

FULL-FAT FEHÉR MUSTÁRMAG (*SINAPIS ALBA*) FELHASZNÁLÁSA A SZARVASMARHA TAKARMÁNYOZÁSBAN*

1. Közlemény: A MUSTÁRMAG HATÁSA A KÉRŐDZŐK BENDŐFERMENTÁCIÓJÁRA

SCHMIDT JÁNOS — TÓTH TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők kísérleteik során bendőkanülözött növendék bikákkal vizsgálták, hogy a radiofrekvenciás (RF) módszerrel kezelt, valamint a kezeletlen full-fat fehér mustármag (*Sinapis alba*) etetése milyen hatást gyakorol a szarvasmarhák bendőjében folyó mikrobás fermentációra. Megállapították, hogy a RF-kezelés a mirozináz enzim inaktiválásával jelentősen csökkenti azt az antinutritív hatást, amit a mustármag a bendőfermentációra kifejt. A kezeletlen mustármag etetése csökkenti a bendőben termelődő illózsírsav mennyiséget és mérsékeli a fehérjelebontást. Az RF kezelt mustármag napi 1 kg-os mennyiségben (az élősúly 0,22%-a) etetve nem befolyásolja kedvezőtlenül a bendőfolyadékban az ecetsav, a propionsav, a n- és i-vajsav, valamint a n- és i-valeriansav koncentrációja. Növekedett a kontroll szakaszhoz képest a NH_3 -tartalom is. A napi adag 2 kg-ra (az élősúly 0,44%-a) történő növelésekor, a mustár fajtától függően, egyes illózsírsavak koncentrációja már csökken a bendőfolyadékban.

Egy növendék bikákkal végzett kísérlet eredményei azt igazolják, hogy a mustármag íze csak akkor csökkenti az abrakkeverék fogyasztást, amikor abban részaránya meghaladja az 50%-ot.

SUMMARY

*Schmidt, J. – Tóth, T.: USING FULL-FAT WHITE MUSTARD (*SINAPIS ALBA*) SEED IN THE FEEDING OF CATTLE. 1st Paper: EFFECT OF MUSTARD SEED ON RUMEN FERMENTATION*

The effect of feeding radiofrequency (RF) treated and untreated full-fat white mustard (*Sinapis alba*) seed on rumen fermentation was investigated using rumen cannulated steers. The RF-treatment significantly reduced the antinutritive effect of mustard seed through the inactivation of mirosinase enzyme. Feeding untreated mustard seed decreased the short chain fatty acid (SCFA) production and protein degradation in the rumen. Feeding 1 kg/day (0.22% of body weight) RF-treated mustard seed did not have negative effect on the main parameters of rumen fermentation. Furthermore, the acetate, propionate, n- and i-butyrate and n- and i-valerate concentration of the rumen fluid increased when the RF-treated mustard seed was fed. Ammonia content in the rumen fluid also increased compared to the untreated control. Increasing the daily ration of mustard seed up to 2 kg (0.44% of body weight) negatively affected the ruminal production of some SCFAs, and it depended on the mustard variety.

A feeding trial using intact steers indicated that the mustard flavour started to decrease the concentrate diet consumption when the amount of mustard seed exceeded 50% of the concentrate.

* Készült az NKFP 4/005/2002 projekt keretében végzett kísérletek alapján

BEVEZETÉS

Ismert, hogy a hazai növénytermesztés régóta nem tudja állattenyésztésünk fehérjeigényét kielégíteni. A legutóbbi felmérés szerint (Demeter és Schmidt, 2002) a hazai fehérjeforrások 2000-ben állattenyésztésünk fehérjeigényének csak 76,7%-át fedezték. Elsősorban a nagy fehérjekoncentrációjú takarmányok tekintetében vagyunk szegények. Fehérjetermelésünk azóta tovább csökkent, amit igazol, hogy extrahált szójadara importunk az állatlétszám folyamatos csökkenése ellenére növekedett és 2002-ben elérte a 846 ezer tonnát (Popp és mtsai, 2006). Az utóbbi években csökkent ugyan a szójaimport, de az állatlétszámhoz képest még mindig túlzottan nagy. A leírtakból következően minden nagy fehérjetartalmú növényt célszerű olyan szempontból megvizsgálni, hogy felhasználható-e a gazdasági állatok takarmányozásában a fehérjehiány mérsékelésére.

Ilyen megfontolásból vizsgáltuk, hogy a full-fat mustármagot milyen eredménnyel lehet a tejelő tehenek takarmányozására felhasználni. Magyarországon mustárt, évente változóan, mintegy 10–35 ezer hektáron termesztenek, elsősorban élelmiszeripari hasznosítás céljára. Magjából főleg ételízesítőket készítenek, olaját halkonzervek fűszerezéséhez használják, de felhasználja a mustármagot néhány készítmény előállításához a gyógyszeripar is. Takarmányozás céljára mind a full-fat mustármagot, mind pedig a mustárolaj kinyerésekor melléktermékként keletkező extrahált mustármagdarát, vagy mustármagpogácsát hasznosítják, de etethető a mustár zöldtakarmányként is.

A full-fat fehér mustármag (*Sinapis alba*) nyersfehérje-tartalma 28,5–32,0% között változik, de tekintélyes mennyiségű nyerszsírt (26,5–32,0%) is tartalmaz. Nyersrostból 6,5–9,5%, nyershamuból 3,7–5,0%, N-mentes kivonható anyagokból pedig 19,0–23,0% található benne. A mustármag hátrányos tulajdonsága, hogy 85–95 mg/g glikozidot, döntően szinalbint tartalmaz, amelyet a mustármagban található enzim, a mirozináz glükózra, szinalbin-szulfátra és szinalbin-mustárolajra bont le. Az antinutritív hatást ez utóbbi komponens fejt ki.

