

AKTUALNOSTI U HRANIDBI PREŽIVAČA

D. Grbeša

Sažetak

U ovom se radu raspravlja o ulozi mikrobioloških procesa u buragu u hranidbi preživača. Govori se o primjeni novih spoznaja u optimalizaciji iskorištenja konačnih produkata probave (hlapivih masnih kiselina i minarala u buragu; glukoze, aminokiselina i masnih kiselina u tankom crijevu, amonijaka i plinova u buragu) u praktičnoj hranidbi poligastričnih životinja. Iznose se mogući pravci primjene dostignuća biotehnologije u pospješenu primijenjivosti hranjivih tvari.

Uvod

U bliskoj budućnosti očekuju se promjene obroka preživača. Prekomjerna stočarska proizvodnja u glavnim industrijskim zemljama Europe ostvarena je povećanjem proizvodnje po životinji i jedinici poljoprivrednog zemljišta. Negativna posljedica visoke proizvodnje je slaba iskoristivost hranjivih tvari i zagađenje okoliša. Intenzivno iskorištavanje domaćih životinja budi nezadovoljstvo, sociološke i psihološke promjene svijesti stanovništva o skrbi životinja.

Stočarska se proizvodnja danas preusmjerava na (1) kemijsku, organoleptičku i mikrobiološku kvalitetu i odsutnost toksičnih residua u proizvodu, (2) zaštitu okoliša i o (3) brigu o domaćim životinjama.

Svi se ovi kriteriji uključuju u razmatranje učinkovitosti pretvorbe hranjivih tvari krme u proizvode.

Efikasnost stočarske proizvodnje ocijenjena stupnjem pretvorbe energije i bjelančevina krme u ljudsku hranu je niska, osobito kada se gleda utrošak krme za jedinicu proizvoda u čitavom sustavu, od koncepcije preko odgajanja rasplodnog podmladka do završetka proizvodnje (B l a x t e r, 1969).

Međutim, jedino preživači crpe hranjive sastojke iz voluminozne krme koju čovjek ne može direktno iskoristiti. Ako vegetativni dijelovi biljaka i biljni nusproizvodi čine 75%, a sastojci koncentrata, što mogu biti ljudska hrana, 25% obroka krave tada ona daje 2.5 puta više energije i bjelančevina prihvatljivih u prehrani ljudi nego što bi se dobilo njenom proizvodnjom na istoj površini (B i c k e l i sur., 1979). Paša, sijeno i silaže činili su osamdesetih godina 41% energije i 49.1% bjelančevina obroka preživača u devet država EZ (L e e, 1988).

U strukturi potrošnje voluminozne krme smanjen je udjel sijena i korjenjača, a

Mr. Darko Grbeša, Zavod za hranidbu domaćih životinja, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 4100 Zagreb

povećan silaže kukuruza i drugih krmnih usjeva (zelene mase uljarica i žitarica) te slame. Cilj suvremene hranidbe preživača je (a) povećati učešće vlaknaste krme u obroku, (b) usavršiti njeno iskorištenje i (c) zaštita okoliša.

Značaj buraga

	Masa, kg/d	Sastojak	Masa, kg/d	Sastojak	Masa, kg/d
Hrane	17,8	Proteini	3,27		
		Mast	0,70		
		Ugljikoh.	13,89		
Predželuci		Ukupno HMK		6,37	
		Mikrobna masa	3,78	Proteini	2,24
				M. Masti	0,48
				Ugljikoh.	1,06
Tanko crijevo	9,3	Nerazg. hrana		5,52	
		Mikrobna masa		Proteini	1,08
				Masti	0,60
				Ugljikoh.	3,94
		Nerazg. hrana		Amino kiseline	1,28
				Masne kiseline	0,36
				Glukoza	0,27
Glukoza	0,00				
Cekum	0,63	Proteini	1,13		
		Mast	0,27		
		Ugljikoh.	4,46		
Debelo crijevo		Ukupno HMK		0,77	
		Masne kiseline		0,01	
Feces	4,88 (prob. 71,7%)	Proteini		0,99 Prob. 74,7%	
		Masti		0,30 Prob. 69,1%	
		Ugljikoh.		3,96 Prob. 70,4%	

Graf. 1. ISKORIŠTAVANJE HRANJIVIH TVARI U PROBAVILU KRAVE
THE UTILISATION OF NUTRIENTS IN THE DIGESTIVE TRACT OF MILK COW.
(masa. 622 kg. 15-21 tj. laktacije. 22 kg/d mlijeka)

Glavnu ulogu u iskorištenju hranjivih tvari iz voluminozne krme ima njihovo probavljanje - fermentacija mikroorganizmima predželuca. Od ukupne probavljivosti u njima se probavi 23 - 100% strukturnih ugljikohidrata, 38,7 - 87% bjelančevina i 65% organske tvari voluminozne krme (O r s k o v i M i l e r 1988). Obim procesa razgradnje i sinteze u predželucima i debelom crijevu te resorpcije u tankom crijevu ilustriran je grafikonom 1.

