

DRENCS KÉSZÍTMÉNYEK ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA A BENDŐFERMENTÁCIÓ ALAKULÁSÁRA TEHENEKNÉL

TÓTHI RÓBERT – KACSALA LÁSZLÓ – PÓSA ROLAND – HÚTH BALÁZS – VIDA SÁNDOR
– KOMLÓSI BALÁZS – TÓTH TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a modellvizsgálatban, rostforrásokban gazdag takarmányozási körülmények mellett, három, bendőkanüllel ellátott nem termelő Holstein-fríz tehénnel, több komponensű (kalcium-propionát, nátrium-hidrogénkarbonát, vitaminok, aminosavak, élesztő) drencs készítmény alacsony (500 g/tehén/nap) és nagy dózisu (1000 g/tehén/nap) alkalmazásának hatását értékelték a bendőfermentáció néhány paraméterére. Az alkalmazott drencs készítményeket langyos vízben feloldva közvetlenül a kanülon keresztül a bendőbe juttatták, míg a kontroll kezelés során csak langyos vizet alkalmaztak. Naponta három alkalommal, közvetlenül a reggeli etetés előtt, majd utána 3 és 6 órával a bendőkanülon át kb. 150 ml mintát vettek a bendőfolyadékából, majd mérték annak pH-ját, továbbá illózsírsav- és ammóniakoncentrációját. A bendőfermentációs vizsgálatok során tesztelt alacsony és nagy dózisu készítmény hatására az etetést követő 3 és 6 órával vett bendőfolyadék-mintákban a kontroll kezeléshez viszonyítva a bendőfolyadék pH-ja szignifikánsan nőtt ($p < 0,05$), az ammónia koncentráció szignifikáns mértékben csökkent ($p < 0,05$). A nagy dózisu kiegészítés az etetést követően a kontroll és az alacsony dózisu kezelésekhöz képest szignifikánsan növelte a bendőfolyadék ecetsav moláris arányát ($p < 0,05$). Ezzel ellentétben, a kontrollhoz viszonyítva az etetést követően a drencs készítmények szignifikáns mértékben ($p < 0,05$) csökkentették a propionsav és a vajsav moláris arányát. A szerzők szerint a drencs készítményekkel végzett vizsgálatokat célszerű lenne az ellés körüli időszakban alkalmazott, abrakban gazdag takarmányozás mellett is elvégezni.

SUMMARY

Tóthi, R. – Kacsala, L. – Pósa, R. – Húth, B. – Vida, S. – Komlósi, B. – Tóth, T.: EFFECTS OF DRENCH SUPPLEMENTATION ON RUMEN FERMENTATION OF COWS

In the model experiment three non-lactating, rumen cannulated Holstein Frisian cows in fibre-rich diets were used to study the effect of a drench supplement (incl. Ca-propionate, sodium-bicarbonate, vitamins, amino acids, yeast-*Saccharomyces cerevisiae*) with low (500 g/cow/day) and high doses (1000 g/cow/day) on some parameters of rumen fermentation. During the experimental phases, the drench supplements were dissolved in warm water and drenched via the rumen cannula, while only warm water was used during the control treatment. Three times a day, just before the morning feeding, and then 3 and 6 hours after that, about 150 ml of rumen fluid was collected via rumen cannula and pH, volatile fatty acid and ammonia concentrations were measured. The low and high dose drench supplements in the samples taken 3 and 6 hours after feeding, increased the pH of the rumen fluid significantly ($p < 0.05$) compared to control treatment and reduced the ammonia concentration ($p < 0.05$). High-dose drench supplement significantly increased the molar proportions of acetic acid in the rumen fluid compared to control and low-dose drench treatments after feeding ($p < 0.05$). In contrast, after feeding, the drench supplements significantly reduced the molar proportions of propionic acid and butyric acid compared to the control ($p < 0.05$). The results of the rumen fermentation study should be evaluated under operating conditions in addition to the concentrate rich feeding in postpartum period.

BEVEZETÉS

Az ellés körüli, vagy tranzíciós időszak, amely az előkészítő és a fogadó szakaszt foglalja magában, a tejelő tehen termelési ciklusában a legtöbb kihívással együtt járó periódus (Grummer, 1995). Ezen időszak alatt a tehenek jelentős hányada szenved egy, vagy akár több klinikai, vagy szubklinikai anyagforgalmi problémától. Ez túl korai laktációs csúcshoz, gyenge perzisztenciához és akár későbbi termékenyítéshez is vezethet (Ingvarsen, 2006). Az ellést megelőző 17 napban a tehenek szárazanyag-felvétele mintegy 28%-kal csökken (Bertics és mtsai, 1992), ami az ellés előtt két nappal 40% is lehet elsősorban a magzat gyors növekedése, valamint hormonális és egyéb élettani tényezők változása miatt (Vazquez-Anon és mtsai, 1994). A vemhesség utolsó napjaiban a tehenek szárazanyag-felvétele a testsúlyuknak már csak egy százaléka. Mindemellett az állatok energia- és fehérjeigénye fokozódik, főleg a vehem növekedése miatt, így ez a fokozott energia- és táplálóanyag igény már ellés előtt beindítja a zsírmobilizációt. A vérplazma inzulin-koncentrációja folyamatosan csökken, míg a vérplazma szabadzsírsav-koncentrációja (amely a testzsír mobilizációjából származik) fokozatosan emelkedik, főleg az utolsó három napban (Robinson és Garrett, 1999). Ebből következően már az ellés előtt negatív energiamérleg alakul ki, melynek mértéke változó lehet. Az ellés előtt közvetlenül, valamint az ellés során a tehen nem vesz fel takarmányt és nem iszik akár 8 órán keresztül, ugyanakkor hozzávetőleg 50 liter vizet és elektrolitokat is veszít.

