the standard sample at the Hohenheim gas test. During a three year period, 24 runs of forage samples were incubated with rumen liquor *in vitro*. Beside the forage samples also the standard hay sample provided by the Hohenheim University (HFT-99) was included in the experiment. Half of the runs were incubated with rumen liquor of cattle and half with the rumen liquor of sheep. Gas produced during the 24 h incubation of standard sample was measured and compared to a declared value of sample HFT-99. Beside HFT-99, 25 test samples with known digestibility coefficients determined *in vivo* were included in the experiment. Based on the gas production of HFT-99, it was found that donor animal (cattle or sheep) did not significantly affect the activity of rumen liquor (41.4 vs. 42.2 ml of gas per 200 mg dry matter, $P>0.1$). Neither differences between years (41.9, 41.2 and 42.3 ml of gas per 200 mg dry matter, $P>0.1$) were significant. However, a variability of about 10% (from 38.9 to 43.7 ml of gas per 200 mg dry matter) was observed between runs. In the present experiment, the gas production in HFT-99 was about 6% lower than the value obtained by the Hohenheim University (41.8 vs. 44.43 ml per 200 mg dry matter).

This indicates a systematic error between the laboratories. In the case of twenty-five test samples, correction on the basis of the standard sample reduced the average difference of the *in vitro* estimates of net energy for lactation (NEL) from the *in vivo* determined values. It was concluded that, due to variation between runs and systematic differences in rumen liquor activity between two laboratories, the results of Hohenheim gas test have to be corrected on the basis of standard sample.

Key words: feeds, as production, rumen liquor, standard sample, net energy for lactation

DETAILED ABSTRACT

For practical purposes, the energy value of forages is usually estimated on the basis of chemical composition and digestibility coefficients from tables. A rapid method for estimation of metabolizable energy concentration which is based on the gas produced during the incubation of samples with rumen liquor was described [14]. This method is officially accepted in Germany [10] and described in the official book of methods [18]. It has been reported that in comparison to the estimates based on chemical composition and digestibility coefficients from tables, the use of this method considerably improved the prediction of the concentration of net energy for lactation in forages [3]. Although the standard sample was proposed with the aim of reducing the error which is due to variability in the activity of rumen liquor [15, 18], from the literature it is evident that standard sample is not used consistently. The aim of this work was to quantify the variability in the activity of rumen liquor and to highlight the importance of standard sample for accurate estimation of net energy for lactation (NEL) in forages.

During a three-year-period, 24 runs of forage samples were incubated with rumen liquor *in vitro* for 24 hours. Standard hay sample provided by the Hohenheim University (HFT-99) was also included. Rumen liquor was derived either from the rumen of cow or sheep. It was found that donor animal (cattle or sheep) did not significantly affect the gas production (Table 2). However, there was a considerable variation between runs. In 24 runs the standard sample yielded a gas production from 38.9 to 43.7 ml/200 mg dry matter. There were no significant differences between years. It indicates that the variation between runs is not time dependent. Overall mean value for gas production in HFT-99 in the present study was lower (41.8 ml/200 mg dry matter) than reported by the University of Hohenheim (44.43 ml/200 mg dry matter).

Beside HFT-99, twenty-five forage samples (19 samples of fresh forages, 5 samples of grass silage and one sample of hay) with known *in vivo* digestibility were included in the experiment. The concentration of NEL was estimated on the basis of gas production using the equation from literature [1] (eq. 1) and compared to the *in vivo* data. For the gas production either uncorrected values or values corrected on the basis of HFT-99 were included in the equation. As a result of correction on the basis of HFT-99, the average deviation of the *in vitro* estimated NEL concentrations from the *in vivo* determined values decreased from 0.15 to 0.11 MJ kg⁻¹ dry matter (Table 3).

It was concluded that, due to variation between laboratories and runs, the results of gas production test had to be corrected on the basis of standard sample. The use of standard sample improved the accuracy of NEL prediction on the basis of gas produced during the incubation of samples with rumen liquor *in vitro*.

