

A TREONIN ELŐÁLLÍTÁS MELLÉKTERMÉKÉNEK HATÁSA A BENDŐFOLYADÉK ÖSSZETÉTELÉRE ÉS MIKROBIÁLIS AKTIVITÁSÁRA

TÓTH TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

Bendőkanüllel ellátott 5 tinóval végzett kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a napi 1 kg mennyiségben etetett anyalúg (a treonin előállítás egyik mellékterméke) nem befolyásolta károsan a bendőben zajló mikrobás fermentációt, ellenkezőleg a bendőbaktériumok NH_3 ellátásának javításával növelte a bendő mikrobiális aktivitását. Ezt igazolja, hogy szignifikánsan nőtt a bendőfolyadék illózsírsav-tartalma. Az anyalúg NPN anyagainak jelentős hányadát a bendő baktériumai már az etetést követő első órában lebontják. A bendőfolyadék NH_3 -tartalmának ebből következő növekedése a kontroll szakaszhoz képest jelentős. Napi 2 kg anyalúg az 1 kg-os adaghoz képest már nem javította tovább a mikrobiális aktivitást, ennek következtében a bendőfolyadék illózsírsav-tartalma sem nőtt tovább, viszont a bendőfolyadék NH_3 -tartalma már közel van a toxikus szinthez, ezért ez a dózis nem javasolható.

SUMMARY

Tóth, T.: THE EFFECT OF A THREONINE PRODUCTION BY PRODUCT ON RUMEN FLUID COMPOSITION AND MICROBIAL ACTIVITY

Based on the results of the experiment with 5 cannulated steers it was concluded that 1 kg daily serving of mother liquor (a by-product of threonine production) had no detrimental effects on rumen microbial fermentation. On the contrary, it enhanced the microbial activity in the rumen by improving the NH_3 supply of rumen bacteria. This is confirmed by significantly increased volatile fatty acid content in the rumen fluid. A remarkable part of mother liquor NPN components was digested by rumen bacteria within the first hour after feeding, which led to notable increase in the NH_3 concentration of rumen fluid compared to control diet. Daily 2 kg mother liquor provided no further beneficial effects on microbial activity and consequently on volatile fatty acid content of rumen fluid compared to daily 1 kg; however, NH_3 content of rumen fluid approximated toxic concentration, therefore, this dosage is not recommended.

BEVEZETÉS

A gazdasági állatok termelése a tudatos tenyésztőmunka, az állatok takarmányozásának, a tartástechnológiának, valamint a megelőző állatorvosi munkának a folyamatos javulása következtében olyan mértékben növekedett, hogy egyes állatfajok (sertés, baromfifajok, tejelő tehén) esszenciális aminosav szükségletét némely aminosavak esetében nem tudjuk csupán az etetett takarmányok aminosav-tartalmával fedezni, hanem egyre nagyobb mennyiségben vagyunk kénytelenek ilyen célra ipari úton előállított aminosavakat (lizint, metionint, treonint, triptofánt) igénybe venni. Jelenleg többféle célra (élelmiszeripar, gazdasági állatok takarmányozása, vegyipari felhasználás, gyógyszeripar) 6 aminosavból (lizin, treonin, triptofán, glutaminsav, aszparaginsav, fenilalanin) évente 2,08 millió tonnát állítanak elő a világon zömmel mikrobás fermentációval (*Fekete és Karafás, 2013*). Hazánkban korábban Kabán a cukorgyár közelében működő japán-magyar tulajdonú fermentációs üzemben (Agroferm) évente 13000 t L-lizint állítottak elő. Napjainkban ugyanebben az üzemben (Evonik-Agroferm) évente mintegy 21000 t L-treonint termelnek takarmányozás céljára.

Az említett aminosavakat a metionin kivételével ma már mikrobás fermentációval állítják elő, ugyanis ennek az eljárásnak a során csak L optikai formájú aminosavak keletkeznek. A metionint szintetikus úton is elő lehet állítani, mely esetben racemátum (D és L optikai forma vegyesen) áll elő. A metionin esetében azonban ez nem jelent problémát, ugyanis ennek az aminosavnak a D-formáját a szervezet képes nagy hatékonysággal L optikai izomérre átalakítani.

A treonin előállítás során két olyan melléktermék keletkezik, amelyek kémiai összetételük alapján alkalmasak arra, hogy a gazdasági állatok takarmányozására használjuk fel őket. Az egyik a biomassza, amely akkor áll elő, amikor a fermentációs szakasz befejeztével a treonint termelő baktériumokat hőkezeléssel inaktíválják és a fermentléből ultra-, illetve diaszűrővel eltávolítják. A biomassza értékes aminosav-összetételű melléktermék, amelyet szárítás után a monogasztrikus állatok – elsősorban a sertések – takarmányozására használnak fel.

