

BARĪBAS LĪDZEKĻU ENERĢĒTISKĀS VĒRTĒŠANAS SISTĒMAS ATGREMOTĀJDZĪVNIEKIEM

Energetic evaluation systems of ruminant feedstuffs

E. Šelegovska, J. Latvietis, U. Osīts

LLU Dzīvnieku ēdināšanas katedra, Department of Animal Nutrition, LUA

Abstract. Fodder energetic values were determined according to five net energy and four metabolizable energy systems used in different European countries. Energy values were calculated using the same digestibility coefficients in each system. The accuracy of the systems was studied through the analysis of variance. For almost all groups of fodder means the assessment of energetic values according to NEL(D) system showed the highest increase in energetic values of fodder means by 11% to 35% compared to other evaluation systems. Assessment of fodder energetic values according to diverse net energy systems showed significant differences between the native net energy system OFU and the German net energy system for lactation NEL(D) as well as between NEL(D) and Scandinavian SFU systems; differences were not detected between OFU system and that of Rostock, NEFr. Assessment according to four metabolizable energy evaluation systems gave the highest average values with the Swedish ME(S) system. Assessment of fodder means by metabolizable energetic systems showed differences between metabolizable energy evaluation systems of the former Federative Republic of Germany ME(D) and the former USSR ME(SU) as well as between ME(S) and the systems of the former Democratic Republic of Germany EFr. In Latvia the only adaptable system for energy evaluation of feedstuffs for ruminants, particularly dairy cows, is net energy for lactation NEL(D).

Key words: evaluation system, net energy, metabolizable energy

Ievads

Atgremotājdzīvniekiem pasaules lauksaimniecībā vienmēr bija un būs joti liela vieta, pateicoties to spējai ražot pienu, gaļu un vilnu no joti zemas kvalitātes šķiedrainas biomasas, kura ir bagātīgi pieejama attiecīgā gadalaikā, bet kura ir diezgan nepiemērota vienkunīga dzīvnieku ēdināšanā. Atšķirībā no cūkām un putniem, atgremotāji nekonkurē ar cilvēkiem pēc tādas barības kā graudaugi, pākšaugi un eļjas augu sēklas (6).

Lai dzīvnieku nodrošinātu ar zinātniski pamatotu barības devu: 1) ir jānoskaidro dzīvnieka vajadzība pēc barības vielām, 2) jāizvēlas barības līdzekļus, kas varētu apmierināt šīs vajadzības. Lai izpildītu šos nosacījumus, joti liela uzmanība jāpievērš barības enerģētiskajam nodrošinājumam (5).

Jau ilgu laiku pastāv iebildumi par barības līdzekļu enerģētiskās vērtības izteikšanu tradicionālās auzu barības vienībās. Šis energijas mērvienības veids ir Kelnera cientes ekvivalenta modifikācija un šī vērtēšanas sistēma pilnībā nenovērtē barības līdzekļus, it īpaši augstražīgu govju ēdināšanā. Pašreizējos apstākļos, kad Baltijas, tai skaitā arī Latvijas zinātniekiem, veidojas arvien ciešāki sakari ar Skandināvijas un Rietumeiropas valstu zinātniskajām iestādēm, rodas nepieciešamība dzīvnieku ēdināšanas jautājumos rast iespējas dažādo normatīvu un vērtēšanas kritēriju savstarpējai salīdzināšanai. Darbā ir aprakstītas galvenās Eiropā lietotās barības vērtēšanas sistēmas, kā arī veikta barības līdzekļu enerģētiskās vērtības novērtēšana gan maiņas, gan neto energijā pēc dažās valstīs lietotām sistēmām.

Pētījuma mērķis: noskaidrot Latvijas apstākļiem piemērotāko barības līdzekļu enerģētiskās vērtēšanas sistēmu slaucamām govīm, ieteikt to lietot republikā, lai būtu iespejams salīdzināt Skandināvijas un Rietumeiropas valstu pieredzi un ieteikumus dzīvnieku ēdināšanā.