UVOD

Energijsko vrednost krme za prežvekovalce lahko ocenimo na podlagi *in vivo* poskusov, *in vitro* poskusov ali na podlagi weendske analize in prebavljivostnih koeficientov iz objavljenih tabel. V Sloveniji, pa tudi v nekaterih drugih srednjeevropskih državah, temelji ocenjevanje vsebnosti neto energije za laktacijo (NEL) na prebavljivostnih koeficientih iz nemških DLG preglednic [8], ali na nemških enačbah za neposredno ocenjevanje energijske vrednosti krme [10]. Ugotovljeno je bilo, da lahko tako ocenjene vsebnosti NEL v lokalno pridelani krmi s travinja precej odstopajo od vrednosti, ki jih določimo s prebavljivostnimi poskusi *in vivo* [3]. Hkrati je bilo ugotovljeno, da se je mogoče velikim sistematičnim in predvsem naključnim odstopanjem od *in vivo* določenih vrednosti izogniti z uporabo hohenheimskega plinskega preizkusa, ki temelji na merjenju plina, ki se razvije pri inkubaciji vzorcev z vampnim sokom [3].

Hohenheimski plinski preizkus za ocenjevanje prebavljivosti in vsebnosti presnovljive energije v krmi je bil podrobneje predstavljen že pred več kot dvajsetimi leti [14]. Od takrat je metoda deležna velike pozornosti. Različni avtorji po vsem svetu jo uporabljajo za ocenjevanje prebavljivosti organske snovi, vsebnosti presnovljive energije in neto energije za laktacijo, razgradljivosti beljakovin v vampu, sinteze mikrobnih beljakovin v vampu, dinamiko fermentacije, napovedovanje zauživanja krme in identifikacijo antinutritivnih snovi v krmi. Možnosti za uporabo te metode so podrobneje opisali Getachew in sod. [9].

Glede na razlike v obrokih in glede na druge dejavnike, ki vplivajo na celulolitično aktivnost vampnega soka, bi lahko pričakovali pri izvajanju hohenheimskega plinskega preizkusa variabilnost zaradi razlik v vampnem soku. Zato so avtorji metode predlagali korekcijo rezultatov glede na količino plina, ki se razvije pri inkubaciji standardnega vzorca krme [15]. Uporabo standardnega vzorca zahteva tudi standardizirana metoda [18]. Standardni vzorec je mogoče uporabiti na dva načina: a) za kvantitativno korekcijo rezultatov ali b) za kvalitativno preverjanje aktivnosti vampnega soka. Pri slednjem se v primeru, da je aktivnost vampnega soka bistveno boljša ali slabša od povprečja, odločimo za ponovitev serije, ki

odstopa. Nekateri avtorji pri ocenjevanju energijske vrednosti krme striktno uporabljajo standardni vzorec [1,3,4,11,15,16], drugi ne [2]. Z izjemo posameznikov [13,6], raziskovalci, ki jih zanima dinamika nastajanja plina, rezultatov običajno ne korigirajo glede na standardni vzorec [5,6,7,12]. Vzrok bi lahko verjetno iskali v dejstvu, da nimamo primernih standardnih vzorcev z dobro opisanimi krivuljami nastajanja plina v odvisnosti od časa inkubacije z vampnim sokom. Vsekakor pa bi tudi v tem primeru lahko uporabili standardni vzorec za kvantitativno preverjanje aktivnosti vampnega soka, kot sta storila Blümmel in Ørskov [6].

S tem delom smo želeli preveriti, koliko prinese uporaba standardnega vzorca k zanesljivosti ocene energijske vrednosti krme. Proučevali smo odstopanja v aktivnosti vampnega soka v daljšem časovnem obdobju (jan. 2000- maj 2002). Kvantificirali smo tudi razlike med poskusnimi živalmi (krava oz. ovce) in pomen standardnega vzorca za oceno NEL v petindvajsetih vzorcih krme z znano *in vivo* določeno prebavljivostjo.

