

PROCJENE ENERGETSKE VRIJEDNOSTI KRME PREŽIVAČA

EVALUATION OF ENERGY VALUE OF RUMINANT FEEDINGSTUFFS

D. Grbeša

Pregledno-znanstveni članak
UDK: 636.2:636.085.2.24
Primljeno: 26. kolovoz 1993.

SAŽETAK

U radu je iznesen povijesni razvoj i svojstva hranidbenih sustava i načina procjena energetske vrijednosti krmiva preživača. Energetske vrijednosti krmiva izražavaju se u netto energiji za laktaciju (NEL) i netto energiji za rast i tov (NERIT), a kao jedinica upotrebljava se megajoul (MJ/kg ST krmiva). Osnova sustava je metabolička energija (ME). Prikazani su najvažniji čimbenici koji utječu na iskorištenje metaboličke energije: razina hranidbe, metaboličnost energije te tip i razina proizvodnje. Iznesena je netto energetska vrijednost različitih mjernih jedinica u MJ te su uspoređeni različiti energetske sustavi u potencijalnoj proizvodnji mlijeka.

UVOD

Svojstva hranidbenih sustava

Sustavi procjene hranidbenih potreba životinje i hranjive vrijednosti krmiva su pojednostavljeni modeli koji opisuju potrebe životinja u hranjivim tvarima i potencijal krmiva u njihovom podmirivanju.

Hranidbeni sustavi — standardi ili normativi uvijek se sastoje od dva dijela: (1) načina procjene i tablica hranidbenih potreba životinja te (2) načina procjene i tablica hranjive vrijednosti krmiva — krmne tablice.

Oni izražavaju količinske potrebe pojedinih vrsta i kategorija preživača i sastav krmiva u istim jedinicama i time omogućuju stočarima pravilno sastavljanje obroka i krmnih smjesa za domaće životinje. Nadalje omogućuju stočarima fizičku i financijsku uravnoteženost hranidbenih potreba njihove stoke kao i hranidbenih vrijednosti proizvedene krme (Van der Honing i Steg, 1990).

Da bi se sastavio pravilan obrok sustavi moraju omogućiti:

1. Točno uspoređivanje krmiva na temelju kemijskog sastava, iskoristivosti i konzumacije, odnosno u kojemu obimu jedno krmivo može zamijeniti drugo u podržavanju tjelesnih funkcija. Najvažnije tjelesne funkcije preživača su održavanje, aktivnosti, porast tjelesnih

bjelančevina i masti, reprodukcija, sekrecija sastojaka mlijeka (bjelančevina, masti, laktoze i minerala).

2. Tjelesne funkcije bitne za određenu animalnu proizvodnju, tj. tip proizvodnje (mlijeko, meso, vuna), najbitniji su kriterij prosudbe apsolutnih i relativnih vrijednosti krmiva. Tako se izražavaju npr. potrebe mliječne krave u netto energiji za laktaciju i sadržaj te energije u svakom krmivu kojim se hrane krave.

3. Sastavljanje dobro uravnoteženog obroka ili krmne smjese koja će svojom hranjivom vrijednosti podmiriti hranidbene potrebe hranjene životinje.

4. Predviđanje i kontrola proizvodnih rezultata domaće životinje poznate proizvodnje na osnovi kakvoće i količine pohranjene stočne hrane.

Iz praktičnih razloga sustavi mogu biti jednostavni. Ovaj zahtjev nije u skladu s točnim predviđanjem reagiranja životinje na raznovrsne sastave obroka i s točnim modeliranjem bitnih fizioloških procesa domaćih životinja. Stoga je većina sustava kompromis između jednostavnosti i točnosti u predviđanju energetske potrebe i vrijednosti krme.

mr. Darko Grbeša, sveučilišni asistent, Zavod za hranidbu domaćih životinja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska - Croatia

Hranidbeni sustavi su zasnovani na brojnim znanstvenim istraživanjima koja omogućuju stočarima bolje poznavanje relevantnih fenomena u animalnoj proizvodnji. Hranidbeni sustavi su potrebni stočarima i industriji stočne hrane radi praktičnog sastavljanja odgovarajućih obroka i krmnih smjesa.

Oni također omogućuju pronalaženje najboljeg sustava gospodarenja travnjacima i proizvodnjom krmnog bilja.

Isto tako daju podatke poljoprivrednoj politici o potencijalu i iskorištenju nacionalnih resursa stoke i stočne hrane.

Potreba je poznavati hranidbene potrebe, hranidbene sustave, hranidbene preporuke i pravilnike o kakvoći stočne hrane.

Potrebe se definiraju kao početna razina hranjive tvari potrebne za održavanje date razine animalne proizvodnje.

Hranidbeni sustavi ili standardi/normativi iskazuju (1) količinu esencijalnih hranjivih tvari koja se mora dati u (2) odgovarajućoj masi obroka radi (3) podmirenja potrebe zdrave životinje (4) držane u okolišu primjerenom dobrom zdravlju (ARC, 1965).

Hranidbene preporuke su primjena hranidbenih normativa u praksi dotične farme. Oni vode računa o: (a) razlikama između potreba životinja u grupi (farmi), (b) razlikama između sastava i hranjive vrijednosti krmiva, osobito voluminozne, na dotičnoj farmi i (c) greške u raspoređivanju i mjerenju krme na farmi (AFRC, 1992).

Pravilnici o kakvoći stočne hrane su državni propisi koji određuju najnužnije uvjete (1) kakvoće stočne hrane i sirovine za njenu proizvodnju kao i (2) uvjete za očuvanje i osiguravanje kakvoće u proizvodnji i prometu stočne hrane.

Povijest

Točno porijeklo hranidbenih standarda nije poznato. Međutim, Tyler (1956) iznosi da su Egipćani 2500 godina prije Krista spoznali da povećana masa krme daje deblje životinje. Egipćani su imali i nekoliko spisa o praktičnoj hranidbi konja i volova. Hippokrat (460-370 pK) je vjerovao da premda postoji vrlo mnogo raznovrsnih krmiva sva ona sadrže jednu hranjivu tvar. Aristotel je spoznao da se u tijelu životinje taloži mast nakon završetka razvoja kostura i mesa. Columella u prvom stoljeću poslije Krista uočio je da volovi trebaju mnogo više krme kada rade nego kada su bezposleni. On preporučuje da se volovima koji oru ili melju žito daje oko 20 kg sijena, a onima koji ne rade 15 kg (Tyler, 1956).