Az ultra- és diaszűrést követően visszamaradó fermentléből az előállított treonint kristályosítással nyerik ki. Az ezt követően visszamaradó melléktermék az anyalúg, amely jelentős nyersfehérje tartalma folytán ugyancsak felhasználható takarmányozás céljára. A 40,3% szárazanyag-tartalmú melléktermékben ugyanis 31,1% nyersfehérje található, ami 77,2% nyersfehérje koncentrációnak felel meg. Tekintettel arra, hogy az említett jelentős nyersfehérje mennyiség eltérően a másik mellékterméktől, a biomasszától gyakorlatilag teljes egészében amidanyagokból (ammónium-szulfát, karbamid, szabad aminosavak) származik, az anyalúg vélhetően a szarvasmarha takarmányozásban hasznosítható. Ebből kiindulva kísérletem célkitűzése annak megállapítása volt, hogy az anyalúg milyen hatást gyakorol a bendőfolyadék néhány alapvető fontosságú paraméterére, amelyek nevezett melléktermék szarvasmarhákkal történő etethetőségét meghatározzák. Mindezek alapján kísérleteim során a következőket kívántam megállapítani:

A növekvő mennyiségben etetett anyalúg milyen hatást gyakorol a bendőmikrobák aktivitására?

Milyen mértékben befolyásolja az anyalúg a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmát, illetve a bendőben képződő illózsírsavak egymáshoz viszonyított arányát?

Az anyalúg karbamid, ammónium-szulfát, illetőleg szabad aminosav-tartalmának mikrobás lebontása nyomán szabadabbá váló ammónia milyen mértékben növeli meg a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát?

Miként alakul az említett folyamatok hatására a bendőfolyadék pH-ja?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Állatkísérletek

A kísérletet 5 db, bendőkanüllel ellátott 600-650 kg súlyú holstei fríz tinóval végeztük szakaszos (önkontrollos) kísérlet keretében. A kísérlet egy kontroll és két kísérleti szakaszból állt. A kontroll és a két kísérleti szakasz egy-egy előzetési és gyűjtési időszakból épült fel, amelyek hossza 10, illetve 5 nap volt.

Az állatok a kísérlet mindhárom szakaszában az 1. táblázatban megadott összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadagot fogyasztották. A kontroll szakaszt követő két kísérleti szakaszban a tinók a kontroll szakaszban etetett takarmányadaghoz kiegészítésként még 1, illetve 2 kg anyalúgot kaptak, amit fele-fele arányban a reggeli (7 óra) és a délutáni (15 óra) etetés során a bendőkanülön át juttattuk a bendőbe.

Az állatoktól mind a kontroll, mind a kísérleti szakaszok valamennyi napján a kanülön át naponta 4 alkalommal bendőfolyadék mintát vettünk. A mintavételek a reggeli etetés előtt, majd 1, 2 és 3 órával a reggeli etetést követően történtek. A bendőfolyadék pH-ját és NH_3 -tartalmát valamennyi mintavételi időpontban, míg a mikrobiális aktivitást, valamint a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmát csak az etetést megelőzően, valamint az etetés után 3 órával vett bendőfolyadék minták esetében vizsgáltuk. A bendőfolyadék mintákat azért, hogy a bendőmikrobák aktivitása ne változzon, a kísérleti istállóból termoszban szállítottuk a laboratóriumba. A mintavétel és a vizsgálatok megkezdése között 15-20 perc telt el.

Kémiai vizsgálat

A bendőfolyadék minták pH értékét OP-211/1 típusú (Radelkis) elektromos pH mérővel, ammóniatartalmukat pedig OP-264-2 típusú (Radelkis) ammónia-érzékeny elektróddal állapítottuk meg.

A bendőfolyadék minták mikrobiális aktivitását nitritredukciós próbával mértük, mely eljárás az aktivitást azzal az időtartammal jellemzi, amennyi időre a mikrobapopulációnak adott mennyiségű KNO_2 redukálásához szüksége van (Horváth, 1979).

A bendőfolyadék minták illózsírsav-tartalmát Biotronik-2000 típusú HPLC – berendezéssel mértük, az oszlop típusa Aminex Bio Rad HPX 87H, mérete 300mm x 7,8mm volt. Az elválasztás hőmérséklete 45 °C, az eluens 0,005 M H_2SO_4 volt. Pumpa átfolyás 0,85 ml/perc, nyomás 77 kg/cm². Az illózsírsav-tartalom megállapításához standardként a Supelco 10 illózsírsavból álló keveréket használtuk.

Az etetett takarmányok szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, Ca- és P-, valamint az anyalúg karbamid-tartalmát a Magyar Takarmánykódex II. kötetében (1990) javasolt módszerekkel állapítottuk meg. Az anyalúg ammónium-szulfát tartalmát a Kjeldahl eljárással Kjeltec™ 2200 berendezéssel

1. táblázat

A kísérletben etetett napi takarmányadag összetétele és táplálóanyag tartalma

Takarmány (1)	Napi adagban (2)
Silókukorica szilázs (3)	10 kg
Fűszalma (4)	3 kg
Abrakkeverék ^a (5)	3 kg
A napi adagban (6)	
Szárazanyag ^b (7)	8,75 kg
Nyersfehérje ^b (8)	702 g
Nyersrost ^b (9)	1878 g
NE _m (10)	56,77 MJ
NE _g (11)	34,65 MJ
MFE (12)	801,15 g
MFN (13)	490,20 g
Ca ^b (14)	41,36 g
P ^b (15)	23,60 g

a. Összetétele: kukorica 93,5%, extrahált napraforgódara 4,0%, takarmánymész 1,5%, növéndék-marha vitamin és mikroelem premix 0,5%, só 0,5% (16)

b. A komponensek kémiai analízisének eredménye alapján számított érték (17)