MATERIAL IN METODE DE LA

Standardni vzorec (HFT-99) in preizkusni vzorci

Standardni vzorec smo dobili iz Univerze v Hohenheimu. Glede na deklarirane podatke bi moral standardni vzorec mrve pri normalni aktivnosti vampnega soka v 24-tih urah inkubacije tvoriti 44,43 ml plina na 200 mg sušine.

V poskus smo vključili tudi 25 vzorcev z znanimi *in vivo* določenimi prebavljivostnimi koeficienti, med katerimi je bilo 19 vzorcev zelene krme, 5 vzorcev travnih silaž in 1 vzorec sena. Za določanje kemične sestave in za izvajanje plinskega preizkusa smo vzorce posušili pri 60°C in zmleli z mlinom skozi 1 mm sito. Posušene in zmlete vzorce smo hranili v hladilniku pri 4°C.

Ocenjevanje vsebnosti neto energije za laktacijo

Ocenjevanje energijske vrednosti *in vivo*

Prebavljivostni koeficienti preizkusnih vzorcev so bili določeni s prebavljivostnimi poskusi *in vivo*. Prebavljivosti smo določali s štirimi ovni, postopke podrobneje opisujejo Verbič [20] in Verbič s sod. [21]. Na podlagi prebavljivih surovih maščob,

prebavljive surove vlaknine, prebavljive organske snovi in surovih beljakovin smo s pomočjo uradnih nemških enačb DLG [8] izračunali vsebnost NEL.

Ocenjevanje energijske vrednosti *in vitro*

Vzorci smo inkubirali z mešanico vampnega soka in pufru po metodi Menkeja in sod. [15]. Uporabili smo prilagojeno metodo, ki sta jo opisala Blümmel in Ørskov [6]. V graduirane 100 ml steklene brizgalke smo zatehtali približno 200 mg vzorca, dodali 30 ml mešanice vampnega soka in predpisanega pufru in jih inkubirali v vodni kopeli za 24 ur pri 39 °C. Po 24 urah smo odčitali količino nastalega plina, od nje odšteli količino plina, ki se je razvila pri slepem vzorcu in ob upoštevanju dejansko zatehtanega vzorca rezultat preračunali na 200 mg sušine. Vse meritve smo opravili v treh ponovitvah. V obdobju treh let smo inkubirali štiriindvajset serij. Pri polovici smo odvzeli vampni sok pri kravi, pri ostalih dvanajstih pa smo uporabili vampni sok ovac. Krave in ovce so bile krmljene s senom (70 %) in krmno mešanico (30 %), ki je vsebovala 68% zdrobljenega koruznega zrnja, 29% sojinih tropin in 3 % vitaminsko mineralne mešanice.

Vsebnost NEL v preizkusnih vzorcih smo izračunali na podlagi količine plina (PL₂₄) ter vsebnosti surovih maščob (SM) in surove vlaknine (SVI) ob pomoči regresijske enačbe Aipla in sod. [1] (en. 1).

$$NEL = 2,69 + 0,0827 PL_{24} + 0,000352 SM \times SM - 0,00375 SVI \quad (\text{en. 1})$$

Ker nas je zanimal pomen standardnega vzorca za točnost ocene vsebnosti NEL na podlagi plinskega testa, smo vsebnost NEL v preizkusnih vzorcih ocenili na podlagi korigirane (KPL₂₄) in nekorigirane količine plina (NPL₂₄).