Pētījumu objekts un metodes

Darbā veikta zinātnisko publikāciju analīze par galvenajām barības līdzekļu enerģētiskās vērtēšanas sistēmām dažādās Eiropas valstīs. Lai pārbaudītu atsevišķu vērtēšanas sistēmu piemērotību Latvijas apstākļiem, 70 dažādiem barības līdzekļiem veikta enerģētiskās vērtības noteikšana pēc vairākām vērtēšanas sistēmām: pēc ziemeļvalstīs lietotās skandināvu tauku izgulsnēšanās vienības

(FFU), pēc skandināvu barības vienības, aprēķinātas pēc dāņu metodes (SFU), pēc tauku izgulsnēšanās neto enerģētiskās vienības liellopiem (Rostokas sistēma – NEFr), pēc vācu neto enerģijas laktācijai (NEL), pēc skandināvu maiņas enerģijas, kas aprēķināta pēc Lielbritānijas ieteikumiem (ME(S)), pēc bijušās VFR maiņas enerģijas ME(D), pēc bijušās VDR maiņas enerģijas EFr, pēc bijušās PSRS maiņas enerģijas ME(SU), kā arī pēc vietējas auzu barības vienības neto enerģijas NE. Darbā izmantojām J. Latvieša "Lopbarības katalogā" 1996. gadā publicētos LLU Agronomisko analīžu zinātniskās laboratorijas un Skrīveru Zinātnes centra agroķimiskās laboratorijas datus par dažādu barības līdzekļu ķīmisko sastāvu un barotājvērtību (4), aprēķinu veikšanai izmantojot dažādās valstīs ieteiktos yienādojumus (1,2,3,7,8) (1.tabula).

1. tabula / Table 1.
Barības līdzekļu enerģētiskās vērtības aprēķināšanas yienādojumi
Formulas used for the calculation of energy values

Kods / System code	Mērvie-nība / Unit	Vienādojumi / Formulas
NEL(D)	MJ/kg	ME[0.6 + 0.004(q - 57)] q = ME / GE × 100 ME=0.0152DXP+0.0342DXL+0.0128DXF+0.0159DXX-0.0007XZ GE = 0.0242XP+0.0366XL+0.0209XF+0.0170XX-0.0007XZ
OFU	MJ/kg	Barības vienība Feed unit × 5.92
NEFr	MJ/kg	1.71DXP + 7.52DXL + 2.01 (DXF + DXX) NEFr = 2500Kcal = 10.465 MJ NE
FFU	MJ/kg	Skābbarība Silage: (9.38DXP + 18.84DXL + 9.88DXX - XF × x) / 6910 Koncentrāti: (9.38DXP + f × DXL + 9.88DXF + 9.88DXX) × V/6910 f = 20.9 – 23.9; V = Koeficients Value number, 0.90 – 1.00 NE MJ = FFU kg × 6.91
SFU(DK)	MJ/kg	Siens Hay: (1.43DXP + 1.91DXL + DXF + DXX - 0.64XF) × 1.333/1000 Skābbarība Silage: 91.43DXP + DXL + DXF + DXX) × 1.333 × 0.8/1000 Koncentrāti: (1.43DXP+f×DXL + DXF + DXX) × 1.333 × V/1000 1 SFU(DK) = 1650 Kcal = 6.91 MJ NE
ME(S)	MJ/kg	18.8DXP + 36.8DXL + 12.1DXF + 15.5DXX
ME(D)	MJ/kg	15.2DXP + 34.2DXL + 12.8DXF + 15.9DXX
EFr	MJ/kg	17.7DXP + 37.9DXL + 13.4DXF + 14.8DXX
ME(SU)	MJ/kg	18.8DXP + 34.8DXL + 12.1DXF + 15.5DXX