A helyes takarmányozási menedzsment kialakításán túl azok a takarmánykiegészítők, amelyek közvetlenül az ellést követően könnyen felhasználható energiaforrást vagy táplálóanyagokat nyújtanak a tehenek számára, lehetőséget teremtenek az önkéntes takarmányfelvétel növelésére, a bendőműködés serkentésére, a negatív energiamérleg és a táplálóanyag-hiány enyhítésére, a megfelelő méhinvolúció és a perzisztencia javítására, valamint az anyagcsereforgalmi betegségek kialakulásának mérséklésére. E tekintetben a glükoneogenezist serkentő prekursorok (propilén-glikol, Na- és a Ca-propionát, glicerin) és a metil donorok (metionin, kolin, folsav) a leginkább tanulmányozott, specifikus táplálóanyagok (DeFrain és mtsai, 2005; McFadden és mtsai, 2010; Lomander és mtsai, 2012; Kass és mtsai, 2013; White és mtsai, 2016; Arshad és mtsai, 2020; Capel és mtsai, 2021; El-Kasrawy és mtsai, 2020; Jackson és mtsai, 2020; Kupczynski és mtsai, 2020; Zhang és mtsai, 2020).

A magyarországi gyakorlatban, az utóbbi években, elterjedten használnak közvetlenül az ellés után, valamint a laktáció első szakasza alatt szilárd és folyékony drencs készítményeket, elsősorban a szárazanyag-felvétel fokozására, az elektrolit-vesztés pótlására és az energiahiány mérséklésére (Tóth, 2014; Lénárt és mtsai, 2018a). Ezek a kereskedelmi forgalomban kapható drencs készítmények, amelyeket langyos vízben oldva, egy szondán keresztül, az állatok bendőjébe juttatnak, több komponensűek. Glükóz prekuzort, metil donort, valamint a bendőmikrobák számára könnyen fermentálható energiaforrást (pl. egyszerű cukrok) és a mikrobiális működést segítő egyéb adalék- és ásványianyagokat (pl. élesztő, Mg-szulfát, K-klorid, retard pufferanyagok) is tartalmaznak. Míg a főbb glükóz prekursoroknak a bendőfermentációra gyakorolt hatása (a bendőfolyadék pH-jának csökkenése, megnövekedett illózsírsav termelődés és változatlan ammónia

koncentráció mellett) a szakirodalomból ismert (*Christensen és mtsai*, 1997; *Nielsen és Ingvarsen*, 2004), addig a több összetevőből álló drencs készítményeknek közvetlenül a bendőfermentációra kifejtett hatására vonatkozóan kevés releváns szakirodalmi adat áll rendelkezésre. Modell kísérletünkben ezért több komponensű drencs készítmény alkalmazásának hatását vizsgáltuk a bendőfermentáció néhány paraméterére (pH, ammónia- és az illózsírsavak koncentrációja) vonatkozóan.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, Tan- és Kísérleti Üzemének fészkerlaki 100 férőhelyes szarvasmarha telepén végeztük, három, a kísérletet megelőzően bendőkanüllel ellátott (Állatkísérlet engedély száma: SOI/31/01044 – 3/2017) nem termelő, Holstein-fríz tehénnel. Az életfenntartó szükségletnek megfelelő napi takarmányadagot NRC (2001) két részletben (reggel 7 és délután 13.30 órakor) etettük meg a tehénekkel (1. táblázat). A kísérlet alatt az állatok az ivóvízhez és a nyalósóhoz korlátozás nélkül hozzáfértek.

A vizsgálati szakaszokban a következő kezeléseket alkalmaztuk: kontroll (drencselés nélkül, K), alacsony dózisú drencs készítmény (500 g/tehén/nap, A-kezelés), nagy dózisú drencs készítmény (1000 g/tehén/nap, B-kezelés). Az alkalmazott drencs készítményeket reggel 7 órakor közvetlenül az etetés előtt 2-3 liter langyos vízben ($36 \pm 1^\circ\text{C}$) feloldottuk és a kanülön keresztül a bendőbe juttattuk, míg a kontroll kezelés során csak langyos vizet (3 liter) alkalmaztunk, kiegészítés nélkül (2. táblázat). A drencs készítmény komponenseit a 3. táblázatban adtuk meg. A kísérleti kiegészítő takarmányokat az ADEXGO Kft. (Balatonfüred) biztosította.

A napi takarmányadagot a mintavételezés során a drencs alkalmazását követően osztottuk ki az állatoknak. Kísérleti szakaszonként (K, A-kezelés és B-kezelés) 12 napos előetetés és 3 nap mintavételezés, majd ismét 7 nap előetetés és újabb 3 nap mintavételezés történt.

A vizsgálati szakaszok során naponta három alkalommal (közvetlenül a reggeli drencselés előtt, majd az etetést követően 3 és 6 óra elteltével) a kanülön át speciális mintavevő eszközzel (Bar-Diamond Inc., Parma, Idaho, USA) kb. 150 ml bendőfolyadékot gyűjtöttünk. A laboratóriumi vizsgálat során a bendőfolyadék kémhatását Metrohm 744 típusú (Metrohm AG, Herisau, Svájc) digitális pH-mérővel mértük. Az ammóniatartalom meghatározásához Orion 4 Star pH és iontartalom mérő készüléket használtunk, ammóniaszelektív elektróddal (Thermo Scientific, Beverly, USA). A rövid szénláncú zsírsavakat (ecetsav, propionsav, i- és n-vajsav, i- és n-valeriansav) gázkromatográfiás vizsgálattal határoztuk meg. Az első lépésben a mintákat centrifugáltuk 10 percre 6000 fordulat/perc sebességen. Ezt követően a felülúszókból 0,5 ml-t mértünk 0,5 ml 85%-os orto-foszforsavat tartalmazó 10 ml-es mérőlombikokba, majd a mérőlombikokat ultra tiszta vízzel jelle töltöttük. A lombikok tartalmából 1,7 ml-t 4 ml-es, csavaros tetejű fiolákba mértünk és ehhez 2 ml dietil-étert adtunk. Az üveg tartalmát kézzel, 40 másodpercre ráztuk, majd a felső, éteres fázisból megfelelő mennyiséget 1,5 ml-es, szeptumos üvegbe mértünk. Az éteres fázis rövid szénláncú zsírsav tartalmát GC-FID készülékkel, 5 pontos standardsorral szemben mértük. A méréshez Shimadzu gyártmányú GC-2010 gázkromatográfot használtunk lángionizációs detektorral. Az injektor hőmérséklete: 160°C , injektálási mód: Split. Split arány: 20. Injektált térfogat: 3 μl .