Korigirano količino plina smo izračunali s pomočjo korekcijskega faktorja F, ki smo ga določili na podlagi deklarirane in dejanske količine plina, ki se je razvil pri standardnem vzorcu (\bar{V} - povprečje treh paralelek v seriji) po enačbi 2.

$$F = \frac{44,43}{\bar{V}} \quad (\text{en. 2})$$

Kemijske analize

Vsebnosti higroskopske vlage, surove vlaknine, surovih beljakovin in surovega pepela smo določili po ustaljenih metodah [17]. Vsebnosti surovih maščob smo določili na Foss-letu z ekstrakcijo s tetrakloretilenom.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Značilnosti preizkusnih vzorcev

Glede na kemično sestavo so se preizkusni vzorci med seboj precej razlikovali (preglednica 1).

Vsebnost NEL se je gibala od 4,56 do 6,93 MJ kg⁻¹.

Preglednica 1. Kemična sestava in *in vivo* določena vsebnost neto energije za laktacijo preizkusnih vzorcev
Table 1. Chemical composition and *in vivo* assessed net energy for lactation of test samples

	SB	SVI	SP	SM	NEL <i>in vivo</i>
	g kg ⁻¹ SS				MJ kg ⁻¹ SS
Povprečje/Average	128,0	288,0	93,9	29,7	5,83
SO/SD	40,6	61,5	17,3	10,4	0,71
Največ/Maximum	211,2	382,5	126,9	56,2	6,93
Najmanj/Minimum	77,8	187,2	64,0	16,0	4,56

SS = sušina / dry matter, SB = surove beljakovine / crude protein, SM = surove maščobe / crude fat, SVI = surova vlaknina / crude fibre, SP = surovi pepel / ash, NEL *in vivo* = vsebnost *in vivo* določene neto energije za laktacijo, concentration of *in vivo* assessed net energy for lactation; SO/SD = standardni odklon/ standard deviation

Aktivnost vampnega soka

Količina plina pri standardnem vzorcu HFT-99 se je gibala od 38,9 do 43,7 ml/200 mg sušine in je bila v povprečju manjša od deklarirane vrednosti (44,43

ml/200 mg sušine, preglednica 2). Korekcijski faktor (F) se je gibal v razponu od 1,02 pa do 1,14. Steingass (1983), cit. po [20] je med pettedenskim poskusom preiskal 13 serij in ugotovil, da se je

korekcijski faktor gibal od 0,95 do 1,06. Aktivnost vampnega soka je bila torej v poskusu Steingassa (1983) boljša kot v tej študiji, variabilnost med serijami pa zelo podobna. Glede na uradna priporočila v knjigi metod [18] rezultati serij, pri katerih leži korekcijski faktor izven razpona 0,9 - 1,1 niso zanesljivi in jih je treba ponoviti. Od štiriindvajsetih serij, ki jih opisujemo v tem članku, je odstopala le serija 7. Glede na to, da je bila količina plina, ki se je razvila pri inkubaciji standardnega vzorca, sistematično manjša od deklarirane vrednosti, bi lahko sklenili, da je uporaba standardnega vzorca za korekcijo rezultatov plinskega preizkusa neizogibna. Uporaba

standardnega vzorca poleg tega omogoča identifikacijo nepredvidljivih odstopanj, ki so lahko posledica razlik v aktivnosti vampnega soka ali pa posledica napak pri izvajanju plinskega preizkusa. Ovce se v količini nastalega plina niso značilno razlikovale od goveda ($P > 0,1$, preglednica 2). Ugotovitve so v skladu z rezultati Waghorna in Stafforda [22], ki nista ugotovila razlik med ovcami in navadnimi jeleni. Tudi razlike med leti niso bila statistično značilne, kar nakazuje, da je mogoče zagotoviti vampni sok s podobno aktivnostjo skozi daljše časovno obdobje.