Burag napušta veća masa proteina (mikrobni + nerazgrađeni) i masti nego što ih krava pojede. Najveći dio ugljikohidrata fermentira se do HMK - izvora energije za kravu. Međutim, mala količina glukoze (0.27 kg/d) resorbira se u tankom crijevu.

Radi toga se odabiru takva krmiva i postupci njihove prerade, te sastavlja obrok koji će poboljšati u najvećoj mjeri mikrobiološku fermentaciju i sintezu u buragu, a preko nje i opskrbu životinje energijom i hranjivim tvarima (D o r e a u i sur., 1991).

Općenito gledano, pretvorba kvalitetne voluminozne krme u predželucima može podmiriti najveći dio potreba osrednje visoke proizvodnje preživača.

Ugljikohidrati

Ugljikohidrati (UH) predstavljaju 70 - 80 % suhe tvari obroka goveda i glavni su izvor energije. Strukturni UH (celuloza, hemiceluloza, lignin i pektini) dominantna su komponenta voluminozne krme, a nestrukturni (škrob, šećeri) energetskih koncentrata.

Tab. 1. - KRITERIJI KVALITETE STRUKTURNIH UGLJIKOHIDRATA VOLUMINOZNE KRME. CRITERIA OF STRUCTURE CARBOHYDRATES QUALITY OF FORAGES. (Ellis i sur., 1988)

Ocjena - Score	Probavljivost OT ² =(%) Digestibility OM ⁴ (%)	SUH ¹ + % od OT CWC ³ = % of OM	Lignin % od SUH Lignin % of CWC	Ješnost ST/kg Intake DM/kg
Visoka - High	> 70	< 45	< 5	> 90
Srednja - Medium	55-70	45-65	5-10	70-90
Niska - Low	45-55	65-80	10-15	50-70
Slaba - Poor	< 40	> 80	> 15	< 50

1 Strukturni ugljikohidrati 3 Cell wall constituents
2 Organska tvar 4 Organic mater

Probavljivost strukturnih ugljikohidrata (SUH) ili biljne stanične stijenke krme u buragu obrnuto je proporcionalna obimu njihove lignifikacije (V a n S o e s t, 1982). Chesson (1990) je našao da je probavljivost SUH primarnih stanica lista ljulja 100%, tj. kao i šećera.

Ma lesteim (1992) iznosi da se SUH repinih rezanaca razgrađuje brže od škroba ječma. Na ovim se spoznajama zasniva hranidba sa svježom ili konzerviranom krmom u fazi rasta kada je lignifikacija stanične stijeke slaba. Substitucija škroba i šećera s potpuno i brzo fermentirajućim topivim SUH-om osigurat će istu količinu energije kao i škrob, odnosno šećeri, ali bez moguće pojave acidoza. Istovremeno je

i velika konzistentnost suhe tvari (tablica 3).

Tab. 2. - RASPODJELA UGLJIKOHIDRATA U LISTU LJULJA
DISTRIBUTION OF CARBOHYDRATES IN RYEGRASS LEAF (Chesson, 1990)

VTUH ¹ WSC ¹	% u suhoj tvari lista - % Leaf dry matter				Ukupno Total
	Škrob Starch	Primarne stanice ² Primary cells ²	Sekundarne stanice ³ Secondary cells ³		
Sadržaj SUH Cell wall content	-	-	35.1	18.2	53.3
Ugljikohidrati (UH) Carbohydrate (CHO)	4.3	0.3	29.9	15.8	50.3
% od ukupnih UH % of total CHO		1	59	31	100
Probavljivost (%) 12 h Digestibility (%) 12 h	100	100	100	46	-