1. táblázat

A kísérlet során etetett takarmányadag komponensei, számított energiatartalma és vizsgált kémiai összetétele

Tétel (1)	
<i>A takarmányadag komponensei, kg/nap (2)</i>	
Réti széna (3)	10,0
Búzaszalma (4)	1,0
Tejelő abrakkeverék ¹ (5)	0,5
<i>Kémiai összetétel, g/kg szárazanyag (6)</i>	
Nyersfehérje (7)	116,0
Nyerszsír (8)	29,2
Nyersrost (9)	298
Neutrális detergens rost (10)	592
Savdetergens rost (11)	365
Keményítő (12)	36,5
Cukor (13)	45,7
Nyershamu (14)	76,6
NE _i , MJ/kg szárazanyag ² (15)	5,47

¹Vitafort Zrt., Dabas ("533-614", szárazanyag: 88,00%; nyersfehérje: 16,00%; NE, MJ/kg: 6,74; nyersrost: 5,00%; nyerszsír: 2,90%; hamu: 8,30%; keményítő tartalom: 42,71%, cukor (összes): 2,34%, Ca: 1,71%, P: 0,57%, Na: 0,66%, Mg: 0,37%, A-vitamin: 22.800 NE/kg, D-vitamin: 4.500 NE/kg, E-vitamin: 128 mg/kg)

²számított érték

¹Vitafort Co., Dabas ("533-614", dry matter: 88.00%, crude protein: 16.00%, NE, MJ kg⁻¹: 6.74, crude fibre: 5.00%, ether extract: 2.90%, ash: 8.30%, starch: 42.71%, sugar: 2.34%, calcium: 1.71%, phosphorus: 0.57%, sodium: 0.66%, magnesium: 0.37%, vitamin A: 22,800 NE kg⁻¹, vitamin D: 4,500 NE kg⁻¹, vitamin E: 128 mg kg⁻¹)

²calculated value

Table 1. Ration ingredients, calculated energy content and analysed nutrient composition of the diet

item (1); ingredient composition, kg/nap (2); meadow hay (3); wheat straw (4); concentrate for dairy cows (5); chemical composition, g/kg of DM (6); crude protein (7); ether extract (8); crude fibre (9); neutral detergent fibre (10); acid detergent fibre (11); starch (12); sugar (13); ash (14); net energy for lactation MJ kg⁻¹ DM (15)

Vivőgáz típusa: hélium (5.0-s tisztaságú). Fejnyomás: 75 kPa. Lineáris sebesség: 43,3 cm/sec. Oszlop típusa és adatai (hossz, belső átmérő, filmvastagság): Varian FFAP-CB (25 m, 0,32 mm, 0,3 µm). Hőfok program: 70 °C (0 percig), 10 °C/perc emelés 150 °C-ig. Detektor hőmérséklete: 220 °C.

A heti rendszerességgel gyűjtöttünk takarmánymintákat és meghatároztuk azok szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, neutrális detergens rost-, savdetergens rost-, hamu-, keményítő- és cukortartalmát a Magyar Takarmánykö-dexben (2004) javasolt módszerekkel.

2. táblázat

A kísérletben alkalmazott kezelések

	Drench készítmény (1)	Előzetési szakasz (2)	Mintagyűjtési szakasz (3)	Előzetési szakasz (2)	Mintagyűjtési szakasz (3)
Kezelés (4)		nap (5)			
Kontroll (6)	-	12	3	7	3
A (kísérleti) (7)	500 g				
B (kísérleti) (8)	1000 g				

Table 2. Trial design

drench (feed supplements) (1); adaptation period (2); experimental period (3); treatment (4); day (5); control (6); A (experimental) (7); B (experimental) (8)

3. táblázat

A kísérleti drench készítmény komponensei

Komponensek (1)	
Alapkomponensek (2)	kalcium-propionát (3), dextróz (4), tejsavó permeátum (5) maltodextrin (6), tejsavó-fehérje koncentrátum (7), NaCl (8), nátrium-hidrogénkarbonát (9), kukorica-keményítő (10), zselatin (11), szacharóz (12)
Vitaminok (13)	E vitamin (5 000 mg/kg) (14), β -karotin (500 mg/kg) (15) niacin (5 000 mg/kg) (16), biotin (4 mg/kg) (17)
Aminosavak (18)	L-lizin-HCl (60 000 mg/kg) (19), DL-metionin (20 000 mg/kg) (20)
Antioxidánsok (21)	aszkorbil-palmitát (22)
Csomósodást gátló adalékanyag (23)	szilícium-dioxid (24)
Bélflóra stabilizáló (25)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (15×10^6 CFU/g) (26)
Aromaanyag (27)	aromaanyagok keveréke (28)

Table 3. Ingredient of the experimental drenches

ingredients (1); main components (2); Ca-propionate (3); dextrose (4); permeate (5); maltodextrin (6); milk protein concentrate (7); sodium-chloride (8); sodium-bicarbonate (9); maize starch (10); gelatine (11); saccharose (12); vitamins (13); vitamin E (14); beta-carotene (15); niacin (16); biotin (17); amino acids (18); L-lysine-HCL (19); DL-methionine (20); antioxidants (21); ascorbyl palmitate (22); anti-caking agent (23); silicon-dioxide (24); gut flora stabilizer (25); yeast-*Saccharomyces cerevisiae* (26); aroma (27); aroma mixture (28)

Az eredmények statisztikai értékelését az SPSS 26.0 for Windows programmal (IBM, Armonk, NY) végeztük (Kolmogorov-Smirnov teszt, Levene-teszt, egytényezős varianciaanalízis, nem-paraméteres próbák). A választott szignifikancia szint valamennyi statisztikai elemzés esetben $p \leq 0,05$ volt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEŚÜK

A kísérletben alkalmazott drencs készítmény hatása a bendőfolyadék pH-jára, ammónia- és illózsírsav-koncentrációjára (összes illózsírsav, ecetsav, propionsav, i- és n-vajsav, i- és n-valeriánsav) az etetés előtt, az etetés után 3, illetve 6 órával vett mintákban a 4-6. táblázatban látható.