Preglednica 2. Količina plina, ki se je razvila pri inkubaciji standardnega vzorca (HFT-99) ter korekcijski faktorji (F), ki so bili izračunani kot kvocient med deklarirano in izmerjeno količino plina

Table 2. Gas volume produced during the incubation of standard sample (HFT-99) and correction factors (F) calculated as quotient between the declared and measured gas volume

Serijska/Series	Datum/Date	Žival/Animal	Količina plina/ Gas volume ml/200mgSS	F
1	4.jan.2000	Govedo / Cattle	42,6	1,04
2	10.jan.2000	Govedo / Cattle	40,4	1,10
3	18.jan.2000	Govedo / Cattle	43,7	1,02
4	25.jan.2000	Govedo / Cattle	41,2	1,08
5	31.jan.2000	Govedo / Cattle	41,9	1,06
6	9.feb.2000	Govedo / Cattle	41,4	1,07
7	15.feb.2000	Govedo / Cattle	38,9	1,14
8	2.mar.2000	Govedo / Cattle	41,3	1,07
9	9.mar.2000	Govedo / Cattle	41,4	1,07
10	11.apr.2000	Govedo / Cattle	42,0	1,06
11	13.apr.2000	Govedo / Cattle	41,8	1,06
12	8.jan.2001	Govedo / Cattle	40,8	1,09
13	1.feb.2001	Ovce / Sheep	40,3	1,10
14	5.feb.2001	Ovce / Sheep	41,8	1,06
15	12.feb.2001	Ovce / Sheep	40,2	1,10
16	19.feb.2001	Ovce / Sheep	42,1	1,05
17	26.feb.2001	Ovce / Sheep	43,2	1,03
18	5.mar.2001	Ovce / Sheep	40,7	1,09
19	7.mar.2001	Ovce / Sheep	42,5	1,05
20	12.mar.2001	Ovce / Sheep	41,8	1,06
21	7.maj.2002	Ovce / Sheep	42,2	1,05
22	9.maj.2002	Ovce / Sheep	43,5	1,02
23	14.maj.2002	Ovce / Sheep	42,2	1,05
24	16.maj.2002	Ovce / Sheep	43,0	1,03
Povprečje \pm s.e.m./ Average \pm s.e.m.				
Skupaj/Overall			41,8 \pm 0,29	1,06 \pm 0,007
Leto / Year				
2000			41,9 \pm 0,67	1,06 \pm 0,017
2001			41,2 \pm 0,58	1,08 \pm 0,014
2002			42,3 \pm 0,80	1,05 \pm 0,020
Poskusna žival/Experimental animal				
Govedo/Cattle			41,4 \pm 0,77	1,07 \pm 0,019
Ovca/Sheep			42,2 \pm 0,50	1,05 \pm 0,012
Značilnost/Significance				
Leto / Year			NS	NS
Poskusna žival/Experimental animal			NS	NS

s.e.m.=standardna napaka sredine/ standard error of mean

NS = ni značilno / not significant

Ocena vsebnosti NEL pri vzorcih z znano *in vivo* določeno prebavljivostjo

In vitro ocenjene vsebnosti NEL in njihova odstopanja od *in vivo* določenih vrednosti so podane v preglednici 3.

Preglednica 3. Neto energija za laktacijo (NEL) ocenjena na podlagi *in vivo* prebavljivostnih koeficientov ali na podlagi količine plina, ki nastane pri inkubaciji vzorcev z vampnim sokom *in vitro* (v MJ kg⁻¹ sušine)

Table 3. Net energy for lactation (NEL) estimated on the basis of *in vivo* digestibility coefficients or on the basis of gas produced during the incubation of samples with rumen liquor *in vitro* (in MJ kg⁻¹ dry matter)