Table 1. Composition and nutrient content of daily experimental feed

feed (1); in daily dosage (2); corn silage (3); grass straw (4); fodder mix (5); in total daily dosage (6); dry matter (7); crudeprotein (8); crude fiber (9); net metabolizable energy (10); net energy for gain (11); energy dependent metabolizable protein (12);nitrogen dependent metabolizable protein (13); calcium (14); phosphorus (15); composition: Corn 93.5%, extracted sunflower meal 4.0%, limestone 1.5%, growing cattle vitamine and microelement premix 0.5%, salt 0.5% (16); calculated from the chemical analysis of the components (17)

határoztuk meg. Az anyalúg aminosav-tartalmát a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karának Állattudományi és Állattenyésztéstani Tanszéke oszlopkromatográfiás módszerrel határozta meg. Az aminosav analizátor típusa INGOS AAA 400, az oszloptöltet Ostion LG ANB ION cserélő (NA-form) volt.

Biometriai eljárások

A vizsgált paraméterek változásának szignifikanciáját az SPSS programmal vizsgáltam. A normalitást a Kolmagorov-Smirnov teszttel állapítottam meg. Normál eloszlás esetén a Test of Homogeneity of Variances, a Bonferroni, illetve a Games-Howell teszteket, míg a nem normál eloszlás esetében a Kruskal-Wallis, valamint a Mann-Whitney tesztet alkalmaztam.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az anyalúg kémiai összetételére vonatkozó vizsgálati eredményeket a 2. táblázatban foglaltam össze. Ezekből megállapítható, hogy az anyalúg nyersfehérje-tartalma

2. táblázat

Az anyalúg kémiai összetétele

Táplálóanyag (1)		Mennyiség (g/kg) (2)
Száranyag (3)		402,61
Nyersfehérje (4)		311,00
Nyerszsír (5)		1,45
Nyershamu (6)		28,42
N-mentes kivonható anyag (7)		61,74
A nyersfehérje-tartalom összetétele (8)	Szabad aminosav (9)	197,01 g nyersfehérje/kg anyalúg (12)
	Ammónium-szulfát (10)	96,07 g nyersfehérje/kg anyalúg (12)
	Karbamid (11)	17,91 g nyersfehérje/kg anyalúg (12)
Az anyalúg aminosav-tartalma (13)		
Arginin (14)		7,72
Alanin (15)		4,85
Aszparaginsav (16)		2,75
Glutaminsav (17)		41,64
Hisztidin (18)		1,10
Izoleucin (19)		7,72
Leucin (20)		3,94
Lizin (21)		2,01
Metionin (22)		6,25
Fenilalanin (23)		4,45
Szerin (24)		3,64
Treonin (25)		144,66
Triptofán (26)		nincs adat (27)
Valin (28)		1,96
Glicin (29)		10,89
Prolin (30)		1,17
Cisztin (31)		7,74
Tirozin (32)		1,75

Valamennyi adat az eredeti anyagra vonatkozik (33)

Table 2. Chemical composition of the mother liquor

Nutrients (1); quantity (2); dry matter (3); crude protein (4); ether extract (5); ash (6); N free extract (7); composition of crude protein content (8); free amino acid (9); ammonium sulphate (10); urea (11); crude protein g/mother liquor kg (12); amino acid content of mother liquor (13); arginine (14); alanine (15); aspartic acid (16); glutamic acid (17); histidine (18); isoleucine (19); leucine (20); lysine (21); methionine (22); phenylalanine (23); serine (24); threonine (25); tryptophan (26); no data available (27); valine (28); glycine (29); proline (30); cystine (31); tyrosine (32); all data in original matter (33)

teljes egészében amidanyagokból áll. A nyersfehérje-tartalom legnagyobb részét a szabad aminosavak – mindenekelőtt a treonin – adják. A szabad aminosav-tartalom a nyersfehérje-tartalomnak a 63,3%-át teszi ki, amely jelentős aminosav mennyiség azonban a nagy treonintartalom miatt igen kiegyensúlyozatlan, ami az anyalúgot monogasztrikus állatokkal (pl. sertésekkel) etetve aminosav-imbalanszot eredményezhet. Kérdő állatok esetében erre kicsi az esély, ugyanis a szabad treonintartalom egy részét a bendőbaktériumok dezaminálják.