Prvi sustav procjene hranjive vrijednosti krme načinio je Albert Thear (1809) (1752-1828) uvođenjem ekvivalenta sijena kao zajedničke mjere vrijednosti krme. Međutim, on se više zanimao o odnosu krme i proizvodnje gnoja. Thear je uočio odnos između veličine i razine proizvodnje i hranidbenih potreba krava. Kemičar Liebig je 1843. utvrdio da se mast u travojeda stvara prvenstveno iz ugljikohidrata i da se bjelančevine hrane mogu pretvoriti u krv i druga tkiva (Flatt, 1988). Grouven (1864) je tiskao hranidbene standarde na bazi masti, bjelančevina i ugljikohidrata. Henneberg i Stohmann (1860) su razvili u gradiću Weende blizu Göttingena kemijsku analizu krme (surove bjelančevine, surova mast, surova vlaknina i nedušične ekstraktivne tvari) kao i metodu opisivanja potencijalne vrijednosti krme koja se i danas naširoko primjenjuje.

Prve hranidbene standarde temeljene na probavljivim hranjivim tvarima razradio je Wolff (1874). Na temelju Wolffovih radova Armsby je 1880 objavio knjigu »*Manual of Cattle Feeding*«. U 1898. objavljene su tablice prosječnog sastava krmiva SAD i koeficijenti probavljivosti bjelančevina, surove vlaknine, surovih masti i NET-a, a Wolff - Lehman standarde. Henry (1898) je tiskao u knjizi »*Feed and Feeding*« koja se i danas u dotjeranom obliku periodično tiska. Kellner (1905) je razradio prvi netto energetske sustav na temelju pokusa s tovnim govedima — škrobni ekvivalent i probavljivih bjelančevina. Škrobni ekvivalent (škrobne jedinice, škrobna vrijednost) bio je osnova na kojoj je Mollgaard (1929), nakon brojnih pokusa s mliječnim kravama, razvio sustav skandinavskih hranidbenih jedinica u SSSR. Istovremeno su ovi standardi sadržavali podatke o kemijskom sastavu krmiva i potrebe preživača u bjelančevinama, mineralima i vitaminima. Škrobni ekvivalent i hranjive jedinice te probavljive surove bjelančevine su se manje ili više uspješno upotrebljavali u Evropi do šezdesetih godina.

Intenzivna znanstvena istraživanja u centrima Bettsville (USA), Chiba (Japan), Rostock (Njemačka), Wageningen (Nizozemska), Rowett (GB) i INRA (Francuska) o konzumaciji, probavi i metabolizmu energije i hranjivih tvari u preživača (ARC, 1965). Na temelju ARC normativa razvijeni su brojni drugi nacionalni sustavi. Danas su najpoznatiji: The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock (1980, 1984); Das D.D.R. Futterbewertungssystem (1977); Verkrote Tabel, Voedernormen and voederwaardem (1983); DLG Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1982) i Nutrient Requirement of Beef Cattle (1988).

Sadašnja istraživanja idu u pravcu razvijanja mehaničkih modela iskorištenja hranjivih tvari i energije iz svakog pojedinog krmiva u svakoj životinji poznatih proizvodnih svojstava. Ovi se modeli mogu primjenjivati jedino pomoću kompjutera (O'Connor i sur., 1990).

Kemijske analize

Temelj sustava procjene energetske vrijednosti krmiva u Europi je Weende analiza (Lindgren, 1991). Međutim, ugljikohidrati krme kao dominantni izvor energije se sve više određuju, ne kao SV i NET, već kao strukturna vlakna (celuloza, hemiceluloza i lignin) u voluminoznoj krmi i škrob odnosno šećeri u koncentratnoj krmi. Razlog ovome je različiti obujam i stupanj iskorištenja energije iz navedenih ugljikohidratnih tvari. Zbog tih razloga i u Hrvatskoj bi trebalo uvesti kao rutinske analize određivanje frakcija strukturnih i rezervnih ugljikohidrata.

Eksperimentalni plan

Primjenjena je tehnika bilanse hranjivih tvari i energije radije nego proizvodni pokusi. Ispitivanja su provedena na kravama u laktaciji i junadi u rastu za razliku od škrobnih jedinica gdje su mjerenja obavljena na odraslim juncima - bikovima.

Bilansni pokusi omogućuju faktorijelni pristup u određivanje raspodjele konzumiranih tvari i energije krmiva. Nadalje bilans između ulaza (konzumacija) i izlaza tvari i energije u obliku metana, fecesa, mokraće, topline i mlijeka pokazuje da li ju životinja zadržava ili mobilizira tjelesnu mast i bjelančevine. Hranidbeni pokus ne daje podatke o gubicima tvari i energije u metanu, fecesu, mokraći i toplini, a registrirane promjene u masi životinje su stalan pokazatelj promjena u metabolizmu tvari i energije (Es i Schiemann, 1985).

Temeljni pristup

Svi novi sustavi naglašavaju novi pristup u promatranju energetske metabolizma. On se očituje u slijedećem:

- organske hranjive tvari su izvor energije,
- gubici energije u fecesu, metanu i urinu obračunati su i kroz utjecaj razine hranidbe,
- metabolička energija se pretvara u neto energiju različitim učinkovitošću ovisno o tipu proizvodnje (održanje, laktacija, meso, vuna, plod).

Razlike između sustava procjene energetske vrijednosti krme

Razlike među sustavima su u različitim računanjima ME i njenog pretvaranja u NE, npr. utjecaj razine hranidbe na sadržaj ME ili konverzije ME u NE. Konačno, novi sustavi zavise od prije postojećih i dostupnosti podataka o kemijskom sastavu i probavljivosti krmiva.

Proizvodni pokusi Van der Honinga i sur. (1977), Schiemanna i sur. (1982), De Brabander i sur. (1982), INRA (1978), Todorova (1990) te Berga i Thuena (1991)

pokazuju da novi sustavi bolje odražavaju varijacije u sastavu krmiva i obroka nego sustav škrobnog ekvivalenta, te da preciznije predviđaju raznovrsne potrebe preživača.