A bendőfolyadék pH értéke a kísérlet során 6,85 és 7,46 között ingadozott. Ez a szubklinikai bendőacidózisra jellemző pH érték ($<5,5$) felett van (Nocek, 1997) és elsősorban a szalastakarmányokban gazdag takarmányadagnak köszönhetően, magasabb, mint a pH 6,8-as referenciaérték (Hofírek és Haas, 2001). A kontroll szakaszban a bendőfolyadék minták pH értéke az etetés után 3 órával 7,30-ról 6,85-re csökkent az intenzív illózsírsav termelődés miatt (Nielsen és Ingvarsen, 2004), majd az etetés után 6 órával emelkedett és neutrális közeli tartományban maradt. Az A-kezelés során a nátrium-hidrogénkarbonátot is tartalmazó drencs készítmény hatására a reggeli etetés előtt, a kontrollhoz képest a pH növekedett, majd az etetést követő 3. órában a pH csökkenés mérsékeltebbé vált. A nátrium-hidrogénkarbonátnak a bendőfolyadék pH növekedésére gyakorolt szignifikáns hatását más bendőfermentációs modellvizsgálatokban is igazolták (Mao és mtsai, 2016).

4. táblázat

A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés előtt vett mintákban

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	7,30 ^b	7,38 ^{ab}	7,46 ^a	0,12
Ammónia, mg/l (4)	65,4 ^a	29,4 ^{bc}	18,9 ^c	10,71
Összes illózsírsav, mmol/l (5)	94,2 ^b	61,4 ^c	117,6 ^a	11,45
Ecetsav, % (6)	72,6 ^b	66,9 ^c	77,6 ^a	0,56
Propionsav, % (7)	17,2 ^b	20,9 ^a	15,1 ^c	0,30
Vajsav, % (8)	8,8 ^b	11,4 ^a	7,2 ^c	0,05
Izovajsav, % (9)	0,45 ^a	0,56 ^a	0,03 ^b	0,23
Valeriánsav, % (10)	0,33	nd	nd	0,02
Izovaleriánsav, % (11)	0,53 ^a	0,21 ^b	0,03 ^c	0,04

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs (500 g/tehén/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drencs (1000 g/tehén/nap)/drench (1000 g/cow/d)

^{abc}Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($p<0,05$)

^{abc}Means with different superscripts on the same row are different ($p<0.05$)

SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 4. Rumen fermentation parameters before feeding

item (1); treatment (2); control (3); ammonium, mg/L (4); total volatile fatty acids, mmol/L (5); acetic acid, % (6); propionic acid, % (7); n-butyric acid, % (8); i-butyric-acid, % (9); n-valeric acid, % (10); i-valeric acid, % (11);

A vizsgálatban alkalmazott drencs készítményekben nemcsak a nátrium-hidrogénkarbonátnak lehet kedvező hatása a bendőfolyadék pH-jára, hanem az élesztőnek (*Saccharomyces cerevisiae*) is. *Thrune és mtsai* (2009) Holstein-fríz fajtájú bendőkanüllel ellátott tehenekkel végzett vizsgálatukban naponta és egyedenként 0,5 g *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell SC20, Lallemand Animal Nutrition) etetés hatására a bendőfolyadék pH-érték szignifikáns ($p < 0,05$) növekedését tapasztalták a kezeletlen, kontrollhoz képest. Vannak más olyan kutatások is, amelyek leírták, hogy az élesztő növelheti a bendőfolyadék pH-ját, illetve stabilizálhatja azt (*Miller-Webster és mtsai*, 2002; *Jouany*, 2006). Ezzel ellentétben, más vizsgálatokban a szárított élesztő kiegészítés nem volt hatással a bendőfolyadék kémhatására (*Erasmus és mtsai*, 2005). Az etetést követő 6. órára A-kezelés esetében a bendőfolyadék pH-szintje kiegyenlítettebbé vált, mint a kontrollnál. A drencs készítmény mennyiségét B-kezelés során 500 g-ról 1000 g-ra növeltük, így valószínűleg a nagyobb mennyiségű nátrium-hidrogénkarbonát és élesztő hatására, a közvetlenül az etetés előtt vett mintákban, a nagyobb dózisú drencs kiegészítésben részesült állatok esetében, a bendőfolyadék pH-ja szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest ($p < 0,05$). A csökkenés 3, majd 6 órával az etetés után a kontrollhoz képest mérsékeltebb marad, akár csak az A-kezelés során. A kapott adatok alapján, *Lénárt és mtsai* (2018b) következtetéseivel egyetértve lehetséges, hogy a drencs-készítmény élesztőtartalma a kezelés után képes rövid időre stabilizálni a reticuloruminális pH-t.

5. táblázat

A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés után 3 órával vett mintákban

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	6,85 ^b	7,14 ^a	7,11 ^a	0,11
Ammónia, mg/l (4)	116,3 ^a	30,6 ^b	14,7 ^b	12,72
Összes illószársav, mmol/l (5)	124,1 ^b	74,0 ^c	142,3 ^a	14,46
Ecetsav, % (6)	60,2 ^c	65,4 ^b	73,7 ^a	0,69
Propionsav, % (7)	25,9 ^a	21,3 ^b	16,8 ^c	0,44
Vajsav, % (8)	12,8 ^a	13,1 ^a	9,4 ^b	0,25
Izovajsav, % (9)	0,14	0,13	nd	0,01
Valeriánsav, % (10)	0,74	nd	nd	0,04
Izovaleriánsav, % (11)	0,15	nd	nd	0,01

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs (500 g/tehén/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drencs (1000 g/tehén/nap)/drench (1000 g/cow/d)

^{abc}Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($p < 0,05$)