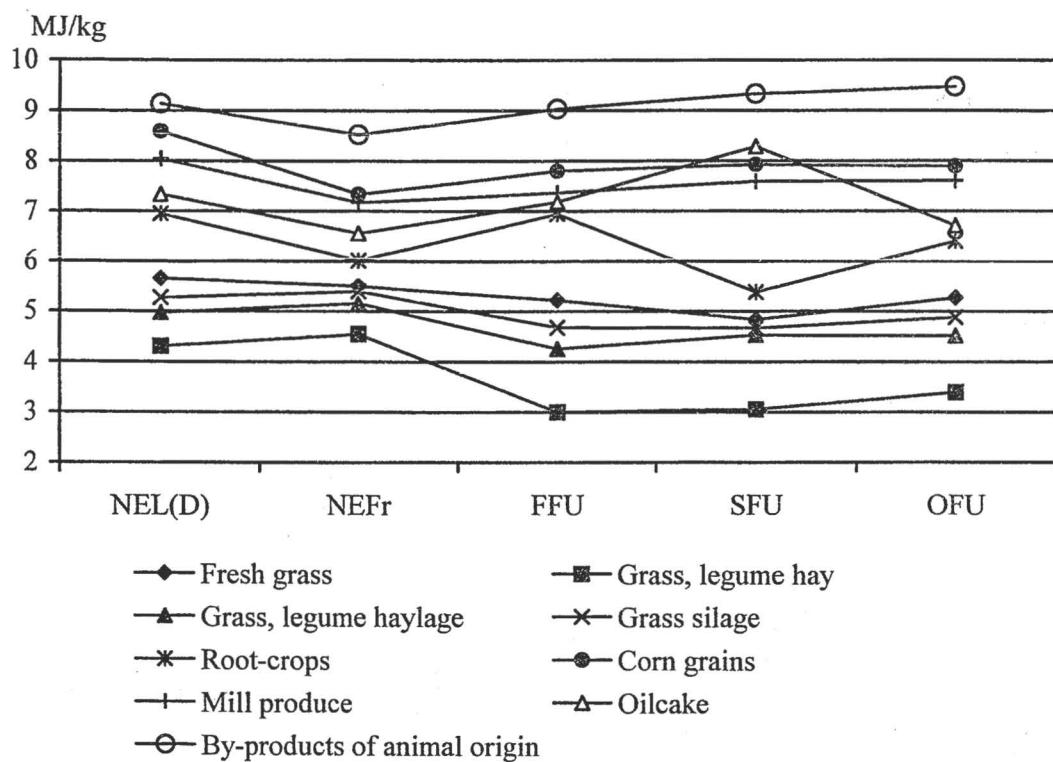
DXP – sagremojamais proteīns /digestible crude protein; DXL – sagremojamie tauki / digestible crude fat; DXF – sagremojamā kokšķiedra / digestible crude fiber; DXX – sagremojamās bezslāpekļa ekstratvielas / digestible nitrogen-free extract; XZ – cukuri / sugar; XF – kopkokšķiedra / crude fiber; XL – koptauki / crude fat; XP – kopproteīns / crude protein; XX – bezslāpekļa ekstraktvielas / nitrogen-free extract.

Šīs vērtēšanas sistēmas salīdzinātas un veikta iegūto datu statistiskā analīze, lai novērtētu to objektivitāti un savstarpējo sakarību.

Rezultāti

Neto enerģijas (NE) sistēmas

Nosakot barības līdzekļu enerģētisko vērtību pēc dažādām vērtēšanas sistēmām, iegūst ievērojami atšķirīgas parametru skaitliskās vērtības (1., 2. att). Visās barības līdzekļu grupās, vērtējot pēc NEL(D) sistēmas, barības līdzekļu enerģētiskā vērtība ir par 11% līdz 35% augstāka salīdzinājumā ar citām sistēmām.



1.att. Barības līdzekļu enerģētiskā vērtība pēc neto enerģijas (NE) vērtēšanas sistēmām
Fig. 1. Energy values of feedstuffs according to different NE evaluation systems

Katrā lopbarības līdzekļu grupā esam izanalizējuši tikai nelielu barības līdzekļu skaitu, tādēļ objektīvākai iegūto rezultātu novērtēšanai izmantojām datus par paraugkopas standartnovirzēm un variācijas koeficientiem. Kā redzams 2. tabulā, lopbarības sausnas neto enerģētiskās vērtības izkliede ap vidējo aritmētisko ir nenozīmīga vai maznozīmīga, veicot tās novērtēšanu pēc skandināvu SFU vai vietējās neto enerģijas sistēmas, turpretī atsevišķām barības līdzekļu grupām, kā, piemēram, dzīvnieku izcelsmes barības līdzekļiem vai dzirnavu produktiem, vērtējot tos pēc vācu neto enerģijas laktācijai, skandināvu FFU vai Rostokas sistēmām, neto enerģētiskās vērtības variēšana ap vidējo ir ievērojama (līdz pat 30.39 %). Šajā grupā ir vērojamas arī vislielākās atšķirības starp iegūtajiem variācijas koeficientiem (vērtējot barības līdzekļu enerģētisko vērtību pēc NEFr sistēmas, variācijas koeficients ir gandrīz 5 reizes lielāks nekā vērtējot pēc vietējas neto enerģijas sistēmas). Ar divu faktoru dispersijas analīzi noskaidrojām gan atsevišķu barības līdzekļu, gan vērtēšanas sistēmas ietekmes īpatsvaru uz iegūto rezultātu. Tā kā visu barības līdzekļu dispersijas analīzē $F_{fakt.} > F_{krit.}$ (izņemot dzīvnieku izcelsmes lopbarībai), tad noraidām nulles hipotēzi un varam secināt, ka ar būtiskuma līmeni $\alpha < 0.05$ gan barības līdzekļa izvēle, gan vērtēšanas sistēmas izvēle būtiski ietekmē datus.