A nitritredukciós próba eredményeit a 3. táblázat tartalmazza. Megállapítható, hogy az etetés után 1-3 órával vett bendőfolyadék mintákban jobb a mikrobák aktivitása (rövidebb idő alatt redukálják a mintához adott nitritet), ami a mikrobák etetés utáni jobb táplálóanyag ellátásával áll összefüggésben. A kontroll szakaszban a kedvezőbb mikrobiális aktivitás azonban csak tendencia jellegű, ugyanis az etetés előtti állapothoz képest a javulás egyik nitrit szinten sem volt szignifikáns. Ugyanakkor a napi takarmányadag 1, illetve 2 kg anyalúggal történő kiegészítése egyértelműen, szignifikáns mértékben javította a mikrobiális aktivitást, ami a bendőbaktériumok jobb N-ellátásával magyarázható, hiszen az ammónium-szulfát gyakorlatilag azonnal, a karbamid rövid időn belül ammóniát szolgáltat a bendőbaktériumok számára, de rendelkezésükre áll az anyalúg szabad aminosavainak dezaminálásából származó NH_3 is. Az NH_3 -t nemcsak az obligát ammóniahasznosító mikrobák (köztük a cellulózbontó baktériumok többsége), hanem a fakultatív NH_3 -hasznosítók, valamint azok a baktériumok is fel tudják használni, amelyeknek mikrobafehérje-szintézisükhöz aminosavakra is feltétlenül szükségük van. Az anyalúg napi adagjának 1 kg-ról 2 kg-ra történő növelése már

3. táblázat

A bendő mikrobiális aktivitásának alakulása anyalúg etetésekor

Szakasz (1)	A mintavétel ideje (2)	Nitrit redukció, perc (3)		
		0,2 ml KNO_2	0,5 ml KNO_2	0,7 ml KNO_2
Kontroll (4)	Etetés előtt (5)	5,80±2,00 ^a	12,56±3,56 ^a	16,72±4,49 ^a
	Etetés után 3 órával (7)	3,96±0,89 ^a	7,84±1,84 ^a	10,52±2,00 ^a
1. Kísérleti 1,0 kg anyalúg (6)	Etetés előtt (5)	4,98±0,62 ^a	9,87±1,36 ^a	13,23±2,20 ^a
	Etetés után 3 órával (7)	3,00±0,00 ^b	5,72±0,94 ^b	7,80±1,47 ^b
2. Kísérleti 2,0 kg anyalúg (6)	Etetés előtt (5)	4,60±0,68 ^a	9,50±1,99 ^a	13,15±2,52 ^a
	Etetés után 3 órával (7)	3,10±0,31 ^b	5,70±1,13 ^b	7,80±1,40 ^b

a,b: Az eltérő kisbetűvel jelölt értékek azonos oszlopon és azonos szakaszon belül minimum $p < 0,05$ szinten szignifikánsan különböznek egymástól (8)

Table 3. Effect of feeding mother liquor on rumen microbial activity

Section (1); time of sampling (2); nitrite reduction, minute (3); control (4); before feeding (5); experiment 1 (1 kg mother liquor) and 2 (2 kg mother liquor) (6); 3 hours after feeding (7); a,b: values with different lower case letters within the same columns and sections differ significantly at minimum $p < 0,05$ level (8)

nem javította tovább a mikrobák aktivitását, ami lehet annak a következménye, hogy a rendelkezésre álló NH_3 mennyisége meghaladta a mikrobapopuláció igényét, de indokolható feltehetően azzal is, hogy a baktériumok további szaporodását a rendelkezésre álló energia limitálta.

Az anyalúg etetésnek a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmára gyakorolt hatásáról a 4. és 5. táblázat adatai nyújtanak tájékoztatást. A 4. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a bendőfolyadék összes illózsírsav, ecetsav- és propionsav- tartalmát az etetés előtti állapothoz képest mind az 1, mind a 2 kg anyalúg kiegészítés szignifikánsan növelte. Az etetés előtti állapothoz viszonyítva ugyan a kontroll szakaszban is nőtt a bendőfolyadék összes illózsírsav, ecetsav- és propionsav- tartalma, de a növekmény nem volt szignifikáns. A bendőfolyadékban kisebb arányban előforduló zsírsavak közül csak a n-valeriánsav- és az i-vajsav-tartalom növekedett szignifikánsan mind a kontroll szakaszban, mind az 1, mind pedig a 2 kg-os anyalúg mennyiség etetésekor. Az i-valeriánsav esetében viszont csak az 1 kg anyalúg etetésekor figyeltem meg szignifikáns növekedést, míg a bendőfolyadék n- vajsavtartalmát mind az 1 kg, mind a 2 kg anyalúg mennyiség szignifikánsan növelte.

Minthogy a bendőfolyadék összes illózsírsav-tartalma az anyalúg etetés hatására megnövekedett, a kísérleti szakaszonként eltérő összes illózsírsav-tartalom nehezítheti az anyalúg etetés illózsírsavankénti hatásának pontos, egyértelmű megállapítását. Ezt elkerülendő, a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmának változását kétféle módon is kifejeztem, nevezetesen egyszer a bendőfolyadék egyes illózsírsavainak abszolút mennyisége (mmol/l) alapján (4. táblázat), másrészt az egyes zsírsavak moláris részarányának segítségével (5. táblázat). A 4. és 5. táblázat adatainak összehasonlítása arra utal, hogy az anyalúg etetés hatásának árnyalt megállapításához mindkét adatsorra szükség van.