Povijest upotrebe energetske sustava u Hrvatskoj

U Hrvatskoj se potrebe preživača i vrijednost krmiva izražavaju u različitim oblicima neto energije od početka ovoga stoljeća, a u mnogo širem obliku od pojave Njegovanovog prijevoda Kellnerove knjige: »Osnove nauke o hranidbi domaćih životinja« izdane u Križevcima 1914. god. U ovoj knjizi se rabi škrobni ekvivalent kao oblik energije i to se u praksi zadržalo sve do danas, a pod različitim nazivima (škrobna jedinica, škrobni ekvivalent, škrobna vrijednost).

Od kraja drugog svjetskog rata sve se više upotrebljava zobena krmna ili hranidbena jedinica (Popov, 1946), a ona je u stvari 60% vrijednosti škrobnog ekvivalenta.

Nažalost, oba sustava napravljeni su kao fiksne tablice za potrebe životinja u Njemačkoj odnosno SSSR i izražavale su energetske vrijednosti krmiva toga podneblja, a to se zbog prirodne varijabilnosti, dostignute razine i uvjeta proizvodnje znatno razlikovalo od osobitosti proizvodnje u Hrvatskoj. Nadalje, iznesene hranjive vrijednosti su zasnovane na pokusima s niže produktivnim životinjama. Energetska vrijednost krme, osobito voluminozne, vrlo varira ovisno o vrsti tla, varijetetu biljke, stadiju rasta, gnojdbi, načinu ubiranja ili košnje i konzerviranja. Nadalje, suvremeni europski sustavi imaju jednu energetske jedinice za laktaciju (NEL) i drugu za rast i tov (NERIT), a obje se temelje na ME.

Stoga je cilj ovog rada prikazati, s jedne strane način procjene neto energetske potreba preživača u obliku modela koji obuhvaća sve značajnije parametre mijene energije (shema 1), a s druge strane procjenu energetske vrijednosti krmiva upotrebljivanih u Hrvatskoj, na temelju njihove stvarne, a ne tablične vrijednosti.

Brutto ili ukupna energija

Preživači zahvaljujući mikroorganizmima predželuca crpe energiju iz organske tvari različitih krmiva (svježih ili konzerviranih) voluminoznih krmiva, slame, zrna i njihovih prerađevina i nusproizvoda. Brutto energija, odnosno kemijski sastav pokazuju potencijalnu energetske vrijednosti krmiva, a ništa ne govore o obimu njenog iskorištenja u životinji. Međutim, Weende analiza (suha tvar, pepeo, surove bjelančevine, surova mast i surova vlaknina) temelj je za izračunavanje različitih oblika energije u svim energetske sustavima u Europi (Lindberg, 1991). Brutto energija deponirana u kemijskim vezama hrane bitna je u procjeni metaboličnosti energije (ME/BE) i može se izračunati iz slijedeće jednadžbe (DLG, 1982);

$$BE \text{ (MJ/kg)} = (22.6 \times SB + 40.7 \times SM + 19.2 \times SV + 17.7 \times NET) / 1000$$

gdje je SB surove bjelančevine, SM surova mast, SV surova vlaknina, NET nedušične ekstraktivne tvari.

Shema 1. Metabolizam energije krave teške 600 kg koja proizvodi 30 kg mlijeka i jede 17.9 kg ST/d (Danfer, 1990)

Shema 1. Energy utilisation of a lactating 600 kg cow consuming 17.9 dry matter and producing 30 kg milk (Danfer, 1990)

Brutto energija (BE)	328 MJ/d	(100%)
Energija fecesa	97 MJ	(30%)
1. Neprobavljena hrana		
2. Mikroorganizmi probavila i njihovi produkti		
3. Izlučevine u probavilo		
4. Oljuštene stanice probavila		
Probavljiva energija (PE)	231 MJ	(70%)
Energija urina	21 MJ	(6.4%)
Energija mokraće	15 MJ	(4.6%)
Metabolička energija (ME)	195 MJ	(59%)
Toplina metabolizma hranjivih tvari	113 MJ	(34%)
Toplina fermentacije u probavilu		
Netto energija (NE)	117 MJ	(36%)
Toplina metaboličke aktivnosti organizma	78 MJ	(23%)
NE za održavanje	35 MJ (11%)	
NE za proizvodnju	82 MJ (25%)	
1. Bazalni metabolizam	1. Energija tkiva (SB, SM)	
2. Konzumacija hrane i vode	2. Laktacija	
3. Toplinska regulacija	3. Plod	
4. Stvaranje produkata	4. Dlaka	
5. Formiranje i izlučivanje	5. Kretanje, rad	

Probavljiva i metabolička energija

Skoro sve energetske jedinice, od škrobne vrijednosti preko metaboličke energije do sadašnjih, izvedeni su iz pokusa probavljivosti s ovcama i govedima.

Razlike između krmiva u njihovoj probavljivosti su velike, variraju od 35% - slama žitarica do preko 85% - zrno kukuruza. Probavljivost organske tvari krmiva ovisi

o stupnju lignifikacije strukturnih ugljikohidrata krmiva, uravnoteženosti obroka i razine hranidbe. Prema Van der Honing i Stegu (1984) korelacija između različitih sustava energetske vrijednosti krmiva temeljenih na probavljivosti hranjivih tvari vrlo je visoka ($r > 0.9$). Međutim, koeficijenti probavljivosti ispitivani su na nelaktirajućim govedima ili češće ovcama hranjenim na uzdržnoj razini hranidbe, te su potrebne dodatne korekcije za razinu hranidbe.

U istraživanju probavljivosti krmiva niti jedan sustav ne uzima u obzir asocijativni učinak. On se javlja kada probavljivost mješavine krmiva nije jednaka zbroju probavljivosti pojedinih krmiva (Mould, 1988). Evidentiran je pozitivan (dodatak bjelančevina, probavljive celuloze ili hemiceluloze) i negativan (lakoprobavljivi šećeri, mast) asocijativan učinak (Huhtanen, 1990). Izražajnost učinka ovisi o razini hranidbe, sastava obroka i udjela pojedinog krmiva u njemu. Novi SAD sustav CNCPS - The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (Fox i sur., 1990 i 1992) ide korak dalje i prosuđuju ME krmiva na temelju mehaničkog submodela količine konačnih produkata fermentacije ugljikohidrata i surovih bjelančevina u buragu i njihove daljnje probave i resorpcije u crijevima. Vjerojatno će se i budući europski sustavi također zasnivati na submodelu fermentacije u buragu, ali nakon provjere i skupljanja dovoljnog broja relevantnih podataka o brzini i obujmu fermentacije hranjivih tvari iz krmiva, te pasaže digesta iz buraga.