2. tabula / Table 2

Statistiskie rādītāji neto energijas (NE) aprēķiniem
Standard deviation and coefficient of variation of feedstuffs NE parameters

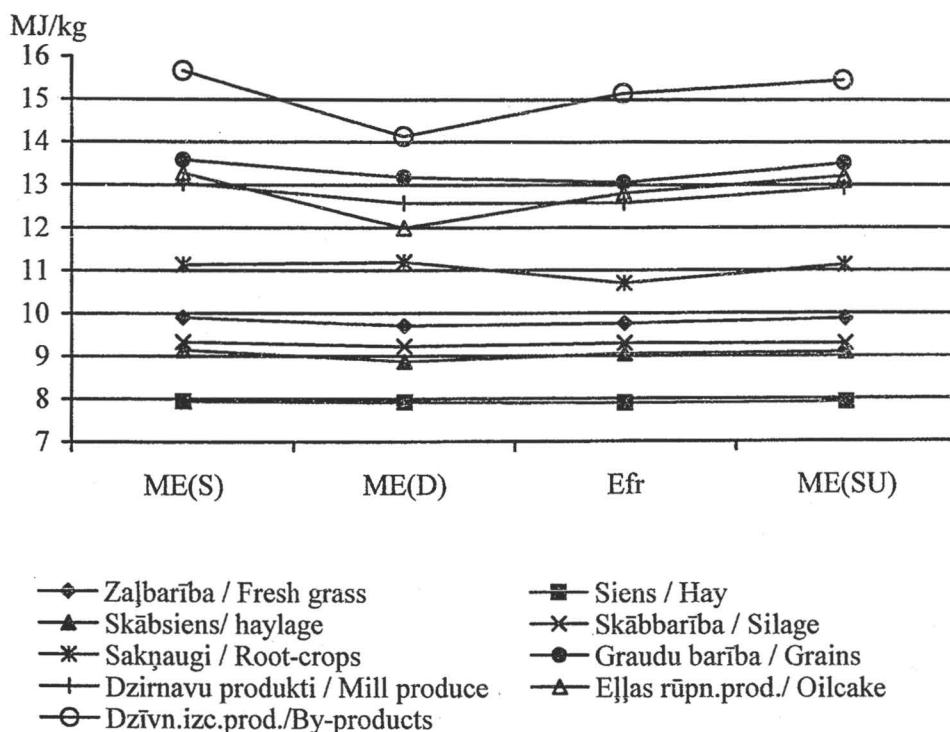
Barības līdzekļi Feedstuffs	NEL(D)	NEFr	FFU	SFU	OFU
	MJ kg ⁻¹ sausnas / dry matter				
Zaļbarība (N=12) / Fresh grass: middle cut					
SD	0.56	0.34	0.55	0.60	0.39
S%	9.89	6.18	10.54	12.39	7.40
Stiebrzāļu, tauriņziežu siens (N=8) / Grass, legume hay					
SD	0.34	0.31	0.37	0.37	0.18
S%	7.89	6.81	12.33	12.09	5.29
Stiebrzāļu, tauriņziežu skābsiens (N=7) / Grass, legume haylage					
SD	0.16	0.13	0.22	0.16	0.14
S%	3.21	2.51	5.16	3.53	3.09
Zāles skābbarība / Grass silage (N=9)					
SD	0.82	0.71	0.56	0.50	0.45
S%	15.56	13.15	11.97	10.71	9.22
Sakņaugi / Root-crops (N=6)					
SD	1.30	0.80	0.93	0.68	0.72
S%	18.71	13.31	13.40	12.64	11.25
Graudu barība / Grains (N=9)					
SD	0.80	1.05	0.60	0.85	0.66
S%	9.31	14.32	7.69	10.73	8.37
Dzirnavu produkti (N=8) / Mill produce (grain meals)					
SD	1.74	1.63	1.38	1.42	1.55
S%	21.64	22.73	18.75	18.71	20.39
Eļļas rūpniecības prod. / Oilcake (N=4)					
SD	0.80	0.65	0.52	0.62	0.85
S%	10.91	9.92	7.24	7.49	12.67
Dzīvnieku izcelsmes barība (N=6) / By-products of animal orig.					
SD	2.28	2.59	1.93	1.41	2.66
S%	24.95	30.39	21.37	15.11	6.96