A moláris részarányok alapján megállapítható, hogy az anyalúg szignifikánsan csökkent az ecetsav és egyúttal ugyancsak szignifikánsan növeli a propionsav részarányát a bendőfolyadékban (5. táblázat). Ugyanakkor ez nem mond ellent annak a ténynek, hogy az anyalúg etetés egyidejűleg szignifikánsan növelheti a bendőfolyadék abszolút ecetsavtartalmát (4. táblázat). Ez azzal áll összefüggésben, hogy a propionsav-termelő baktériumok az ecetsav-termelőknél kedvezőbben hasznosítják az anyalúg táplálóanyagait.

Az anyalúg etetésnek a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmát növelő hatása elsősorban a bendőbaktériumok N-ellátásának javulásával indokolható. Tekintettel arra a tényre, hogy a tejelő tehenek energia-szükségletének mintegy 75-80%-át a bendőben termelődő illózsírsavak energiája fedezi, az anyalúg etetésének eredményeként előálló illózsírsav növekmény érdemben javítja a tehenek energiaellátását. Igaz ez annak ellenére is, hogy az illó-zsírsavakból történő ATP képzés a glükózból folyó ATP előállításnál energetikailag kevésbé hatékony, a transzformáció hatásfoka az illózsírsavak esetében a glükózhoz képest zsírsavanként eltérően csak 82-87% (Schmidt, 2015). Ugyanakkor azonban azt is figyelembe kell venni, hogy a kérődzők glükóz készlete nagyon kevés.

A tejelő tehenek gyakorlati takarmányozása során arra törekszünk, hogy a C_2/C_3 arány a bendőfolyadékban ne csökkenjen 3:1 alá, mert az a tej zsírtartalmának csökkenését eredményezi. Kísérletemben ez az arány ugyan nem csökkent 3:1 alá, de a csökkenés ténye egyértelmű, ezért anyalúg etetés esetében célszerű a takarmányadagban a strukturális hatású nyersrost mennyiségét megnövelni.

4. táblázat

A bendőfolyadék illózsírsav-tartalmának alakulása anyalúg etetésekor

Szakasz (1)	A mintavétel ideje (2)	összes illózsírsav mmol/l (3)	ecetsav C ₂ mmol/l (4)	propionsav C ₃ mmol/l (5)	i-vajsav C _{4i} mmol/l (6)	n-vajsav C _{4n} mmol/l (7)	i-valeriánsav C _{5i} mmol/l (8)	n-valeriánsav C _{5n} mmol/l (9)
Kontroll (10)	Etetés előtt (11)	102,4±19,23 ^a	75,07±14,18 ^a	16,58±3,73 ^b	0,44±0,14 ^a	8,99±2,54 ^a	0,91±0,32 ^a	0,41±0,24 ^b
	Etetés után 3 órával (12)	111,34±20,09 ^a	80,47±14,89 ^a	18,68±3,54 ^a	0,42±0,11 ^a	10,35±2,30 ^a	0,76±0,27 ^a	0,65±0,26 ^a
	Különbőség	8,94	5,40	2,11	-0,18	1,36	-0,15	0,24
1. Kísérleti 1,0 kg anyalúg (13)	Etetés előtt (11)	87,18±16,65 ^b	62,02±11,09 ^b	16,66±4,43 ^b	0,35±0,05 ^a	7,23±1,79 ^b	0,62±0,12 ^b	0,31±0,04 ^b
	Etetés után 3 órával (12)	119,46±10,17 ^a	79,87±6,37 ^a	25,70±3,56 ^a	0,37±0,05 ^a	11,71±1,62 ^a	0,88±0,19 ^a	0,92±0,23 ^a
	Különbőség	32,28	17,85	9,04	0,02	4,48	0,26	0,62
2. Kísérleti 2,0 kg anyalúg (13)	Etetés előtt (11)	90,25±17,81 ^b	64,03±11,94 ^b	16,74±4,19 ^b	0,35±0,04 ^a	8,00±2,22 ^b	0,85±0,29 ^a	0,28±0,05 ^b
	Etetés után 3 órával (12)	110,19±11,96 ^a	74,27±6,19 ^a	22,88±4,94 ^a	0,37±0,05 ^a	11,18±1,85 ^a	0,92±0,26 ^a	0,57±0,19 ^a
	Különbőség	19,94	10,24	6,14	0,03	3,18	0,06	0,29

a,b: A különböző kisbetűvel jelölt értékek azonos oszlopon és azonos szakaszon belül minimum $p < 0,05$ szignifikánsan különböznek egymástól (14).