1 VTUH = u vodi topivi ugljikohidrati - WSC = water soluble carbohydrates

2 Primarne stanice = mesofil i epiderma lista - Primary cells = leaf mesophyll and epidermis

3 Sekundarne stanice = tkivo žila i sklerenhim - Secondary cells = vascular bundles and sclerenchym

Tab. 3. - KONZUMACIJA I PRIRAST TOVNIH GOVEDA HRANJENIH RANO KOŠENOM SILAŽOM ILI
KASNO KOŠENOM SILAŽOM I JEČMOM.
INTAKE AND GAIN BY BEEF CATTLE FED EARLY CUT SILAGE ALONE OF LATE CUT SILAGE WITH
BARLEY. (Thomas i Chamberlain, 1990)

	Tretman - Treatment			
	Kasno košena Late cut	Rano košena Early cut		
	silaža - silage			
Ječam (g/kg ST) Barley (g/kg DM)	0	280	560	0
Prob. energ. (%) Digest. energy	61.8	66.8	70.5	73.5
ME (kJ/kgO.75/d) ME (kJ/kgO.75/day)	788	834	871	932
Prirast - Gain Prazno truplo (g/d) Empty body (g/day)	292	552	800	696
Energije (MJ/d) Energy (MJ/day)	5.48	9.23	14.6	12.24

Pektin leguminoza također se razgrađuje brže od ostalih sastojaka strukturnih UH (Ulyatte i sur., 1984).

Šećeri su neophodni sastojak obroka preživača koji se hrane mladim gnojenim travama i leguminozama zbog njihove visoke razine brzo razgradljivih bjelančevina. Smatra se da njihove zastupljenosti može biti od 5 do 10% ST takvog obroka.

Škrob se u buragu brzo fermentira (90-98%) naglo snizujući pH ispod 5.2 uz istovremeno drastično smanjenje razgradnje SUH-a i konzumacije voluminozne krme (Miller, 1987). Međutim, utvrđeno je da se u predželucima razgradi samo 57.8% kukuruznog škroba (Cerna u i Dorea u, 1991). Autori iznose da se mljevenjem na krupnoću od 6.00 mm razgradnja škroba kukuruza može značajno smanjiti na oko 44%. Istodobnom zaštitom od razgradnje - bypassom škrobi u predželucima osigurava se dotok glukoze u krvatok, što poboljšava energetske opskrbu krave bez negativnih posljedica u buragu. Isto tako se štete aminokiseline za sintezu mesa i mlijeka. Naime, preko 50% ugljika glukoze sintetizirane u jetri potječe iz ugljika aminokiselina (Black i sur., 1968). Molestein (1992) tvrdi da 4.5 kg takvog škroba donosi kravi sličnu količinu energije kao i 6.5 - 7 kg kukuruznog brašna.

Dodavanje kultura kvasca u obrok mliječnih krava povećava broj celulolitičkih bakterija za oko 30% i razgradljivost SUHa (Wallace, 1992).

Manipulacijom fermentacije u buragu smanjit će se produkcija metana, koja ovisno o tipu obroka iznosi do 10 % bruto energije (Van Navel i Demyer, 1988) i tako istovremeno povećati iskoristivost energije i zaštita okoliša od emisije CH₄.

U spravljanje kvalitetne travne i/ili djetelinske - travne silaže dobre jestivosti i niskih gubitaka hranjivih tvari i dalje će se iskorištavati provenjavanje i dodavanje bakterijskih inokulata, prvenstveno *L. plantarum* (Collins, 1988).

Ugljikohidrati su glavni izvor energije za goveda. Danas u Europi postoji devetnaest (19) sustava procjene energetske vrijednosti krme i potreba goveda (VanderHoning i Alderman, 1988). Od sedamdesetih godina zamjenjuju se sustavi bazirani na škrobnom ekvivalentu novim, zasnovanim na metaboličnosti energije i koeficijentima njene iskoristivosti u različitim tipovima i razinama proizvodnje. Međutim, i oni ne zadovoljavaju jer se zasnivaju na fiksnim vrijednostima Wende analize krmiva i potrebama životinje, iako se zna da su probava i metabolizam dinamični procesi. Razrađuje se novi model koji će se zasnivati na opisu provave hranjivih tvari (brzine razgradnje i pasaže u buragu, produkciji i resorpciji HMK, aminokiselina i masnih kiselina dugog lanca, te njihovoj iskoristivosti u metabolizmu (Kristensen i Weisberg, 1991).