^{abc}Means with different superscripts on the same row are different ($p < 0.05$)

SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 5. Rumen fermentation parameters after 3 hours feeding

(1)-(11) as in Table 4

A bendőben keletkező ammónia az aminosavakból és a különböző NPN (nem-fehérje nitrogén) anyagok bendőbeli mikrobiális lebontásából származhat. Kísérletünkben a bendőmikrobák által termelt ammónia mennyisége, a kontroll minták esetében, az etetés után 3 órával hirtelen megnövekedett 65,4 mg/l-ről 116,3 mg/l-re, majd a 6 órás mintában jelentősen lecsökkent 44,8 mg/l-re. A drenccselés hatására kisebb ammóniakoncentrációt mértünk a bendőfolyadékban, az etetés előtti és az etetés utáni 3 és 6 órás mintákban egyaránt. A bendőfolyadék ammóniatartalma a 3 órás kontroll mintákban 116,3 mg/l volt, míg a B-kezelés hatására 14,7 mg/l-re csökkent ($p < 0,05$). Az etetést követően 6 órával vett mintákban a kontroll esetében az ammóniatartalom 44,8 mg/l volt, ugyanakkor az A-kezelés során 9,0 mg/l-re, a B-kezelésben 5,6 mg/l-re csökkent, ami jelentős különbségnek tekinthető ($p < 0,05$). A szakirodalom szerint a bendőbeli átlagos ammóniakoncentráció alacsonyabb értéket mutat élesztő etetését követően (Harrison és mtsai, 1988; Erasmus és mtsai, 1992), amit a szerzők azzal magyaráznak, hogy a serkentett mikrobiális aktivitás közvetlen hatásaként megnő az ammónia felhasználás és az ammónia mikrobiális fehérjébe való beépítése (Williams és Newbold, 1990). A mikrobafehérje szintézishez szükséges ammónia mennyiséget illetően igen különböző adatok találhatók az irodalomban. Tamminga (1980) szerint legalább 60 mg/l ammónia szükséges a bendőfolyadékban a mikrobafehérje szintézishez, mivel az alacsony ammónia-szint esetében az obligát ammóniahasznosító baktériumok (pl. cellulózbontók) növekedése kisebb, ami a szénhidrátbontás és a takarmányfelvétel csökkenését idézheti elő.

A szerves anyagok fermentációja során keletkező illózsírsavak koncentrációja a bendőben elsősorban a mikrobák szaporodásától és anyagcsere intenzitásától függ, melyekre jelentős hatással van a bendőfolyadék kémhatása, amit – többek között – a drenccs készítmény összetevői közül a bendőpuffer (nátrium-hidrogén-karbonát) és az élesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) is befolyásolhat.

Az A-kezelés hatására az összes illózsírsav mennyisége szignifikánsan ($p < 0,05$) alacsonyabb értéket mutatott a kontroll mintákhoz viszonyítva, mind az etetés előtti mintákban, mind az etetés után 3 órával és az etetés után 6 órával is, míg B-kezelés esetében ez a paraméter minden mintavételi időpontban szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb volt, mint a kontroll, vagy az A-kezelés esetében. Növekvő mennyiségű élesztőt (*Saccharomyces cerevisiae*, strain 47) etetve Dolezal és mtsai (2005) szintén a bendőfolyadék összes illózsírsav tartalmának növekedéséről számoltak be. A drenccs kiegészítésben részesülő tehenek bendőfolyadék mintáinak összes illózsírsav tartalma az etetést követő 3 és 6 óra időpontban alig változott, vagyis a mikrobiális aktivitás kiegyensúlyozottabb volt, mint a kontrollnál.

Az ecetsav a bendőben a legnagyobb mennyiségben képződő illózsírsav. A gyakorlatban a szárazonállás időszaka alatt a tehenek rendszerint olyan takarmányadagot fogyasztanak, amely alapvetően tömegtakarmányokból áll, következésképp rosttartalma (nyersrost, NDF-, ADF-frakció) nagyobb, mint a tranzíciós időszakban (előkészítő és fogadó csoport), illetve a laktáció első szakaszában etetett adagnak. Így a szárazonállás időtartama alatt a bendő mikrobiálfőréja adaptálódik a kevés keményítő és cukorszerű szénhidrátokat tartalmazó adaghoz. Ennek következtében főleg a rostbontó (cellulolitikus) baktériumok szaporodnak el és ecetsavat termelnek. A baktériumpopulációban a keményítőbontó (amilolitikus) baktériumok száma kevés. Mivel az amilolitikus baktériumok tejsavat is termelnek,

a számuk csökkenésével azoknak a baktériumoknak a száma is csökken, amelyek a tejsavat képesek hasznosítani (Goff, 1999). Vizsgálatunkban az etetést követően 3 órával vett bendőfolyadék mintákban az ecetsav moláris aránya a drencs kiegészítés hatására szignifikáns mértékben növekedett ($p < 0,05$) a kontrollhoz képest. Az A-kezelés esetén, azaz az alacsonyabb részarányú (500 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében az ecetsavtermelés az etetést követően 3 órával szignifikánsan alacsonyabb volt a B-kezeléshez viszonyítva. A B-kezelés esetén az etetés után 6 órával az ecetsav tartalom a kontrollhoz képest szignifikánsan növekedett. A bendőfolyadék ecetsav moláris aránya az etetés után 6 órával 65,1% volt a kontroll szakaszban, míg a nagyobb részarányú (1000 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében 74,6% volt ($p < 0,05$).

Az ecetsavval ellentétben a bendőfolyadék propionsav moláris aránya az etetés előtt vett mintákban a kontroll szakaszhoz képest, az A-kezelés hatására szignifikánsan növekedett, míg a nagy részarányú drencs kiegészítés hatására szignifikáns csökkenést tapasztaltunk ($p < 0,05$). Az etetés után 3 órával vett bendőfolyadék mintákban a kontroll szakaszhoz képest az alkalmazott drencs kiegészítések statisztikailag igazolhatóan csökkentették a propionsav moláris arányát ($p < 0,05$). Az etetés után 6 órával vett mintákban a B-kezelés eredményezett a kontrollhoz képest szignifikánsan alacsonyabb értékeket.