Barības līdzekļu neto enerģētiskā vērtība ir atkarīga gan no aprēķinos izmantotās barības līdzekļu neto enerģētiskās vērtēšanas sistēmas, gan no izvēlētā barības līdzekļa ($P = 95\%$). Dzīvnieku izcelsmes barības vērtēšanas sistēmai $F_{fakt.} = 1.341 < F_{krit.} = 2.866$, tātad vērtēšanas sistēmas izvēles ietekme uz aprēķināto barības līdzekļu neto enerģētisko vērtību nav būtiska ($\alpha < 0.05$).

Vērtējot barības līdzekļus pēc neto enerģētiskās vērtēšanas sistēmām, nav būtiskas atšķirības starp vietējās neto energijas sistēmu un skandināvu FFU un SFU sistēmām, kā arī starp vietējo neto energijas sistēmu un Rostokas NEFr sistēmu. Turpretī būtiskas atšķirības ir starp vietējo neto energijas sistēmu un vācu neto energijas laktācijai NEL(D) sistēmu, kā arī starp vācu NEL(D) un skandināvu SFU sistēmām.

Maiņas energijas (ME) sistēma

Aplūkojot 2. attēlu, redzam, ka visām lopbarības līdzekļu grupām lielākā vidējā maiņas energijas vērtība ir aprēķinos lietojot Zviedrijas ME(S) sistēmu (par 2 – 10% salīdzinot ar citām sistēmām), bet mazākā – aprēķiniem izmantojot bijušās VFR ME(D) un bijušās VDR EFr barības novērtēšanas sistēmas.



2.att. Barības līdzekļu enerģētiskā vērtība pēc maiņas enerģijas (ME) vērtēšanas sistēmām
 Fig. 2. Energy values of feedstuffs according to different ME evaluation systems

Tāpat varam apskatīt arī 3. tabulas datos atspoguļotos barības līdzekļu maiņas enerģijas statistiskos rādītājus, lai objektīvāk novērtētu iegūtos rezultātus. Tādu barības līdzekļu kā zaļbarība, siens, skābsiens un eļļas rūpniecības produkti maiņas enerģijas vērtības izkliede ap grupas vidējo ir nenozīmīga. Zāles skābbarības, sakņaugu, graudu barības, dzīvnieku izcelsmes barības un dzirnavu produktu maiņas enerģētiskās vērtības izkliede ap grupas aritmētisko vidējo pēc visām apskatītajām barības līdzekļu maiņas enerģijas novērtēšanas sistēmām ir maznozīmīga. Lielākā vērtības izkliede ap grupas vidējo vērtību ir vērojama dzīvnieku izcelsmes barības līdzekļu grupā ($S\% \approx 19$), bet to var izskaidrot ar ļoti dažādu pēc enerģētiskās vērtības barības līdzekļu iekļaušanu attiecīgajā lopbarības grupā.

Veicot divu faktoru dispersijas analīzi šajā gadījumā, kad barības līdzekļu enerģētiskā vērtība aprēķināta pēc dažādām maiņas enerģētiskās vērtēšanas sistēmām, arī te, tāpat kā iepriekšējā nodaļā aprakstītajā, visu barības līdzekļu un visu vērtēšanas sistēmu analīzē $F_{fakt.} > F_{krit.}$ (izņemot sienas vērtēšanas sistēmas, kur $F_{fakt.(0.05; 0.63)} < F_{krit.(0.05; 3.07)}$, un atšķirības nav būtiskas ($\alpha < 0.05$)), arī šajā gadījumā barības līdzekļu enerģētiskā vērtība maiņas enerģijā arī ir atkarīga gan no barības līdzekļu veida, gan no pielietotās enerģētiskās vērtēšanas sistēmas.