Nažalost, Hrvatska nema čak ni vlastite tablice hranjive vrijednosti krmiva, a u procjeni energetske vrijednosti krme u goveda, ovaca i koza primjenjuje se škrobna vrijednost (ŠV) zobene hranjive jedinice (zHj), metabolička energija za preživače (MEp) i neto energija za laktacije (NEL)

Bjelančevine

Preživači podmiruju aminokiselinske potrebe iz bjelančevina koje su izbjegle razgradnju u buragu i mikrobiološkog proteina dospjelog u duodenum.

Izrazito je niska (13%) efikasnost iskorištenja surovih bjelančevina (SB) hrane u preživača (Lobley, 1992). Pošto goveda iskorištavaju i neproteinski dušik, niska se efikasnost kompenzira upotrebom jeftinih izvora bjelančevina.

Centralnu ulogu u iskorištavanju bjelančevina imaju predželuci.

Naime, mikroorganizmi buraga razgrađuju dio SB hrane do amonijaka uz istodobnu njegovu ugradnju u vlastite aminokiseline. Obim sinteze mikrobioloških bjelančevina zavisi ($r^2 = 0.62$) o količini i sinhronizaciji brzine fermentacije konzumirane organske tvari (FOT) i razgradnje bjelančevina krme.

Sinteza mikrobiološkog N u prosijeku je 32 g N/kg FOT (O r s k o v i M i l l e r, 1988). Prema istim autorima ona je znatno niža u zelenih trava i njihovih silaža 22 g/kg FOT i znatno viša 45.4 g N/kg FOT u silaže kukuruza i koncentrata. Razlog niske sinteze mikrobnih bjelančevina na obroku mlade zelene krme je visoka razgradljivost njihovih bjelančevina (73%) pri nedostatku dovoljne mase FOT. Veliki dio amonijaka izlučuje se kao ureja kroz mokraću. Prema D e m a t q u i l l y (1989) visina razgradnje je upravo proporcionalna količini SB u krmu ($r=0.96$). Zbog tog razloga nije opravdana obilna gnojidba pašnjaka dušikom. Wilkins (1987) iznosi da se ispašom travnjaka gnojenog sa 420 kg N/ha izluči mokraćom 162 kg N/ha/godini. Nadalje, selekcija trava usmjerava se na povećanje količine u buragu brzo iskoristivih ugljikohidrata (šećeri + topiva vlakna), a leguminoza na saifoin koji povećava proporciju N u fecesu. Isto se tretiranjem trava i leguminoza, te sačmi ugljarica s formaldehidom, taninom i dr. zaštićuju bjelančevine od razgradnje. Oblik zaštite mora biti takav da omogući probavu proteina u duodenumu, a time i opskrbu preživača aminokiselinama.

Temeljna koncepcija opskrbe preživača aminokiselinama je da se proteini obroka koji su manje biološke vrijednosti od proteina mikroorganizama buraga razgrade, a oni više vrijednosti zaštite u što većoj mjeri od razgradnje u buragu.

Stoga se zanačajna prozornost u sastavljanju obroka goveda posvećuje poboljšanju omjera razgradljivi protein : fermentirajući ugljikohidrati u svrhu maksimalne produkcije mikrobiološkog proteina.

Mikrobni protein je promjenjivog aminokiselinskog sastava (tablica 4) i može podmiriti uzdržne i proizvodne potrebe do 20 kg mlijeka. U duodenumu krave mikrobni protein čini 34 - 89% neamonijačnog N ili 59 % u prosjeku (C l a r c k i s u r., 1992). Od 1977. uvedeno je šest sustava proteinske vrijednosti krme i potreba goveda. Oni se zasnivaju na procjeni (1) (ne) razgradljivosti proteina hrane, (2) sintezi mikrobiološkog i proteina i (3) dotoku aminokiselina iz nerazgrađenog i mikrobiološkog proteina u crijeva.

Sadašnja istraživanja idu u pravcu procjene utjecaja obroka na aminokiselinski sastav duodenalnog proteina u odnosu na aminokiselinske potrebe različitih tipova proizvodnje - meso, ljeko, vuna (O r s k o v i C h e n, 1991).

Utvrđeno je da su lizin, S aminokiseline i histidin limitirajući, a treonin, valin i izoleucin kolimitirajući u mikrobiološkom proteinu (M e r c h e n i T i t g e m e y e r, 1992). Dodavanje limitirajućih aminokiselina u sintetskom obliku i/ili kroz nerazgrađeni protein već se primjenjuje u praksi, što je povećalo retenciju N, te proizvodnju mlijeka i mesa visokoproduktivnih životinja.