Daljnji korak u iskorištavanju energije je metabolička energija, koja je umanjena PE za gubitke energije u mokraći i metanu, te stoga i preciznija nego probavljiva energija. ME čini 81 - 82% od PE pri uzdržnoj i 87% pri 3 - 4 puta većoj razini hranidbe od uzdržne (Van Es i Van der Honing, 1977). U malo država se PE i ME primjenjuju kao mjera engleske vrijednosti krme i energetske potreba preživača (SAD - TDN, Velika Britanija i Švedska - ME). Međutim, ovi sustavi pri izračunavanju potreba preživača uzimaju u obzir stupanj iskorištenja ME u NE, ovisno o tipovima i razinama proizvodnje (mlijeko, meso, reprodukcija).

TDN (Total Digestible Nutrients = ukupne probavljive hranjive tvari)

$$TDN \text{ (kg/kg)} = \text{probavljiva organska tvar (kg/kg)} + 1.25 \times \text{probavljiva mast (kg/kg)}$$

Prema NRC (1988) i 1 kg TDN = 18.41 MJ PE

Tablica 1. Sadržaj ME (kJ/kg) u probavljivim hranjivim tvarima u različitim energetske sustavima (Van der Honeg i Steg, 1990)

Table 1. Content of ME (kJ/kg) in digestible nutrients in different energy evaluation systems

Država	Kod	a	b	c	d e
Njemačka-istok	EFr	17.7	37.9	13.4	14.8
Švedska	MEs	18.0/18.8	20.9/36.81	12.1	15.5
Velika Britanija	ME	15.2	34.2	12.8	15.9
Njemačka-zapad	NE _{nj}	15.2	34.2	12.8	15.9 *
SAD	NE _{us}	18.6	41.9	18.6	18.6 *
Nizozemska	VEM	15.9	37.7	13.8	14.6 *
Rusija	OFU	17.46	31.23	13.65	14.78
Francuska	UFL	23.9	39.7	20.0	17.4 *

$$ME (MJ/kg ST) = (axPSB + bxPSM + cxPSV + dxPNET - exS)/1000$$

gdje je PSB probavljive surove bjelančevine (g/kg ST)

PSM probavljiva surova mast (g/kg ST)

PSV probavljiva surova vlaknina (g/kg ST)

PNET probavljivi NET (g/kg ST)

*e sadržaj ME (kJ/g) = 0.7

s sadržaj šećera iznad 80 g/kg ST

Sadržaj ME u krmivu izračunava se na temelju sadržaja ME (MJ/g) u gramu probavljene hranjive tvari (Tablica 1). Međutim, većina sustava iskazuje energetske vrijednosti u NE, a ME je samo međukorak u kalkulaciji NE vrijednosti krme.

Netto energija

Prosudba energetske vrijednosti u netto energiji pokazuje stvarnu vrijednost krmiva i obroka, te mora točno kvantificirati i jednostavno izražavati potrebe glavnih oblika animalne proizvodnje (Vermorel, 1989). Procjena NE vrijednosti uključuje u sebi čimbenike koji utječu na visinu ME (metaboličnost i razina hranidbe) kao i dodatni čimbenik (k) koji mjeri učinkovitost iskorištenja ME za pojedini tip proizvodnje (Bickel, 1988). Naime, metabolički put mijene energije (Shema 1.) pokazuje da je najveći gubitak energije u obliku topline (T). Prema ovome $T = ME - NE$; $k = NE/ME$; $NE = MExk$

Visina gubitaka energije, ovisi manjim dijelom od kakvoće pojedenog obroka - metaboličnosti ($q = ME/BE$) i razine hranidbe, a većim dijelom o tipu i razini proizvodnje.

Metaboličnost

Metaboličnost je jedan od čimbenika koji opisuje utjecaj kakvoće hrane na visinu iskorištenja ME u animalnoj proizvodnji te ima sličnu funkciju kao korekcija za sadržaj SV u sustavu Škrobni ekvivalent. Prema de-

finiciji ($q = ME/BE$) on kazuje o učinkovitosti pretvorbe brutto energije u metaboličku tj. pokazuje stupanj iskorištenja BE nakon odbitaka izlučene energije u fecesu, mokraći i plinovima (Blaxter, 1989). Prema Van Esu i Boekholtu (1987) metaboličnost uzdržnog obroka je 57% i mijenja učinkovitost iskorištenja ME za +/- 0.4% za svaku +/- 1% promjenu metaboličnosti ispod ili iznad 57%. Prema tome svaki porast metaboličnosti krmiva ili obroka za 1% iznad 57% povećava iskorištavanje ME za 0.4%. Izražava se kao koeficijent (0.0 - 1.0) u francuskim i švicarskim ili u postotku (1 - 100; ($q = ME/GE \times 100$) u Nizozemskim i Njemačkim normativima. Zbog tih razloga metaboličnost je dio modela za izračunavanje NE prikazano izrazom

$$0.4(q - 0.57) \text{ kada je } q \text{ koeficijent ili } 0.004(q - 57)$$

kada je q %.

Razina hranidbe (RH)

Pri višim razinama hranidbe netto rezultat je veći gubitak energije u fecesu, ali manji u metanu i mokraći nego pri uzdržnoj razini hranidbe. Budući se probavljivost određuje na uzdržnoj razini onda je potrebna korekcija za utjecaj visine razine hranidbe na iskorištenje ME. NRC (1988) normativi uzimaju smanjenje NE od 4% za svaku razinu hranidbe iznad uzdržnih potreba. Nizozemski, njemački i belgijski sustavi uzimaju korekciju ME za svaki umnožak razine hranidbe iznad uzdržnih potreba od 1.8%. Formula za izračunavanje je slijedeća: $1 - (RH - 1) \times 0.018$

Ovi sustavi pretpostavljaju da normalna proizvodnja krave teške 550 kg s proizvodnjom od 15 kg MKM ima razinu hranidbe od 2.38 x uzdržna razina hranidbe, te se sve NEL korigiraju za vrijednost 0.9752. Ostali sustavi zanemaruju ovu korekciju. U hranidbi rasplodnog podmlatka i tovu junadi ova korekcija je vrlo mala, varira između 0.996 i 0.986 za razine hranidbe 1.2 do 1.8 m te se zanemaruje.