A ketogén hatású vajsav moláris aránya az etetés előtt vett mintákban a kontroll szakaszhoz képest, az A-kezelés hatására szignifikánsan növekedett, míg a nagy részarányú drencs kiegészítés hatására szignifikáns csökkenést tapasztaltunk ($p < 0,05$). Az etetés után 6 órával is szignifikánsan alacsonyabb maradt a vajsav moláris aránya a B-kezelésben, a kontroll minta átlagértékéhez viszonyítva. A bendőfolyadék vajsavtartalmának csökkenése a nagyobb részarányú (1000 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében kedvező folyamatként értékelhető, hiszen a vajsav a bendő falában β -hidroxi-vajsavvá (BHB) alakul, amely anyagról ismert, hogy ketonanyag és hozzájárulhat a ketózis kialakulásához (Sun és mtsai, 2017). Pechová és Necasová (2018) szerint a vajsav-eredetű ketózis leginkább akkor fordul elő, ha az etetett takarmányadagban nagyobb a vajsav mennyisége, vagy amennyiben a napi takarmányfelvétel visszaesik. A nagyobb vajsav koncentráció leginkább az etetett tartósított tömegtakarmányoknál a nedves szilázsokban (<30% szárazanyag-tartalom), a nem stabil szilázsokban (>pH 4,8) illetve földszennyeződés (>11% hamutartalom) és megnövekedett vajsav-termelő klosztridiumfajok jelenléte esetén fordulhat elő. Említett szerzők vizsgálatukban a bendőben képződő vajsav és a vérplazma BHB-koncentrációja között szignifikáns korrelációt állapítottak meg, amit a ketózissal diagnosztizált teheneknél (a más kórfejlődés és az egyéb anyagforgalmi problémák, pl. szubakut-bendőacidózis jelenléte miatt) már nem igazoltak.

Ismert tény, hogy a bendőben lévő mikrobapopuláció hatására képződő rövid szénláncú illózsírsavak, SCFA (<C6) a kérődző állatok legfontosabb energiaforrásai. Az egyes illózsírsavak koncentrációja jelentős mértékben függ az etetett adag és a mikrobapopuláció összetételétől, a strukturális és nem strukturális szénhidrátok egymáshoz viszonyított arányától, a bendőben uralkodó egyéb tényezőktől (pl. pH, hőmérséklet stb.). Az egyes illózsírsavak (főleg ecetsav, propionsav és vajsav) koncentrációja és egymáshoz viszonyított aránya különösen fontos, mivel azok a kérődző állatok anyagcsere folyamataiban eltérően hasznosulnak (Morvay és

6. táblázat

A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés után 6 órával vett mintákban

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	6,99 ^b	7,14 ^{ab}	7,28 ^a	0,15
Ammónia, mg/l (4)	44,8 ^a	9,0 ^b	5,6 ^c	6,98
Összes illózsírsav, mmol/l (5)	109,8 ^b	74,9 ^c	141,7 ^a	11,82
Ecetsav, % (6)	65,1 ^b	66,1 ^b	74,6 ^a	0,55
Propionsav, % (7)	21,2 ^a	20,7 ^a	15,8 ^b	0,31
Vajsav, % (8)	12,9 ^a	13,1 ^a	9,6 ^b	0,27
Izovajsav, % (9)	0,08	0,09	nd	0,11
Valeriánsav, % (10)	0,49	nd	nd	0,03
Izovaleriánsav, % (11)	0,20	nd	nd	0,02

Kontroll (3)=drenccs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drenccs (500 g/tehen/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drenccs (1000 g/tehen/nap)/drench (1000 g/cow/d)

^{abc}Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($p < 0,05$)

^{abc}Means with different superscripts on the same row are different ($p < 0.05$)

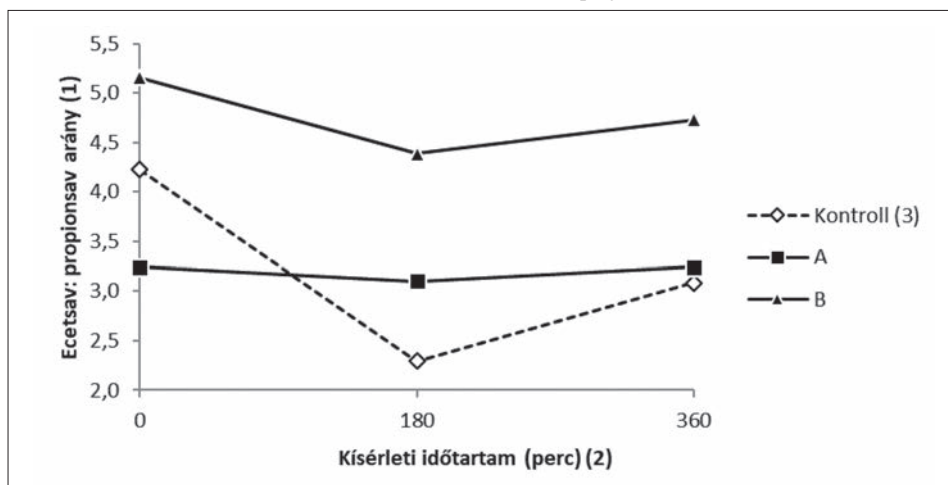
SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 6. Rumen fermentation parameters after 6 hours feeding

(1)-(11) as in Table 4

mtsai, 2011). A glükogenikus hatású propionsav (C3) a glükoneogenezis legfontosabb szubsztrátja és így pl. a nagy tejtermelésű tehenek glükóz ellátásában alapvető szerepet játszik. A nem-glükogén hatású ecetsav (C2) és vajsav (C4) a hosszú szénláncú zsírsavszintézis fontos vegyületei. Ismert az is, hogy az egyes illózsírsavak részarányának alakulása a bendőben befolyásolja a tejhozamot és a tej összetételét. Így pl. a növekvő ecetsav javítja a tej zsírtartalmát (továbbá számos közepes és hosszú szénláncú zsírsav részarányát a tejben), míg a nagyobb propionsav koncentráció az inzulinszekréció fokozásán keresztül javítja a nagy tejtermelésű tehenek szárazanyag-felvételét a laktáció első szakaszában (Allan, 2000). Éppen ezért a kapott adatok alapján számított ecetsav:propionsav (C2:C3) arány további információkat szolgáltat a kezelések anyagcsere folyamatokra gyakorolt esetleges hatásaira vonatkozóan.