Defaunacija buraga povećava bakterijsku sintezu proteina za 16- 39%, te efikasnost njihovog iskorištenja. Čini se da bi to mogla biti praktična mjera u povećanju iskoristivosti bjelančevina (U s h i d a i s u r., 1991).

Tab. 4. - USPOREDBA AMINOKISELINSKOG SASTAVA BAKTERIJA BURAGA, DUODENALNOG DIGESTA I POTREBA JUNETA (% OD ESENCIJALNIH AMINOKISELINA)
COMPARISON OF AMINO ACID COMPOSITION OF RUMINAL BACTERIA, DUODENA DIGESTA AND REQUIREMENTS FOR STEERS (% OF TOTAL ESSENTIAL AMINO ACIDS)

Ainokiselina Amino acid	Bakterije buraga Ruminal Bacteria	Duodenalni digest ¹ Duodenal digesta ¹	Potrebe juneta ² Requirements for steer ²
Treonin - Threonine	10.13	9.97	9.14
Valin - Valine	10.05	10.97	10.96
Met + Cist - Met + Cys	7.78	7.45	8.05
Izoleucin - Isoleucine	9.46	10.79	10.39
Leucin - Leucine	14.3	17.76	16.01
Histidin - Histidine	4.10	3.92	6.02
Lizin - Lysine	15.29	13.39	16.52
Arginin Arginine	8.47	8.51	5.59
Fel + Tir - Phe + Tyr	17.47	17.25	15.09
Triptofan - Tryptophan	2.93	-	2.26

¹Obrok se sastojao od 80 % silaže kukuruza bez dodatka pravog proteina - Diet contained 80 % corn silage and no supplemental true protein.

²Potrebe za održavanje i prirast od 1 kg/d juneta od 250 kg- Requirements for maintenance and 1 kg/d gain of 250 - kg steer.

Pravilnim kombiniranjem krmiva u obroku najboljim odnosima između sinteze mikrobiološkog proteina, te mase i omjera aminokiselina u nerazgrađenom proteinu ili protektiranih sintetskih aminokiselina, opskrbit će se krave "idealnim proteinom" a N će se izlučivati u tri jednaka dijela: mlijeko, feces i mokraću. Krave hranjene mladom gnojnom krmom preko 50% konzumiranog N izlučuju u mokrači (M u r p h y i S h e r w o o d, 1989).

Masti

Obrok goveda sadrži do 5% surovih masti. Dodavanje masti, osobito protektirane, (6-7%) u krmne smjese mlječnih krava minimalno snizuje razgradljivost suhe tvari, ali pospješuje (1) potrošnju voluminozne krme, (2) proizvodnju mlijeka za 5 - 6%, (3) dijetetsku vrijednost mliječne masti, (4) potrošnju Ca i Mg i (5) za 5% sadržaj sadržaj ME (P a l m q u i s t, 1988). Ovaj je postupak vrlo rasprostranjen u mnogim zemljama Europe, gdje se mast dodaje u peletirane smjese. Dodavanje kalcijeve soli dugolančanih masnih kiselina (3% u ST obroka) povećava proizvodnju mlijeka i mlijeko korigirano na mast (E r i c k s o n i s u r., 1992).

Minerali

Minerali nisu potrebni samo životinjama, već i mikroorganizmima buraga. Zato se sve veća pozornost posvećuje otpuštanju minerala u predželucima goveda, količinama i omjerima potrebnim za optimalnu aktivnost i sintezu mikropopulacije.

U uvjetima obilne hranidbe voluminoznom krmom potrebno je 80 - 100 mg NH₃/L buragove tekućine za optimalnu sintezu mikrobiološkog proteina i razgradnju organske tvari ili 26 g N/kg POT (Tablica 5.). Mineralni elementi imaju i važnu ulogu u održavanju homeostaze predželudaca tj. osmotskog pritiska, pufernog kapaciteta i brzine dilucije (K o m i s a r c z u k - B o n y i D u r a n d, 1991).

Tab. 5. - POTREBNA KOLIČINA MINERALA ZA OPTIMALNU SINTEZU MIKROBIOLOŠKOG PROTEINA I RAZGRADNJU ORGANSKE TVARI.
MINERAL REQUIREMENT FOR OPTIMAL MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS AND DEGRADATION OF THE ORGANIC MATTER. (Durand 1989 i Komisarczuk-Bony i Durand, 1991).