Ar 95 % ticamību ir būtiskas atšķirības starp bijušās VFR ME(D) un bijušās PSRS ME(SU) maiņas enerģijas aprēķināšanas sistēmām, kā arī starp Zviedrijas ME(S) un bijušās VDR EFr sistēmām. Nav būtiskas atšķirības starp Zviedrijas ME(S) un bijušās PSRS ME(SU) sistēmām, kā arī starp bijušās VFR ME(D) un bijušās VDR EFr maiņas enerģijas aprēķināšanas sistēmām.

3. tabula / Table 3

Statistiskie rādītāji maiņas enerģijas (ME) aprēķiniem
Standard deviation and coefficient of variation of feedstuffs ME parameters

Barības līdzekļi / Feedstuffs	ME(S)	ME(D)	EFr	ME (SU)
	MJ kg ⁻¹ sausnas / dry matter			
Zaļbarība (N==12) / Fresh grass: middle cut	0.63	0.69	0.60	0.64
SD	6.36	7.11	6.15	6.48
S%				
Stiebrzāļu, tauriņziežu siens (N=8) /Grass, legume hay	0.50	0.49	0.51	0.50
SD	6.29	6.19	6.46	6.31
S%				
Stiebrzāļu, tauriņziežu skābsiens(N=7) /Grass, legume haylage	0.28	0.21	0.26	0.28
SD	3.06	2.37	2.87	3.08
S%				
Zāles skābbarība / Grass silage (N=9)	1.02	1.08	1.06	1.01
SD	10.93	11.71	11.39	10.87
S%				
Sakņaugi / Root-crops (N=6)	1.45	1.50	1.38	1.45
SD	13.02	13.39	12.89	13.03
S%				
Graudu barība / Grains (N=9)	1.40	1.05	1.42	1.32
SD	10.31	7.97	10.87	9.77
S%				
Dzirnavu produkti (N=8) / Mill produce (grain meals)	2.46	2.16	2.44	2.38
SD	18.87	17.18	19.58	18.39
S%				
Eļļas rūpniecības prod. / Oilcake (N=4)	0.97	0.90	0.92	0.98
SD	7.30	7.51	7.18	7.42
S%				
Dzīvnieku izcelsmes barība(N=6) / By-products of animal origin	2.82	2.80	2.92	2.66
SD	17.99	19.80	19.27	17.21
S%				

Slēdziens

Tā kā gandrīz visu aprakstīto barības vērtēšanas sistēmu pamatā, izņemot vācu NEL(D) sistēmu, ir modificēta Kelnera cletes ekvivalenta sistēma, kas vairāk piemērota nobarojamo lopu ēdināšanā, ir skaidrs, ka tās nevar objektīvi atspoguļot slaucamo govju vajadzības pēc enerģijas un barības vielām. Par piemērotāko barības līdzekļu enerģētiskās vērtēšanas sistēmu Latvijas apstākļos slaucamām govīm var uzskatīt vācu neto enerģiju laktācijai NEL(D), jo tā orientēta uz slaucamo govju barības vērtēšanu un ēdināšanas normēšanu.

Literatūra

1. De Boer, F. and Bickel, H., edit. (1988) Livestock Feed Resources and Feed Evaluation in Europe / Elsevier. Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo, pp. 249 - 265.
2. Jeroch, H., Flachowsky, G., Weissbach, F. (1993) Futtermittelkunde / Stuttgart, pp. 33 – 70.
3. Kirchgessner, M. (1992) Tierernährung/ 8.Auflage. DLG - Verlag. Frankfurt (Main), pp.117 - 126.
4. Latvietis J. (1996) Lopbarības katalogs / Jelgava: LLU, 88 lpp.
5. McCullough, E. (1995) Current concepts in nutrition / W., Bull., 12 p.
6. Moe, P.N. Energy metabolism of dairy cattle / J. of Dairy Sci. (1981) No. 64, 1120 p.
7. Osītis U. (1996) Barības līdzekļu enerģētiskās un proteīna vērtēšanas sistēmas dažādās Eiropas valstīs / Jelgava: LLU, 95 lpp.
8. Osītis U. (1998) Barības līdzekļu novērtēšana atgremotāju ēdināšanā / Jelgava, LLU, 102 lpp.