Tip i razina proizvodnje

ME hrane se upotrebljava za lipogenezu, proteino-genezu i glukogenezu tjelesnog tkiva životinje. Međutim, danas nema dovoljno podataka o iskorištenju ME za ove temeljne procese. Jasna je razlika u iskorištenju ME (k) za održavanje, proizvodnju mlijeka i mesa. Istodobno učinkovitost iskorištenja ovisi o (1) tipu proizvodnje, (2) razini proizvodnje (RP) i (3) metaboličnosti energije (q).

Održavanje

Općenito se smatra da se ME upotrebljava za održavanje s učinkovitošću od 60 - 70%. Britanski energetske sustav (AFRC, 1990) uzima da se ME iskorištava

za održavanje s učinkovitosti procijenjenom jednadžbom: $ko = 0.35q_m + 0.503$; $q_m = ME/BE$

Ova jednadžba se primjenjuje za sve vrste i kategorije preživača (mliječne krave, ovce, koze, tovnu junad i rasplodne junice mliječnih i tovnih pasmina preživača). Ostali sustavi podrazumijevaju da se ME za održavanje i laktaciju upotrebljava sa sličnom učinkovitošću (Van Es i Boekholt, 1987). Međutim, različito se iskorištava ME za održavanje preživača u rastu i tovu, a izračunava se prema formuli Van Es (1975) koja se upotrebljava u francuskim normativima (Jarrige, 1989).

$$ko = 0.284q + 0.554; q = ME/BE$$

ili $ko = 0.00287q + 0.554$; $q = ME/BE \times 100$ u nizozemskom sustavu.

Laktacija

Brojna istraživanja u Nizozemskoj (Van Es i Van der Honing, 1976), Francuskoj (Vermorel i sur., 1982), SAD (Tyrrell i Varga, 1987) i Njemačkoj (Kirchgessner i sur., 1987 i 1989) pokazuju da se ME energija iskorištava s učinkovitošću od 0.6 (60%) u proizvodnji mlijeka i za održavanje krave. Isti faktor vrijedi i za ovce i koze (Vermorel i sur., 1987; Aguilera i sur., 1989). Van Es (1975) je predložio slijedeći model iskorištenja ME krmiva za preživače u laktaciji:

$$kl = 0.6 (1 + 0.4(q - 0.57)); q = ME/BE \text{ ili}$$

$$kl = 0.6 + 0.24(q - 0.57)$$

kad se q izražava u %

$$kl = 0.6 + 0.0024(q - 57); q = ME/BE \times 100$$

AFRC (1990) uzima kao faktor konverzije ME u NEL slijedeći model:

$$kl = 0.35q_m + 0.42$$

Tjelesne rezerve i bređost

U visoko mliječnih životinja značajna se energija troši za sintezu tjelesnih rezervi - prirast i njegovu mobilizaciju tijekom rane laktacije. Prema Moe i sur. (1972) visoko mliječna krava u ranoj laktaciji može mobilizirati od - 85 do - 70 MJ/d energije iz tjelesnog tkiva, a to odgovara proizvodnji od oko 20 kg MKM/d. Jedino britanski normativi uzimaju ove čimbenike u obzir. Prema ARC (198) i AFRC (1990) iskorištenje ME za sintezu tjelesnog prirasta je 95% od vrijednosti za laktaciju ($kt = 0.95kl$). Iskorištenje ME za rast ploda (kp) je 0.113 (AFRC, 1990). Budući da je kt sličan kl , a kp nizak ove se razlike u ostalim normativima zanemaruju, te se uzima 0.6 kao zajednička konstanta. Učinkovitost iskorištenja tjelesnih rezervi za sintezu mlijeka je konstantna i iznosi 0.84 (ARC, 1980) odnosno 0.8 (Jarrige, 1989). Međutim,

ova vrijednost nema značenja u prosudbi konverzije ME u NE krme.

Rast i tov

ME se različito iskorištava u preživača u rastu i tovu za održavanje (ko) i tov (kt). Starenjem životinje smanjuje se udjel ukupne ME za sintezu bjelančevina sa 70% na 10%, a raste za sintezu masti na 90%. Blaxter (1974) je predložio model za kalkulaciju pretvorbe ME u tovnj prirast (kt). Ova formula je razrađena na temelju odnosa između kemijskog sastav krmiva i sastava tjelesnog prirasta različitih tipova preživača u rastu.

$$kt = 0.78q + 0.006$$

Ova formula se upotrebljava u francuskim, nizozemskim i britanskim preporukama.

Istraživanja su pokazala da se ME različito učinkovito iskorištava za rast i tov preživača, što rezultira različitim NE vrijednošću krmiva u hranidbi preživača u tovu, a ovisno o visini dnevnog prirasta. McHardy (1966) je utvrdio da takvo varijabilno iskorištenje ovisi od razine proizvodnje (RP) koja je definirana kao omjer između ukupne NE ($NE_o + NE_t$) i NE_o

$$RH = (NE_o + NE_t)/NE_o$$

Upotrebom ove jednadžbe McHardy (1966) je predložio slijedeći model za procjenu ukupne učinkovitosti iskorištenja ME za održavanje, rast/tov (kot):

$$kmt = \frac{ko \times kt \times RH}{kt + km \times (RH - 1)}$$

U kalkulaciji NE vrijednosti krmiva za proizvodnju mesa, odnosno za dnevni prirast od 1.2 do 1.4 kg, uzima se RP 1.5, te kmt iznosi:

$$kmt = \frac{ko \times kt \times 1.5}{kt + 0.5 km} \text{ ili } \frac{0.3358q^2 + 0.6508q + 0.005}{0.9238q + 0.2830}$$