Mineral - Mineral	
	Koncentracija u POT * - Concentration in DOM
Dušik - Nitrogen (g/kg)	26.0
Sumpor - Sumpur (g/kg)	2.8
Fosfor - Phosphorus (g/kg)	4.5
Magnezij - Magnesium (g/kg)	2.0
	Koncentracija u ST - Concentration in DM
Natrij - Sodium (g/kg)	5.8
Kalij - Potassium (g/kg)	18.6
Kobalt - Cobalt (mg/kg)	0.5-1.0

* POT probavljiva organska tvar, DOM digestible organic matter

U mineralnoj hranidbi goveda istražuje se iskoristivost kelatnih oblika mikrominerala koji su gotovo u potpunosti iskoristivi, i na taj se način smanjuje njihova koncentracija u obroku i kontaminacija putem ekskremenata (T h o m p s o n i F o w l e r, 1990). Isto se sve više promatra ukupnost elektrolitskih svojstava i interakcije mineralnih elementa u sprečavanju pojava inbalasta, mliječne groznice i pašne tetanije (P r i c e, 1989).

Paša kao i druga voluminozna krma mogu biti jeftin i kvalitetan izvor energije, proteina, strukturnih vlakana i vitamina. Međutim, sadržaj mikroelemenata u njima vrlo je varijabilan zavisno o podrijetlu tla, pH, gnojidbi i faktoru biljke (G r a c e i C l a r k, 1991). Nedostatak bakra u travnjacima u Velikoj Britaniji uzrokuje gubitke u proizvodnji goveda i ovaca koji se procjenjuju na 4.8 milijuna funti godišnje (MAFF, 1982). Radi toga se velika pozornost posvećuje otkrivanju i sprečavanju nedostatka pojedinih mikroelemenata (Cu, Se, Co i J) što se ispravlja promjenom pH zemljišta, gnojidbom travnjaka njihovim solima ili dodavanjem u obliku bolusa.

Vitamini

Pretpostavlja se da mikrobiološka sinteza vitamina B - kompleksa podmiruje potrebe odraslih preživača. Međutim, uobičajeno je dodavanje niacina (6-12 g/d) visokomliječnim kravama u početku laktacije. Njegovo povoljno djelovanje očituje se povećanjem dotoka mikrobiološkog N u duodenum (D e P e t e r s i C a n t, 1992), usvajanjem metionina i fenilalanina od strane mliječne žlijezde i stvaranjem proteina

u mlijeku (E r i k s o n i sur., 1992). U razdoblju stresa preživača (transport, novi obrok itd.) dodaju se još i tiamini (AEC, 1987).

Biotehnologija

Sadašnji napredak u poznavanju bioloških procesa na molekularnoj i staničnoj razini brzo se primjenjuje u poboljšanju (1) hranjive vrijednosti krme, (2) efikasnosti celulolitičkih bakterija, (3) aminokiselinskog sastava mikroorganizama buraga, (3) detoksikacijskih svojstava mikroba i (4) iskoristivosti Cu (G r e g i S h a r p e, 1992; A r m s t r o n g i G i l b e r t, 1992). Praktična primjena ovih dostignuća očekuje se uskoro.

Zaključak

Suvremene znanstvene spoznaje brzo se primjenjuju u stočarstvu Zapadne Europe. Sadašnja su istraživanja usmjerena boljem poznavanju konačnih produkata probave u predželucima i crijevima radi povećanja efikasnosti iskorištavanja krmiva i kvalitete proizvoda. Dobiveni rezultati se primjenjuju u izgradnji jednostavnih dinamičkih modela hranjive vrijednosti krme i potreba preživača kao temelja novih hranidbenih normativa za sve države Europske zajednice. Praktična primjena očituje se u izboru krmiva i sastavljanju obroka koji bolje podmiruju potrebe preživača.