Številka vzorca Sample number	Krma Forage	NEL <i>in vivo</i>	NEL <i>in vitro</i>	
			Korigirano [†] Corrected	Nekorigirano Uncorrected
1	ZK	6,47	6,58	6,30
2	ZK	6,93	6,89	6,59
3	ZK	6,93	6,81	6,51
4	ZK	6,91	6,76	6,46
5	ZK	6,75	6,50	6,20
6	ZK	6,44	6,54	6,24
7	ZK	6,37	6,52	6,22
8	ZK	6,34	6,28	5,98
9	ZK	6,13	6,20	5,90
10	ZK	5,79	5,84	5,55
11	ZK	5,55	5,80	5,51
12	ZK	5,59	5,68	5,40
13	ZK	5,31	5,46	5,19
14	ZK	5,16	5,43	5,16
15	ZK	4,89	5,29	5,02
16	ZK	4,72	4,99	4,74
17	ZK	4,70	4,94	4,74
18	ZK	4,56	4,78	4,60
19	TS	5,90	5,88	5,64
20	TS	5,97	5,96	5,72
21	TS	5,93	6,04	5,78
22	TS	5,74	5,88	5,63
23	SE	6,04	5,94	5,73
24	TS	5,26	5,67	5,49
25	ZK	5,48	5,82	5,66
Povprečje/ Mean		5,83	5,94	5,68
đ	/	/	+ 0,11	- 0,15
PAO	/	/	0,16	0,21

ZK – zelena krma/ fresh forage; TS – travna silaža/ grass silage; SE – seno/ hay

đ = povprečna razlika *in vitro* vrednosti od *in vivo* vrednosti/average difference of *in vitro* values from *in vivo* values (NEL *in vitro* - NEL *in vivo*);

PAO – povprečni absolutni odklon/ average absolute deviation ($\sum | \text{NEL } in vitro - \text{NEL } in vivo | / n$);

† – podatki, korigirani na podlagi standardnega vzorca / data; corrected on the basis of standard sample

V primeru, ko rezultatov nismo korigirali glede na standardni vzorec, je plinski preizkus v povprečju podcenil *in vivo* določene vsebnosti NEL za 0,15 MJ

kg⁻¹ sušine. Glede na sistematično slabšo aktivnost vampnega soka kot na univerzi v Hohenheimu (preglednica 2) so rezultati logični. S korekcijo

rezultatov na podlagi standardnega vzorca se je povprečna razlika *in vitro* ocenjenih vsebnosti NEL od *in vivo* določenih vrednosti zmanjšala. V tem primeru so bile *in vitro* ocenjene vsebnosti NEL nekoliko večje od *in vivo* vrednosti (5,94 proti 5,83 MJ kg⁻¹ sušine). S korekcijo na podlagi standardnega vzorca se je zmanjšalo tudi povprečno absolutno odstopanje *in vitro* ocenjenih vsebnosti NEL od *in vivo* vrednosti (od 0,21 na 0,16 MJ kg⁻¹ sušine).

SKLEPI

Aktivnost vampnega soka se je med serijami razlikovala za približno 10 %. Na podlagi primerjave korekcijskih faktorjev v štiriindvajsetih serijah lahko

ugotovimo, da je bila aktivnost vampnega soka v našem poskusu v povprečju za 6 % slabša kot na Univerzi v Hohenheimu, ki nam je posredovala standardni vzorec. Glede na variabilnost med serijami in glede na sistematične razlike v aktivnosti vampnega soka med laboratorijema sklepamo, da je uporaba standardnega vzorca pri izvajanju Hohenheimskega plinskega preizkusa nujna.

Pri 25 vzorcih krme z znano *in vivo* določeno vsebnostjo NEL se je izkazalo, da se zaradi korekcije na podlagi standardnega vzorca povprečni absolutni odklon *in vitro* ocenjenih vsebnosti NEL od *in vivo* ocenjenih vrednosti zmanjša.