Izračunavanje neto energije za laktaciju (NEL) i neto energije za rast i tov preživača (NERIT)

U skladu s formulom $NE = ME \times$ neto energija za održavanje i laktaciju glasi (Jarrige, 1989):

$$NEL \text{ (MJ/kg)} = ME(0.6 + 0.24(g - 0.57)) \quad q = ME/BE$$

$$ME \text{ (MJ/kg)} = (15.2 \times PSB + 34.2 \times PSM + 12.8 \times PSV + 15.9 \times NET)/1000$$

$$BE \text{ (MJ/kg)} = 22.6 \times SB + 40.7 \times SM + 19.2 \times SV + 17.7 \times NET/1000$$

Ovaj model procjenjuje iskorištenje ME, uključujući metaboličnost i koeficijent iskorištenja ME za proizvodnju mlijeka i održavanje. Nizozemski i njemački model

dotatno još uzimaju u obzir i korekciju za razinu hranidbe (0.9752) te

izražava q u %.

$$\text{NERIT (MJ/kg)} = \text{ME} \times \text{kot} = \text{ME} \times \frac{0.3358q^2 + 0.6508q + 0.005}{0.9238q + 0.2830}$$

Tablica 2. Nazivi energetske sustava, mjerne jedinice te njihova neto energetska vrijednost (MJ) u različitim energetske sustavima.

Table 2. Names of energy systems, energy units and their neto energy values (MJ) in different country.

Zemlja Country	Naziv jedinice	Mjerna jedinica	Neto energije u mjernoj jedinici, MJ
Njemačka	Škrobni ekvivalent	g	0.00988
Danska i Norveška	Skand. hranidbena jedinica	kg	6.91
SAD i Izrael	Netto energija za laktaciju	Mcal	4.184
Belgija	Netto energija za laktaciju	g	0.00691
Njemačka i Austrija	Netto energija za laktaciju	MJ	1.0
Francuska	Netto energija za laktaciju	kg	7.24
Švicarska	Netto energija za laktaciju	MJ	1.0
Italija	Hranidbena jedinica Jedinice u tovu	kg	6.91
ZND	Hranidbena jedinica	kg	5.93
Finska	Tovna hranidbena jedinica	kg	6.91
Njemačka I.	Netto energija za tov	g	0.01046
Nizozemska	Netto energija za rast i tov	g	0.00691
Francuska	Hranidbena jedinica za meso	MJ	7.76
Švicarska	Hranidbena jedinica za meso	MJ	1.0

Tablica 3. Moguća proizvodnja mlijeka (kg MKM) krave teške 550 kg koja jede 20 kg ST/d.

Table 3. Potential milk yield (kg FCM) by a 550 kg cow consuming 20 kg DM/d

Sustav System	MKM/20 kg FCM/20 kg	ST obroka DM of diet	MKM/kg ST obroka FCM/kg DM of diet	
	kg	% od ME (VB)	kg	% od ME (VB)
ŠEk*	35.9	112	2.34	109
TDN	33.7	105	2.30	107
EFRr	32.9	102	2.16	100
VEM	31.1	97	2.16	100
UFL	31.0	97	2.25	105
NEL (Nj)	31.1	97	2.17	100
ME (VB)	32.1	100	2.15	100
ME (Š)	34.1	106	2.28	106
NEL (SAD)	34.1	106	2.32	108

ŠEk = škrobni ekvivalent prema Kellneru; TDN = Total digestible nutrients; EFRr = neto energetska vrijednost za govoda I. Njemačka; VEM = neto energija za laktaciju u Nizozemskoj; UFL = neto energija za laktaciju u Francuskoj; NEL (Nj) = neto energija za laktaciju u Njemačkoj; ME (VB) = metabolička energija u Velikoj Britaniji; ME (Š) = metabolička energija u Švedskoj; NEL (SAD) neto energija za laktaciju u SAD.

Osim ŠEk, razlike između suvremenih sustava su unutar 10%, a razlike nema između VEM, UFL i NEL (Nj).

Mjerna jedinica

Na temelju iznesenog vidljivo je da postoje dvije netto energetske jedinice za prosudbu energetske vrijednosti krmiva u preživača. Jedna za laktirajuće životinje, a druga za životinje u rastu i tovu. Obje procjenjuju netto energiju za održavanje i proizvodnju. Kao mjerna jedinica primjenjuse ječmene i zobene hranidbene ili škrobne jedinice, Mcal i MJ (tablica 2).

S obzirom na činjenicu da je u Hrvatskoj u uporabi joul kao energetska jedinica i da se u nekim europskim zemljama rabi MJ kao mjerna jedinica predlaže se da se MJ upotrebljava kao mjerna jedinica NEL i NERIT. Zbog različitog načina iskazivanja energetske vrijednosti krmiva i potreba preživača u tablici 2 date su veličine pojedinih jedinica u MJ.

Testiranje modela

Van der Honing i Steg (1990) provjeravali su koliko kilograma mlijeka proizvede krava teška 550 kg, a koja jede 20 kg ST standardnog obroka čija je energetska vrijednost procijenjena energetskim sustavima. Suha tvar obroka sastoji se od 50% voluminozne krme (20% dobrog sijena, 20% silaže trave, 10% silaže kukuruza) i 50% koncentrata (tablica 3).

LITERATURA

1. AFRC (1990): Technical Committee on Responses to Nutrients Report No. 5. Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Energy. Nutr. Abstr. and Rev. (Series B), 60;730 - 804.
2. AFRC (1992): Technical Committee on Responses to Nutrients Report No. 9. Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Protein. Nutr. Abstr. and Rev. (Series B), 62;787 - 835.
3. Aguilera, J.F., C. Prieto i J. Fonolla (1989): Lactating metabolism of dairy goats of the Granadian breed. In: Energy metabolism of farm animals. (Ed. Van der Honing, Y. i W. H. Close). Proc. 11th Symposium Energy Metabolism. Lunten, 18 - 24 September 1988, 29 - 32.
4. ARC (1965): The Nutrient Requirement of Farm Livestock. No. 2. Ruminant. Agricultural Research Council, London
5. ARC (1980): The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Working Party, Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal, 351.
6. Autorenkollektiv (1977): Das D.D.R. Futterbewertungssystem V.E.B. Deutscher Landwirtschaftsverlag., Berlin, 256.
7. Berg, J. i E. Thuen (1991): A comparison between some feed energy system based on Nordic production experiments in cattle. *Norw. J. Agric. Sci., Suppl.* 5. 7 - 15.