Table 4. Effect of feeding mother liquor on volatile fatty acid content of rumen fluid

Section (1); time of sampling (2); total volatile fatty acid (3); acetic acid (4); propionic acid (5); i-butyric acid (6); n-butyric acid (7); i-valeric acid (8); n-valeric acid (9); control (10); before feeding (11); 3 hours after feeding (12); experiment 1 (1 kg mother liquor) and 2 (2 kg mother liquor) (13); a,b: values with different lower case letters within the same columns and sections differ significantly at minimum $p < 0,05$ level (14)

5. táblázat

A bendőfolyadék illózsírsav-tartalmának alakulása anyalúg etetésekor

Szakasz (1)	A mintavétel ideje (2)	Összes illózsírsav mmol/l (3)	Ecetsav C ₂ (4)	Propionsav C ₃ (5)	C ₂ C ₃	i-valsav C4i (6)	n-valsav C4n (7)	i-valeriánsav C5i (8)	n-valeriánsav C5n (9)
			moláris részarány, % (10)			moláris részarány, % (10)			
Kontroll (11)	Etetés előtt (12)	102,4±19,23 ^a	72,17±3,09 ^a	15,96±1,51 ^b	4,52±0,59 ^a	0,43±0,12 ^a	10,12±2,35 ^a	0,82±0,23 ^a	0,49±0,35 ^b
	Etetés után 3 órával (13)	111,34±20,09 ^a	72,24±1,50 ^a	16,80±1,56 ^a	4,3±0,46 ^a	0,38±0,07 ^a	9,30±1,15 ^a	0,68±0,21 ^a	0,59±0,20 ^a
1. Kísér- leti 1,0 kg anyalúg (14)	Etetés előtt (12)	87,18±16,65 ^b	71,29±1,56 ^b	18,92±1,72 ^b	3,77±0,38 ^a	0,41±0,07 ^a	8,30±1,48 ^b	0,72±0,11 ^b	0,36±0,05 ^b
	Etetés után 3 órával (13)	119,46±10,17 ^a	66,91±1,83 ^a	21,46±1,76 ^a	3,12±0,33 ^b	0,31±0,04 ^a	9,81±1,10 ^a	0,74±0,14 ^a	0,77±0,19 ^a
2. Kísér- leti 2,0 kg anyalúg (14)	Etetés előtt (12)	90,25±17,81 ^b	71,1±1,30 ^b	18,45±2,02 ^b	3,85±0,50 ^a	0,39±0,07 ^a	8,80±1,52 ^b	0,94±0,23 ^a	0,31±0,05 ^b
	Etetés után 3 órával (13)	110,19±11,96 ^a	67,59±2,29 ^a	20,59±2,57 ^a	3,28±0,51 ^b	0,34±0,03 ^a	10,13±1,15 ^a	0,83±0,21 ^a	0,51±0,15 ^a

a,b: Az eltérő kisbetűvel jelölt értékek azonos oszlopon és azonos szakaszon belül minimum $p < 0,05$ szinten szignifikánsan különböznek egymástól (15)
 Table 5. Effect of feeding mother liquor on volatile fatty acid content of rumen fluid

Section (1); sampling time (2); total volatile fatty acid (3); acetic acid (4); propionic acid (5); i-butyric acid (6); n-butyric acid (7); i-valeric acid (8); n-valeric acid (9); molar ratio (10); control (11); before feeding (12); 3 hours after feeding (13); experiment 1 (1.0 kg mother liquor) and 2 (2.0 kg mother liquor) (14); a,b: values with different lower case letters within the same columns and sections differ significantly at minimum $p < 0,05$ level (15)

A bendőfolyadék pH-ja a reggeli etetést követően a beinduló illózsírsav termelés eredményeként valamennyi szakaszban csökkent (6. táblázat). A pH csökkenésben az anyalúg enyhén savas kémhatása (pH 6,0-6,2) is közrejátszik. A csökkenés a kontroll szakaszban volt a legkisebb, minthogy ebben a szakaszban volt a bendőfolyadékban a legkisebb az illózsírsav-tartalom. Az anyalúg etetés eredményeként megnövekedett illózsírsav-tartalom pH-t csökkentő hatását a kísérleti szakaszokban keletkező többlet NH_3 részben ellensúlyozta, ezért a bendőfolyadék pH-ja ezekben a szakaszokban sem csökkent a fiziológiás zóna alsó határa alá. Az eredmények azt igazolják, hogy az anyalúg NPN anyagainak nagyobb része az etetést követő első órában lebomlik, ekkor mértük ugyanis a bendőfolyadékban a legnagyobb NH_3 -koncentrációt (6. táblázat). A bendőfolyadék NH_3 -tartalma a két kísérleti szakaszban az etetést követő első három órában végig szignifikánsan nagyobb a kontroll szakaszban mért értékeknél. A napi 2 kg-os anyalúg adag az etetést követő első órában már tízszeresre növelte a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát, ami már megnöveli az ammóniotoxikózis előfordulásának veszélyét. Az állatok között ebben a tekintetben fennálló szórás tovább növeli az ammóniotoxikózis előfordulásának lehetőségét. Kutas (1987) szerint a bendőfolyadék ammóniatartalma 8-16 mmol/l, az 50-60 mmol/l felső határnak tekinthető.

A bendőfolyadék NH_3 -tartalma az etetést követő első órát követően valamennyi szakaszban fokozatosan csökkent, ami azzal áll összefüggésben, hogy az NH_3 egy része mikrobafehérje szintézis céljára használdik fel, illetve felszívódik a bendőből. A két NH_3 -mennyiség egymáshoz viszonyított aránya számos tényező függvénye.