LITERATURA

- [1] Aiple K.P., Steingass H., Drochner W. Schätzung des Energiegehaltes von Grundfuttermitteln mit Pepsin-Cellulase-Methode und dem Hohenheimer Futterwerttest. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 4(1995), 99.
- [2] Aregheore E.M. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants – *in vivo* and *in vitro* digestibility. Animal Feed Science and Technology, 85(2000), 99-109.
- [3] Babnik D., Verbič J. Ocenjevanje energijske vrednosti krme s travinja. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo Zootehnika, 76(2000)2, 61-74.
- [4] Babnik D., Verbič J., Žnidaršič T. Ocenjevanje energijske vrednosti mrve. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo Zootehnika, 78(2001)2, 137-149.
- [5] Blümmel M., Becker K. The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral-detergent fibre as described by *in vitro* gas production and their relationship to voluntary feed intake. British Journal of Nutrition, 77(1997): 757-768.
- [6] Blümmel M., Ørskov E.R. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40(1993), 109-119.
- [7] Blümmel M., Schröder A., Südekum K.-H., Becker K. Estimating ruminal microbial efficiencies in silage-fed cattle: comparison of an *in vitro* method with a combination of *in situ* and *in vivo* measurements. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 81(1999), 57-67.
- [8] DLG. Futterwerttabellen. Wiederkäuer. Frankfurt, DLG Verlag, 1997, 212 str.
- [9] Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H.P.S., Becker, K. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology, 72(1998), 261-281.
- [10] GfE Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 7(1998), 141-150.
- [11] Iantcheva N., Steingass H., Todorov N., Pavlov D. A comparison of *in vitro* rumen fluid and enzymatic methods to predict digestibility and energy value of grass and alfalfa hay. Animal Feed Science and Technology, 81(1999), 333-344.
- [12] Lavrenčič A., Stefanon B., Susmel P. A new approach to interpreting the rumen degradation of fibrous feeds. V: Grassland and land use systems, Proceedings of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado (Gorizia), September 1996. European Grassland Federation and ERSA, 1996, 477-482.
- [13] Macheboeuf D., Jestin M., Martin-Rosset W. Utilisation of the gas test method using horse faeces as a source of inoculum. V: *In vitro* techniques for measuring nutrient supply to

- ruminants, Proceedings of an International Symposium, Edinburgh, July 1997. Occasional publication No. 22, Edinburgh, British Society of Animal Science, 1998, 187-189.
- [14] Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they were incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93(1979), 217-222.
- [15] Menke K.H., Steingass H. Schätzung des energetischen Futterwerts aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen analyse. *Übersichten zur Tierernährung*, 15(1987), 59-94.
- [16] Nataraja M.B., Krishnamoorthy U., Krishnappa P. Assessment of rumen *in vitro* incubation (gas production) technique and chemical analyses by detergent system to predict metabolisable energy content in mixed diets of lactating cows. *Animal Feed Science and Technology*, 74(1998), 169-177.
- [17] Naumann K., Bassler R. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. *Methodenbuch. Band 3*, Neudamm, Verlag Neumann, 1976, 265 s.
- [18] Naumann K., Bassler R. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 2. Ergänzungslieferung. *Methodenbuch. Band 3*, Darmstadt, VDLUFA Verlag, 1988.
- [19] Steingass H., Menke H.K. Schätzung des energetischen Futterwerts aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen analyse. *Übersichten zur Tierernährung*, 14(1986), 251-270.
- [20] Verbič J. Razgradljivost in sinteza beljakovin v vampu pri različno konzervirani krmi s travinja. Disertacija. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 1996, 160 str.
- [21] Verbič J., Babnik D., Verbič J. Spreminjanje vsebnosti neto energije za laktacijo med staranjem travno deteljne mešanice. V: Zbornik simpozija »Novi izzivi v poljedelstvu«, Moravske toplice, 2000-12-14/15, Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo, 2000, 90-94.
- [22] Waghorn, G.C., Stafford, K.J. Gas production and nitrogen digestion by rumen microbes from deer and sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36(1993), 493-497.

Tomaž Žnidaršič: tomaz.znidarsic@kis-h2.si , correspondence author,
Jože Verbič,
Drago Babnik

Agricultural institute of Slovenia,
Hacquetova 17, SI-1000, Ljubljana
Tel. +386 1 280 52 70,
Fax. +386 1 280 52 55