ZAKLJUČAK

Na temelju iznesenog pregleda literature za procjenu NEL krmiva koja se primjenjuju u hranidbi preživača u Hrvatskoj mogli bi se upotrebljavati gore navedeni modeli iz slijedećih razloga:

- upotrebljava se u Francuskoj, Nizozemskoj, Njemačkoj i Švicarskoj, a sličan je model i u Velikoj Britaniji i Bugarskoj,
- ME je osnova svih sustava,
- procjenjuje sadržaj BE iz WEENDE analize,
- procjenjuje sadržaj ME na temelju probavljivih hranjivih tvari primjenom tabličnih koeficijenata probavljivosti hranjivih tvari određenih Weende analizom,
- uzima u obzir utjecaj kakvoće krmiva (q) na stupanj pretvorbe ME u NE,
- uzima u obzir tip proizvodnje — mlijeko odnosno meso,
- NEL procjenjuje netto energetska vrijednost krmiva u proizvodnji od oko 15 kg MKM na dan,
- NERIT procjenjuje energetska vrijednost krmiva za rast i tov pri dnevnom prirastu 1.2 - 1.4 kg/d,
- za visoko produktivne životinje mogu se upotrebljavati faktori korekcije za razinu hranidbe.

8. Bickel, H. (1988): III. Feed evaluation and nutritional requirements. III. 1. Introduction. In: Livestock feed resources and feed evaluation in Europe. (Ed. De boer, F. i H. Bickel). *Livst. Prod. Sci.*, 19:211 - 216.
9. Blaxter, K.L. (1974): Metabolizable energy and feeding system for ruminants. In: Proc. Nutr. Conf. Feed Manuf., (Ed: Swan, H. i D. Lewis) Nottingham, Butterworth, London. 3 - 25.
10. Blaxter, K.L. (1989): Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press. London. 336.
11. C.V.B. (1983): Verkrote Tabel, Voedernormen and voederwaardem. 36.
12. Danfer, A. (1990): A dynamic model of nutrient digestion and metabolism in lactating dairy cows. 671. *Beretning fra Statens Husdirbrugsforsog.* 1 - 511.
13. De Brahander, D.J., P.M. Ghekiere, J.N. Aerts, F.X. Buysse i R.J. Moermans (1982): Tests of 6 energy evaluation systems for dairy cows. *Livst. Prod. Sci.*, 457 - 469.
14. DLG (1982): DLG Futterwerttabellen für Wiederkaure 5., Erweiterte und neu gestaltete Auflage. DLG - Verlag, Frankfurt an Main, 120.
15. Es, A.J.H. Van i R. Schieman (1985): Energy requirements of dairy cattle in Europe. *Proceedings system of animals in temperate areas*, May 2 - 3. 1985, Seoul, Korea, Korea Information Center, 1985. 229 - 236.