LITERATURA

1. AEC - Recommendations for Animal Nutrition. 5th edition (1987) Rhone - Poulenc, 86.
2. Armstrong, D. G., H. I. Gilbert (1992) The application of biotechnology for future livestock production. In: Physiological Aspects of Digestion and Metablism in Ruminants (eds. T s u d a, T., S a s a k i, Y. i R. K a w a s h i m a). Academic Press Inc, San Diego, 737 - 761.
3. Bickel, H., Schurch, A., Zuhlmann, F., Studer, R., P. Fassler (1979) Energieaufwand und Energieertrag in der Tierproduktion. Ber. Landwirtsch. Saoderh., 195, 31-40.
4. Bickel, H. (1977) Der Futteraufwand in der Rindvieh produktion unter Berücksichtigung der Wirkungsgrades der Energieverwertung. Schweiz. Landwirtsch. Forsch., 16:175-214.
4. Black, A. L., Egan, A. R., Anand, R. S. T. E. Chapman (1968) The role of amino acids in gluconeogenesis in lactating ruminants. In: Isotope Studies on the Nitrogen Chain. IAFI, Viena, 247-261.
5. Black, J. L. Nutrition of the grazing ruminant. Proc. New Zealand Anim Prod. Vol. 56:7 - 27.
6. Blaxter, K. (1969) Efficiency of Farm Animals in Using Crops and By-production of Foods. 2nd World Conf. Anomal Prod., Bruce Publ. Co., St. Paul, MN, 31-40.
7. Cerneau, P. B. Michalet - Doreau (1991) In situ starch degradation of different feed in the rumen. Reprod. Nutr. Dev., 31:65 - 72.
8. Chesson, A. (1990) Nutritional significance and nutritive value of plant polysaharides. In: Feedstuff Evaluation (eds Wieseman, J. i D. J. A. Cole). Butterworths, London, 179-195.
9. Clark, J. H., Klusmeyer, T. H., M. R. Carmen (1992) Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. J. Dairy Sci., 75:2304 - 2323.
10. Collins, M. (1988) Preservation of alfalfa hay with regard to the requirements of ruminant animals. In: Biotechnology in The Feed Industry (ed. Lyons, T. P.). Alltech Techn. Publ., 331-336.
11. De Boer, F., H. Bickel (1988) I. Impact of feed in livestock production. In: Livestock feed resources and feed evaluation in Europe: Present situation and future prospects (eds. DeBoar, F. i H. Bickel). Livestock Production Science, Vol. 19:3 - 10.

12. Demarquilly, C. (1989) The feeding value of forages. XVI Intern, Grassland Congr., 4 - 11 October, Nice, 18-1823.
13. Depeters, E. J. J. P. Cant (1992) Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review (1992) *J. Dairy Sci.*, 75:2043 - 2070.
14. Doreau, M., D. Sauvant R., Verite (1991) Which diet for tomorrow? In: Rumen microbial metabolism and ruminant digestion (ed. Jouanay, J. P. I. INRA Editions, Paris. 369-372.
15. Durand, M. (1989) Ruolo del rumine nel metabolismo dell'azoto. (eds. G. F. Greppi i M. Corti). SAMA, Milano, 39-71.
16. Ellis, W. C., Wylie, M. J., J. H. Mates (1988) Dietary-digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. In: *Feed Science* (ed. Orskov, E. R.). Elsevier Science Publ., Amsterdam, 177-229.
17. Erickson, P. S., Murphy, M. R., J. H. Clark (1992) Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of longchain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 75:1078 - 1089.
18. Grace, N. D. R. G. Clark (1991) Trace element requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in sheep and cattle. In: *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (eds. Tsuda, T., Sasaki, Y. i R. Kawashima). Academic Press Inc, San Diego, 321-346.
19. Gregg, K., Helen Sharpe (1992) Enhancement of rumen microbial detoxification by gene transfer. In: *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (eds. Tsuda, T., Sasaki, Y. i R. Kawashima). Academic Press Inc, San Diego, 737-761.
20. Hvelplund, T. J. Madsen (1990) The amount of absorbed nutrients from the gastro-intestinal tract of dairy cows. *Beretning 666 fra Statens Husdyrbrugsforsog.* 12-17.
21. Komisarczuk - Bony, Silvia, M. Durand (1991) Effect of minerals on microbial metabolism. In: *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion* (ed. Jouanay, J. P.) INRA Editions, Paris, 179-198.
22. Kristensen, F. V. M. R. Weisbjerg (1991) A new approach to feed evaluation for ruminants. *Norwegian J. Agric. Sciennces. Suppl.*, 5, 67-81.
23. Lee, J. (1988) II. 2. Forages. In *Livestock feed resources and feed evaluation in Europe: Present situation and future prospects* (eds. DeBoar, F. i H. Bickel). *Livestock Production Science*, Vol. 19:13 - 46.
24. Lobley, G. F. (1992) Control of the metabolic fate of amino acids in ruminants: A review. *J. Anim. Sci.*, 70:3264-3275.
25. M. Duran Silvia Komisarczuk - Bony (1988) Influence of major minerals on rumen microbiota. *J. Nutr.*, 118:249 - 260.
26. M A F F (1982) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Report by ADAS/ARC/CSG Working Party on Copper in Ruminant Animal Nutrition.
27. Malestein, A. (1992) Rumen fermentation: The practical aspects. *Feed Mix*, Vol. 1, 35-37.
28. Merchen, N. R. E. C. Titgemeyer (1992) Manipulation of aminoacids supply to the growing ruminant. *J. Animm. Sci.* 70:3238-3247.
29. Miller. E. L. (1987) Formulating ruminant diets for EEC conditions. *The Feed Compounder*, October, 29-36.
30. Murphy, P. M., M. T. Sherwood (1989) Nitrogen fixation, cycling, and utilisation. XVI Intern, Grassland Congr., 4-11 October, Nice, 1805 - 1810.
31. Orskov, E. R., E. J. Miller (1988) Protein evaluation in ruminants. In: *Feed Science* (ed. Orskov, E. R.). Elsevier Science Publ., Amsterdam, 103 -127.
32. Orskov, E. R., X. B. Chen (1991) Assessment of amino acid requirement in ruminants. In: *The Rumen Ecosystem* (eds. Hoshio, S., Onodera, R., Minato, H. i H. Itabashi). Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 161-167.
33. Palmquist, D. L. (1988) The feeding value of fats. In: *Feed Science* (ed. Orskov, E. R.). Elsevier Science Publ., Amsterdam, 193-331.
34. Price, J. (1989) The nutritive value of grass in relation to mineral deficiencies and imbalances in the ruminant. *Proceeding No. 289*, 26.
35. Thomas, C. D., G. Chamberlain (1990) Evaluation and prediction of the nutritive value of pastures and forages. In: *Feedstuff Evaluation* (eds Wieseman, J. i D. J. A. Cole). Butterworths, London, 301-336.
36. Thompson, J. K., V. R. Fowler (1990) The evaluation of minerals in the diets of farm