Az etetés előtt, majd azt etetést követő 3 és 6 órával vett bendőfolyadék minták ecetsav:propionsav arányának (C2:C3) alakulását az 1. ábrán szemléltetjük. Megállapítható, hogy a kontroll szakaszban az etetés követően a C2:C3 arány 4,2-ről 2,3-ra szűkül, majd 3,1-re nő. Ezzel ellentétben a növekvő drenccs kiegészítés a C2:C3 arányt egyértelműen tágítja, és az etetést követően csak kisebb mértékben változtatja meg. Ez azt jelzi, hogy a kísérletünkben alkalmazott, rostban gazdagabb alaptakarmányozás mellett a drenccs kiegészítések a bendőbeli propionsavtermelés mértékét csökkentették.

1. ábra Ecetsav:propionsav ($C_2:C_3$) arány

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs1 (500 g/tehén/nap)/drench1 (500 g/cow/d)

B=drencs1 (1000 g/tehén/nap)/drench1 (1000 g/cow/d)

Figure 1. Acetate: propionate ratio ($C_2:C_3$)

acetate:propionate ratio (1); time relative to treatment (2); control (3)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A rostforrásokban gazdag takarmányozási körülmények mellett végzett modellvizsgálatban az alkalmazott drenecs-készítmény hatással volt a bendőmikróba populáció tevékenységére, emelt dózisa (naponta és egyedenként 500 g-ról 1000 g-ra) szignifikánsan növelte és a drenccselést követő 6. óráig stabilan tartotta a bendőfolyadék pH értékét. A fehérjében szegényebb, rostdús takarmányozásból és az intenzív mikrobiális tevékenységből adódóan szignifikánsan csökkent az ammónia mennyisége, a ketogén anyagok moláris koncentrációja (vajsav, valeriánsav) és növekedett az ecetsavtermelés. A bendőfermentációs vizsgálatban kapott eredményeket célszerű lenne az ellés körüli (tranzíciós) időszakban alkalmazott, abrakban gazdag takarmányozás mellett, üzemi vizsgálatokban is értékelni, pl. a vérplazma béta-hidroxi-vajsav szintjének vizsgálatán keresztül, ez ugyanis az anyagforgalmi zavarok (pl. szubklinikai és klinikai ketózis) megelőzésében nagy jelentőséggel bír. A drenecs készítmények bendőfolyadék pH-jára kifejtett pozitív hatását a tranzíciós időszakban szintén érdemes lehet tanulmányozni, mivel a nagyobb adagú abraketetés negatív hatásai ekkor fokozottabban jelentkezhetnek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A modellvizsgálat elvégzésében nyújtott technikai segítségüket köszönjük a MATE Kaposvári Campus munkatársainak (Nagy Gergely, Bukovics Ildikó, Horváth Szabolcs, Rábai Ildikó, Gura Tamás).

Az elvégzett kísérlet a GINOP-2.1.1.-15-2015-00560 projekt támogatásával készült. A projekt Európai Unió támogatásból, a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program keretében valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Allan, M. S (2000): Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 83. 1598-1624.
- Arshad, U. – Zenobi, M. G. – Staples, C. R. – Santos, J. E. P. (2020): Meta-analysis of the effects of supplemental rumen-protected choline during the transition period on performance and health of parous dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 103. 282-300.
- Bertics, S. J. – Grummer, R. R. – Cadorniga-Valino, C. – Stoddard, E. E. (1992): Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.*, 75. 1914-1922.
- Brydl, E. (1987): A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Capel, M. B. – Bach, K. D. – Mann, S. – McArt, J. A. A. (2021): A randomized controlled trial to evaluate propylene glycol alone or in combination with dextrose as a treatment for hyperketonemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 104(2):2185-2194. doi: 10.3168/jds.2020-19111.
- Christensen, J. O. – Grummer, R. R. – Flemming, E. R., – Bertics, S. J. (1997): Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.*, 80. 563-568.
- DeFraen, J. M. – Hippen, A. R. – Kalscheur, K. F. – Patton, R. S. (2005): Effects of feeding propionate and calcium salts of long-chain fatty acids on transition dairy cow performance. *J. Dairy Sci.*, 88. 983-993.
- Dolezal, P. – Dolezal, J. – Trinacty, J. (2005): The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation in dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 50. 503-510.
- El-Kasrawy, N. – Swelum, A. A. – Abdel-Latif, M. A. – Alsenosy A. El-W. – Beder, N. A. – Alkahtani, S. – Abdel-Daim, M. M. – Abd El-Aziz, A. H. (2020): Efficacy of different drenching regimens of gluconeogenic precursors during transition period on body condition score, production, reproductive performance, subclinical ketosis and economics of dairy cows. *Animals*, 10. 937. <https://doi.org/10.3390/ani10060937>.
- Erasmus, L. J. – Botha, P.M. – Kistner, A. (1992): Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75. 3056-3065.
- Erasmus, L. J. – Robinson, P. H. – Ahmadi, A. – Hinders, R. – Garrett, J. E. (2005): Influence of prepartum and postpartum supplementation of a yeast culture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 122. 219-239.
- Goff, J. P. (1999): The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Vet. J.*, 176. 50-57.
- Grummer, R. R. (1995): Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 73. 2820-2833.
- Harrison, G. A. – Hemken, R. W. – Dawson, K. A. – Harmon, R. J. – Barker, K. B. (1988): Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci.*, 71. 2967-2975.