16. Flatt, W.P. (1988): Feed evaluation system: Historical background. In: *Feed Science*, ed Orskov, E.R., Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 1 - 22.
17. Fox D.G., C.J. Sniffen, J.B., Russell, D.J. O'Connor, P.J. Van Soest, i C.J. Sniffen (1992): A Cornell net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, 3570 - 3578.
18. Fox, D.G., C.J. Sniffen, J.D. O'Conner, J.B. Rusell, i J. Van Soest (1990): Part I. A model for predicting cattle requirements and feedstuffs utilization. In: *The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Evaluation Cattle Diets*. Search: Agriculture, Ithaca, NY, Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., 34, 128.
19. Grbeša, D., Tajana Černy i Biserka Homen (1993): Kemijski sastav i hranjiva vrijednost krmiva za preživače u Hrvatskoj. *Krmiva* (u tisku).
20. Grbeša, D., Tajana Černy i Vesna Pavić (1992): In sacco metoda Određivanja razgradljivosti bjelančevina hrane. *Krmiva*, 34: 105 - 117.
21. Grouven, H. (1864): *Berichte über Arbeiten der Agriculture chemischen Versuchstation Salzmunde*. Wiegandt, Hempel & Parey, Berlin.
22. Henneberg, W. i F. Stohmann (1860): *Beitrage zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäufer* Vol. I. i Vol. II 1864 Braunschweig, 29, 48.
23. Henry, W.A. (1898): *Feeds and Feeding* 1st edition. A Handbook for the student and stockman. Madison, WI U.S.A. (Publ. by Author).
24. Honing, Y. van der i G. Alderman (1988): III. 2. Ruminants. In: *Livestock feed resources and feed evaluating in Europe*. (Ed. de Boer, F. i H. Bickel). *Livst. Prod. Sci.*, 19:211 - 216.
25. Honing, Y. Van der i A. Steg (1984): Relationships between energy values of feedstuffs predicted with thirteen feed evaluations systems for dairy cows. Report IVVO nr, 160, 1 - 51.
26. Honing, Y. Van der i A. Steg (1990): Comparison of energy evaluation systems of feeds for ruminants. In: *Feedstuff Evaluation*. Ed. Wiesman, J. i D.J. A. Cole. Butterworths, London, 1 - 19.
27. Honing, Y. Van der, A. Steg i A.J.H. Es (1977): Feed evaluation for dairy cows: tests on the system proposed in the Netherlands. *Liv. Prod. Sci.*, 57 - 67.
28. Huhtanen, P. (1991): 4. Associative effects of feeds in ruminants. *Norw. J. Agric. Sci.*, Suppl. 5. 37 - 57.
29. I.N.R.A. (1978): *Alimentation des Ruminants*. Publ. I.N.R.A., Versailles, 597.
30. I.N.R.A. (1987): *Alimentation des Ruminants. Revisions des systems et des tables de l'INRA*. Bull. Technique No. 70 C.R.Z.V., de Theix. 222.
31. Jarrige, R. (1989): *Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables*. INRA - John Libbey Eurotext, London.
32. Kellner, O. (1905): *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere*, 1. izdanje, Berlin, Verlag Paul Parey. 594.
33. Kellner, O. (1914): *Osnove nauke o hranidbi domaćih životinja*. (Prijevod Njegovan), Tisak: Neuberg. Križevci.
34. Kirchgessner, M, i H.L. Müller (1989): Effect of deficient or excessive energy supply and subsequent realimentation on energy metabolism of lacting cows. Y. i W. H. Close). *Proc. 11th Symposium Energy Metabolism*. Lunteren, 18 - 24. September 1988, 77 - 80.
35. Kirchgessner, M., M. Kreuzer, H.I. Müller i G. Rohrmoser (1987): Effect of deficient or excessive protein supply and subsequent normal dietary protein intake on energy metabolism in dairy cows. In: *Energy metabolism of farm animals*. (Ed. Moe, P.M., H.F. Tyrell i P.I. Reymonds). *Proc. 10th Symposium Energy Metabolism*. Totowa, NJ, September 1985, 318 - 321.
36. Lindgren, E. (1991): 5. Analytical methods for energy evaluation. *Norw. J. Agric. Sci.*, Suppl. 5. 59 - 65.
37. McHardy, F.V. (1966): Simplified ration formulation. In *Ninth ICAP, Edinburgh* (Abstract), 25.
38. Moe, P.W., W.P. Flatt, H.F. Tyrell (1972): Net energy value of feeds for lactation. *J. Dairy Sci.*, 945 - 958.
39. Mollgaard, H. (1929): *Fütterungslehre der Milchviehs*. Hannover, M. & H. Schaper.
40. Mould, F.L. (1988): Associative effects of feeds. In: *Feed Science*, ed. Orskov, E.R., Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 279 - 292.
41. N.R.C. (1984): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Publ. N.R.C., National Academy Press, Washington DC.
42. N.R.C. (1988): *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Publ. N.R.C., National Academy Press, Washington DC.
43. Nehring, K., M. Beyer i B. Hofeman (1972): *Futtermittel - tabellenwerk*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
44. O'Connor, D.J., C.J. Sniffen i D.G. Fox (1990): *The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets. Part II. A Computer Spreadsheet for Diet Evaluation*. Search: Agriculture, Ithaca, N.Y; Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. 34; 128
45. Popov, I.S. (1946): *Kormovije normi i kormovije tablici*. OGIZ - SELJHOZOIZ, Moskva.
46. Russell, J.B., D.J. O'Connor, D.G. Fox, P.J. Van Soest, i C.J. Sniffen (1992): A Cornell net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70:3551 - 3561.
47. Schiemann, R., K. Nehring, L. Hoffmann, W. Jetsch i A. Chudy (1971): *Energetische Futterbewertung und Energienormen*. Berlin, VEB/DLV.
48. Thaer, A.D. (1809): *Grundsatz der rationellen Landwirtschaft*, Vol. 1. Berlin, Germany, Realschulbuchhandlung.
49. Todorov, N. (1990): Project for a new system of evaluating forage energy nutritive values and the energy needs of ruminants in Bulgaria. 1. evaluation offstage. *Agricultural Science*. 28:47 - 58.
50. Tyler, C. (1956): The development of feeding standards for livestock. *Agricult. Hist. Rev.* 4(2):97 - 107.

51. Tyrell, H.F. i G.A. Varga (1987): Energy value for lactation of rations containing ground whole ear maize with both conserved dry or ensiled at high moisture. In: Energy metabolism of farm animals. (Ed. Moe, P.M., H.F. Tyrell i P.I. Reynolds). Proc 10th Symposium Energy Metabolism. Totowa, NJ, September 1985, 306 - 309.
52. Van Es, A.J.H. i H.A. Boekholt (1987): Energy metabolism of farm animals. In: Energy Metabolism of Farm Animals - Effect of housing, stress and disease. (Ed. Verstegen, M.W.A. i A.M. Henken). Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht, 3 - 18.
53. Van Es, A.J.H. i Van der Honing (1977): Het nieuwe energetische voederwaarderingsstelsel voor herkauwers: wijze van afleiding en uiteindelijk voorstel. Report IVVO 92:1 - 48.
54. Van Es, A.J.H. i Y. van der Honing (1976): Energy and nitrogen balances of lactating cows fed fresh or frozen grass. Energy metabolism of farm animals. (Ed. Vermorel, M.). Proc. 7th Symposium Energy Metabolism. September 1976, 237 - 240.
55. Van Es, A.J.H. (1975): Feed evaluation for dairy cows. Livest. Prod. Sci., 27 - 36.
56. Vermorel, M. (1989): Energy: the Feed Unit system. In: Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. (Ed. Jarrige, R.). INRA - John Libbey Eurotext, London. 23 - 32.
57. Vermorel, M., B. Remond, J., Vernet i D. Liadis (1982): Utilization of body reserves by high - producing cows in early lactation; effects of crude protein and amino - acid SUPPLYING: Energy metabolism of farm animals. (Ed. Ekern, A. i F. Sundstol). Proc. 9th Symposium Energy Metabolism. September 1982, 18 - 21.
58. Vermorel, M., F. Bocquier, J. Vernet i A. Brelurut (1987): Mobilization and reconstitution of body reserves in dairy ewes studied by indirect calorimetry and D2O dilution technique. In: Energy metabolism of farm animals. (Ed. Moe, P.M., H.F. Tyrell i P.I. Reynolds). Proc. 10th Symposium Energy Metabolism. Totowa, NJ, September 1985, 314 - 317.
59. Wolff, E., von (1874): Landwirtschaftliche Fütterungslehre. 6. izdanje, Wiegandt, Hempel & Parey, Berlin.
60. Wolff, E., von (1895): Farm Foods or The Rational of Feeding Farm Animals. Gurney & Jackson, London.

SUMMARY

Historical development and characteristics of feeding systems and ways of evaluation of energy values of ruminant feedingstuffs are presented.

Energy values of feeds are given as net energy for lactation (NEL) and net energy for growth and fattening (NEGF) in MJ/kg DM of feedstuffs. The base of the system is metabolizable energy (ME). Most factors effecting the use the ME are shown, e.g. feeding levels, metabolizability (q) of energy and type and level of production.

Net energy values of different measuring units in MJ are given, and different energy systems related to potential milk and meat production are compared.