Annak ellenére, hogy mikrobás fermentációval napjainkban a világon 2 millió tonnát meghaladó mennyiségű aminosavat állítanak elő, az ennek során keletkező melléktermék takarmányozási célú hasznosításáról csak kevés tudományos igényű publikáció található a szakirodalomban. Broderick és mtsai (2000) két, holstein fríz tehenekkel végzett kísérletben három fermentációs melléktermék (Bio-Chlor, Fermenten, Proteferm), valamint a karbamid tehenek tejtermelésére, a tej összetételére, a bendőfolyadék néhány fontos paraméterére, továbbá a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségére gyakorolt hatását vizsgálták. A kontroll csoport TMR-je a fermentációs melléktermékek, illetve a karbamid helyett szójadarát tartalmazott. A kontroll csoport teheneinek 3,5% zsírtartalmú tejjre korrigált tejtermelése szignifikánsan nagyobb volt a kísérleti csoportok termelésénél. A tejjel termelt zsír- és fehérjetartalom tekintetében a kontroll csoport ugyancsak megelőzte a fermentációs mellékterméket fogyasztó kísérleti csoportokat. Ugyanakkor a fermentációs melléktermék helyett karbamidot fogyasztó csoport sem a 3,5% zsírtartalomra korrigált tejtermelés, sem tejének összetétele szempontjából nem különbözött szignifikánsan a fermentációs mellékterméket fogyasztó kísérleti csoportok eredményeitől. A fermentációs mellékterméket fogyasztó tehenek teje azonban szignifikánsan kevesebb karbamidot tartalmazott.

A bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyisége ugyancsak a szójadarát fogyasztó csoportban volt a legtöbb. Ez utóbbi megállapítást megerősíti Van Kessel és Russel (1996) egy korábbi in vitro kísérletének az az eredménye, mely szerint a vegyes bendőbeli baktérium populáció gyorsabban fejlődik, amikor táptalaja enzimesen hidrolizált kazein-szójafehérje keveréket is tartalmaz, mint amikor csak ammónia-nitrogén áll a baktériumok rendelkezésére.

A bendőfolyadék kísérletemben vizsgált paraméterei az NH_3 kivételével szám-

6. táblázat

A bendőfolyadék pH értékének és NH₃-tartalmának alakulása anyalúg etetésekor

Minta- vétel ideje (1)	pH			NH ₃ (mmol/liter)		
	Kontroll (2)	1. Kísérleti 1,0 kg anyalúg (3)	2. Kísérleti 2,0 kg anyalúg (3)	Kontroll (2)	1. Kísérleti 1,0 kg anyalúg (3)	2. Kísérleti 2,0 kg anyalúg (3)
	szakasz (4)			szakasz (4)		
Etetés előtt (5)	6,67±0,1 ^a	6,78±0,2 ^a	6,81±0,2 ^a	2,30±1,21 ^{bC}	3,67±1,06 ^{bB}	5,24±0,92 ^{bA}
Etetés után (6)	1 órával (7)	6,71±0,1 ^a	6,64±0,27 ^a	3,66±1,71 ^{dB}	31,57±5,71 ^{aC}	52,64±9,35 ^{aA}
	2 órával (7)	6,46±0,21 ^b	6,37±0,2 ^b	2,90±1,62 ^{abC}	19,74±9,00 ^{cB}	25,23±8,41 ^{cA}
	3 órával (7)	6,18±0,22 ^c	5,90±0,21 ^c	1,26±0,93 ^{cC}	12,48±6,43 ^{dB}	17,61±5,77 ^{dA}

a,b,c,d: A különböző kisbetűvel jelölt értékek azonos oszlopon belül minimum p<0,05 szinten szignifikánsan különböznek egymástól (8)
A,B,C: A különböző nagybetűvel jelölt értékek az NH₃ esetében azonos soron belül minimum p<0,05 szinten szignifikánsan különböznek egymástól (9)

Table 6. Effect of feeding mother liquor on pH and NH₃ content of rumen fluid
time of sampling (1); control (2); experiment 1 (1.0 kg mother liquor) and 2 (2.0 kg mother liquor) (3); section (4); before feeding (5); after feeding (6);
1, 2 or 3 hours (7); a,b,c,d: values with different lower case letters within the same columns differ significantly at minimum p<0,05 level (8); A,B,C:
values with different upper case letters within the same rows differ significantly at minimum p<0,05 level (9)

szerűleg jól egyeznek *Broderick és mtsai* (2000) által megállapított értékekkel. Az NH_3 -tartalom tekintetében az eltérés azzal magyarázható, hogy az általam etetett mellékterméknek nagyobb volt a N-tartalma.

A bendőfolyadék összes illózsírsav tartalmát *Broderick és mtsai* (2000) kísérletében a fermentációs melléktermékek a szójadarához képest nem növelték, ugyanakkor a legnagyobb karbamid etetésekor volt a bendőben az illózsírsav-tartalom. A szójadara etetésekor viszont csökkent a bendőfolyadékban a propionsav mennyisége, ami előnyösen tágtította a bendőben az ecetsav-propionsav arányt. A vizsgált bendőfolyadék paraméterekkel kapcsolatban azonban meg kell jegyezni, hogy *Broderick és mtsai* (2000), valamint saját vizsgálati eredményeimet nehéz összehasonlítani, mert *Broderick és mtsai* az etetést követően ugyan 5 különböző időpontban vettek bendőfolyadék mintát, de publikációjukban paraméterenként csak 1 időpontban vett minta eredményét közlik.