- Hofírek, B. – Haas, D. (2001): Comparative studies of ruminal fluid collected by oral tube or by puncture of the caudoventral ruminal sac. *Acta Vet. Brno*, 70. 27-33.
- Ingvartsen, K. L. (2006): Feeding- and management-related diseases in the transition cow. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 126. 175-213.
- Jackson, T. D. – Carmichael, R. N. – Deter, E. L. – Messersmith, E. M. – VanValin, K. R. – Loy, D. D. – Hansen, S. L. (2020): Comparison of multiple single-use, pulse-dose trace mineral products provided as injectable, oral drench, oral paste, or bolus on circulating and liver trace mineral concentrations of beef steers. *Appl. Anim. Sci.*, 36. 26-35.
- Jouany, J. P. (2006): Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci., Special Issue: Nutrition and Fertility in Dairy Cattle*, 96. 250-264.
- Kass, M. – Ariko, T. – Samarütel, J. – Ling, K. – Jaakson, H. – Kaart, T. – Arney, D. – Kart, O. – Ots, M. (2013): Long-term oral drenching of crude glycerol to primiparous dairy cows in early lactation. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 184. 58-66.
- Kupczyński, R. – Szumny, A. – Wujcikowska, K. – Pachura, N. (2020): Metabolism, ketosis treatment and milk production after using glycerol in dairy cows: A review. *Animals*, 10. 1379. <https://doi.org/10.3390/ani10081379>.
- Lénárt, L. – Horváth, A. – Szenci, O. (2018a): A drench alkalmazása tejelő szarvasmarháknál: korábbi eredmények, lehetőségek és korlátok. *Holstein Magazin*. XXVI. 3. 52-53.
- Lénárt, L. – Horváth, A. – Buják, D. – Dobi, P. – Kis, T. – Szenczi, O. (2018b): A bendőfolyadék pH és a drenchelés kapcsolatának vizsgálata az ellés körüli időszakban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 140. 74-77.
- Lomander, H. – Frössling, J. – Ingvartsen, K.L. – Gustafsson, H. – Svensson, C. (2012): Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation – Effects on metabolic status, body condition, and milk yield. *J. Dairy Sci.*, 95. 2397-2408.
- Magyar Takarmánykódex (2004): Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest.
- Miller-Webster, T. – Hoover, W. H. – Holt, M. – Nocek, J. E. (2002): Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. *J. Dairy Sci.*, 85. 2009-2014.
- Mao, S. – Huo, W. – Liu, J. – Zhang, R. – Zhu, W. (2016): In vitro effects of sodium bicarbonate buffer on rumen fermentation, levels of lipopolysaccharide and biogenic amine, and composition of rumen microbiota. *J. Sci. Food and Agric.*, 97. 1276-1285.
- Mcfadden, J. W. – Wallace, R. L. – Drackley, J. K. (2010): Effects of a drinkable drench in primiparous Holstein cows. *Professional Animal Scientist*, 26. 159-166.
- Morvay, Y. – Bannink, A. – France, J. – Kebreab, E. – Dijkstra, J. (2011): Evaluation of models to predict the stoichiometry of volatile fatty acid profiles in rumen fluid of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 94. 3063-3080.
- Nielsen N. I. – Ingvartsen K. L. (2004): Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 115. 191-213.
- Nocek, J. E. (1997): Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.*, 80. 1005-1028.
- NRC (2001): National research council nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington (DC): National Academy press.
- Pechová, A. – Necasová, A. (2018): The relationship between subclinical ketosis and ruminal dysfunction in dairy cows. *Ann. Anim. Sci.*, 18. 955-971.
- Robinson, P. H. – Garrett, J. E. (1999): Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance. *J. Anim. Sci.*, 77. 988-999.
- SPSS (2004-2020): SPSS version 26.0. IBM, Armonk, Chicago, Illinois, USA; publisher.
- Sun, H. – Wu, Y. – Wang, Y. – Wang, C. – Liu, J. (2017): Effects of addition of *Aspergillus oryzae* culture and 2-hydroxyl-4-(methylthio) butanoic acid on milk performance and rumen fermentation of dairy cows. *Anim. Sci. J.*, 88. 602-609.

- Tamminga, S. (1980): Protein degradation in the forestomachs of ruminants. J. Dairy Sci., 49. 1615-1630.
- Throne, M. – Bach, A. – Ruiz-Moreno, M. – Stern, M. D. – Linn, J. G. (2009): Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows. Yeast supplementation on rumen fermentation. Livest. Sci., 124. 261-265.
- Tóth, T. (2014): Az ellés körüli időszakban alkalmazott kiegészítő takarmányok (drencsek) hatékonyságának ellenőrzése telepi körülmények között. Agronapló, 18. 101-102.
- Vazquez-Anon, M. – Bertics, S. – Luck, M. – Grummer, R. R. – Pinheiro, J. (1994): Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. J. Dairy Sci., 77. 1521-1528.
- White, H. M. – Carvalho, E. R. – Koser, S. L. – Schmelz-Roberts, N. S. – Pezzanite, L. M. – Slabaugh, A. C. – Doane, P. H. – Donkin, S. S. (2016): Short communication: Regulation of hepatic gluconeogenic enzymes by dietary glycerol in transition dairy cows. J. Dairy Sci., 99. 812-817.
- Williams, P. E. V. – Newbold, C. J. (1990): Rumen probiosis: the effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. Recent Adv. Anim. Nutr., 19. 211-227.
- Zhang, F. – Nan, X. – Wang, H. – Zhao, Y. – Guo, Y. – Yiong, B. (2020): Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. Animals, 10. 1526. <https://doi.org/10.3390/ani10091526>.

Érkezett: 2021. február

Szerzők címe: Tóthi R. – Kacsala L. – Pósa R. – Húth B.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

Vida S. – Komlósi B.
Solum Zrt.
Solum Ltd.
H-2900 Komárom, Városmajor u. 30.

Tóth T.
Adexgo Kft.
H-8230 Balatonfüred, Lapostelki út 13.
Széchenyi István Egyetem, Agrár és Élelmiszeripari Kutató Központ
Széchenyi István University, Agricultural and Food Research Centre
H-9026 Győr, Egyetem tér 1.