- animals. In: Feedstugg Evaluation (eds Wieseman, J. i D. J. A. Cole). Butterworths, London, 235-259.
37. Ulyatt, M. J., Waghorn, G. C., John, A., Reid, C. W. S., J. Monro (1984) Effect of intake and feeding frequency on feeding behaviour and quantative aspects of digestion in sheep fed lucerne hay. *J. Agric. Sci.*, 102:645 - 657.
 38. Ushida, K. Jounay, J. P., D. Demeyer (1991) Effect of presence of absence of rumen protozoa on the effecinecy of utilisation of concentrate and fibrous feeds. In: *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (eds. Tsuda, T., Sasaki, Y. i R. Kawashim). Academic Press Inc, San Diego, 625-645.
 39. Van der Honing G. Alderman (1988) III. 2. Ruminants. In: *Livestock feed resources and feed evaluation in Europe: Present situation and future prospects* (eds. DeBoar, F. i H. Bickel). *Livestock Production Science*, Vol. 19:217-278.
 40. Van Nevel, C. J., D. J. Demeyer (1988) Manipulation of rumen fermentation. In: *The Rumen Microbial Ecosystem* (ed. Hobson, P. N.) Elsevier Applied Science, London, 387-443.
 41. Van Soest. P. J. (1982) *Nutritional Ecology of the Ruminants*. O&B Books, Corvallis, 374.
 42. Wallace, R. J. (1992) Manipulation of rumen fermentation: Ionophores, yeast culture and biotechnology. In: *Biotechnology in the Feed Industry. Proceeding of Altech s Annual Symposium*. ATP, Nicholasville, Kentucky, 193-203.
 43. Wilkins, R. J. (1987) Perspectives for chanoges in the productivity and utilization of grassland in the northern countries of the European Community. *Workshop on pasture improvement*. Madrid, Spain 22-24 April 1987, 175-182.

RECENT ADVANCE IN RUMINANT NUTRITION

Summary

In this review the role of rumen functions in feeding ruminants is elaborated. Implementation of the most recent research results is shown concerning the optimalization of end products of digestion (volatile fatty acids in the rumen, glucose, amino acids and fatty acids in the small intestine, ammonia and gas production in the rumen) in practical feeding of poligastric animals. Possible ways of implementing biotechnology in advancing utilization of feedstuffs are also suggested.

Primljeno: 16. 3. 1993.