Idehaza *Bokori és mtsai* (1992) a fermentáció útján történő lizin előállítás melléktermékét (Protoferm) etették tejelő tehenekkel és hízómarhákval. A napi 1 liter mennyiségben etetett Protoferm nem befolyásolta kedvezőtlenül sem a tehenek, sem a hízómarhák anyagforgalmát, sőt javította az állatok N-ellátását. A napi 2 liter Protoferm adag növelte (megduplázt) a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát, továbbá átmenetileg csökkentette a bendőfolyadék és a vér pH-ját. Napi 3,0 liter Protoferm két részletben történő etetése 4-7%-kal csökkentette a tehenek termelését, valamint a hízómarhák testtömeg-gyarapodását.

Kísérleti eredményeim, nevezetesen a helyes anyalúg adagnak a bendő mikrobiális aktivitására, továbbá a bendőfolyadék illózsírsav-tartalmára gyakorolt kedvező hatása, együtt azokkal az irodalomban található megállapításokkal, hogy az NPN anyagokkal együtt adagolt aminosavak javítják az NPN anyagokkal elérhető eredményeket, arra engednek következtetni, hogy az anyalúg optimális adagban etetve eredményesen használható fel a szarvasmarhák takarmányozásában. Ennek bizonyítására azonban további kísérletekre van szükség.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett kísérletek eredményei alapján az alábbi következtetések fogalmazhatók meg:

Az anyalúg N-tartalmú anyagait a bendő mikrobiális hasznosítani tudják, aminek következtében javul a bendő mikrobiális aktivitása, szignifikánsan növekszik a bendőfolyadék összes illózsírsav-tartalma, javul az állatok energiaellátása.

Az anyalúg N-tartalmú anyagai amidanyagok, amelyeket a bendőbaktériumok rövid idő alatt lebontanak, aminek következtében a bendőfolyadék NH_3 -tartalma már az etetést követő első órában jelentős mértékben megemelkedik. Az ammóniatoxikózis megelőzése céljából ezért kifejtett szarvasmarhával se etessünk 1 kg-nál több anyalúgot.

Az anyalúg a bendőfolyadék propionsav-tartalmát az ecetsavtartalomnál nagyobb mértékben növeli meg, aminek következtében szűkül a bendőfolyadékban az ecetsav-propionsav arány, ami a hízómarhák számára kedvező. Ettől függetlenül az anyalúg tejelő tehenekkel is etethető. Tehenek esetében azonban anyalúg etetésekor fokozottan ügyelni kell az állatok strukturális nyersrost ellátására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bokori J. – Fekete S. – Andor Á. – Stanislav L. (1992): A lizingyártási melléktermék (Protoferm vagy CMS) takarmányértéke és használatának lehetősége az állatok takarmányozásában. MÁL., 8. 395-402
- Broderick, G.A. - De Leon, N. – Nakamura, Y. (2000): Potential of Fermentation Byproducts as Nitrogen Supplements for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci., 83. 2548-2556.
- Fekete E. – Karafás L. (2013): Ipari biotechnológia. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar
- Horváth Z. (1979): Állatorvosi klinikai laboratóriumi vizsgálatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Kutas F. (1987): A bendő nitrogén-anyagcseréje – In Bryd, E: A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Magyar Takarmánykódex II. kötet (1990). Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet
- Schmidt J. (2015): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, 451. 41.
- Van Kessel, J.S. - Russel, J.B. (1996): The effect of amino nitrogen on the energetics of ruminal bacteria and its impact on energy spilling. J. Dairy Sci., 7. 1237-1243.

Érkezett: 2016. szeptember

Szerző címe: Tóth T.
Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Author's address: Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
H-9200 Mosonmagyaróvár Vár 4.
toth.tomi@sze.hu

EFSA HÍREK

A genetikailag módosított CGMCC 3703 E. coli törzs által termelt L-treonin takarmánykiegészítőként történő alkalmazása nem jelent kockázatot az állatok, a fogyasztók és a környezet számára. (EFSA Journal 2016; 14(1):4344)

A Na-szelenit biztonságos és hatékony szelénforrás haszonállatok részére. Ha engedélyezett dózisban etetik nem jelent kockázatot a fogyasztók számára. Nem megfelelő adagban alkalmazva irritálja a bőrt,

a szemeket, valamint a légzőszerveket. Helyes alkalmazása nem befolyásolja a talaj, a talajvíz és a felszíni vizek összetételét. (EFSA Journal 2016; 14(2):4398)

Takarmánykiegészítőként etetett öt mangánvegyületet vizsgáltak, engedélyezett dózisban mindegyik biztonságosnak bizonyult a fogyasztók és az érintett állatfajok szempontjából. Figyelembe kell venni a vegyületek szem és légzőszervi irritáló hatását. (EFSA Journal 2016; 14(2):4395)