Addig, amíg a mag sértetlen, a mirozináz nem tudja elvégezni a bontást. A mag darálását, vagy összerágását követően azonban az enzim kontaktusba kerül a glikoziddal és végbemegy a reakció. A mirozináz hőoptimuma 30–45 °C. A reakció lejátszódásának további feltétele a kielégítő nedvességtartalom (Jeroch és mtsai, 1993). A mustárolaj glikozidok bomlása, a kísérletek eredményei szerint, Cu-ionok hatására is végbemegy (Lüdke és Schöne, 1988).

A szinalbin-mustárolaj nem illóolaj, következésképpen antinutritív hatásai enyhébbek, mint az illó mustárolajoké (allil-mustárolaj, krotónil-mustárolaj). Az illó mustárolajok az emésztőrendszer nyálkahártyájának gyulladását idézik elő, az előgyomrokban ödéma alakul ki, az oltógyomor nyálkahártyájában nagyfokú bővérűség áll elő, bevérvázak keletkeznek (Kernelaugen és mtsai, 1989; Rusakova és mtsai, 1998; Katamoto és mtsai, 2001).

A fehér mustár magja csak minimális mennyiségű illó mustárolajat tartalmaz. Becker és Nehring (1965) más szerzők adatai alapján a fehér mustár magjának illó mustárolaj tartalmát 0,02–0,08%-nak adják meg. Ebből következően fehér mustármag etetésékor a fenti tünetek előfordulásával nem, vagy csak minimális mértékben kell számolnunk. A magvak hőkezelése, vagy radiofrekvenciás (RF) kezelése tovább csökkenti az antinutritív hatásokat. Ha-

zai vizsgálatokban Kovács és mtsai (2005) bizonyították, hogy az RF kezelt mustármagdara mérsékelt mennyiségben (10%) etetve, fedezheti tojótyúkok energia- és fehérjeszükségletének egy részét.

Tekintettel arra, hogy a mustármag mustárolaj tartalma befolyásolhatja a bendő működését, továbbá mert a mustármag nagy telítetlen zsírsavtartalmú nyerszsírja ugyancsak hatással lehet a bendőmikrobák aktivitására, kísérleteinkben a következőket kívántuk megállapítani:

— Milyen hatást gyakorol a full-fat mustármagdara a bendőben zajló mikrobás fermentációra, a bendőfolyadék fontosabb paramétereire?

— Befolyásolja-e a mustármag RF-kezelése a bendőfermentációt?

— Milyen mennyiségű full-fat mustármagdara etethető szarvasmarhával a bendőfermentáció károsítása nélkül?

— Mennyi mustármagot hajlandó a szarvasmarha elfogyasztani?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Állatkísérleti módszer

Kísérleteinkben két mustármag fajtának, a Tilney, valamint a Budakalászi fajtának a bendőfermentációra gyakorolt hatását vizsgáltuk. A Tilney fajta mind RF-kezelt, mind kezeletlen formában rendelkezésünkre állt, a Budakalászi fajtának csak az RF-kezelt változatát vizsgáltuk.

Azokat a kísérleteket, amelyek célja a mustármag bendőfermentációra gyakorolt hatásának megállapítása volt, három, átlagosan 450 kg élősúlyú, bendőkanüllel ellátott növendék bikával végeztük. Az állatok a kísérlet kontroll szakaszában a következő összetételű és táplálóanyag-tartalmú takarmányadagot fogyasztottak: 5 kg réti széna, 4 kg abrakkeverék.

Az abrakkeverék összetétele, %	
Kukoricadara	84,0
Extrahált napraforgódara	12,0
Takarmánymész	2,0
Takarmánysó	1,5
Vitamin és mikroelem premix	0,5
Összesen	100,0
A napi takarmányadag táplálóanyag tartalma	
Szárazanyag, kg	8,0
NEm, MJ	51,3
NEg, MJ	31,2
MFE, g	795
MFN, g	562
Ca, g	42,9
P, g	27,2

A kísérletet szakaszos módszerrel végeztük, azaz a kontroll szakaszban etetett takarmányadag nem tartalmazott mustármagdarát, az azt követő kísérleti szakaszokban fokozatosan növeltük a takarmányadagban a mustármagdara mennyiségét. A mustármagdarát a kontroll szakaszban etetett abrakkeverékhez kiegészítésként adagoltuk. A kiegészítésként etetett mustármagdara mennyisé-

ge az egyes szakaszokban, naponta és állatonként, 500 g, 1000 g, illetve 2000 g volt.

A kísérleti szakaszok hossza 4 nap volt, az egyes kísérleti szakaszokat pedig 10 napos átmeneti (előtetési) szakaszok előzték meg. Ez utóbbi szakaszokban szoktattuk hozzá az állatokat a megnövelt mustármag adaghoz.

A mustármag adagot — azért, hogy az maradéktalanul a bendőbe kerüljön — a bendőkanulón át juttattuk a bendőbe. A vizsgálati szakaszok minden napján etetés előtt, majd az etetést követő 3 óra múlva a kanulón át bendőfolyadék mintát vettünk az állatoktól, melyet hőtároló palackban szállítottunk a laboratóriumba, hogy a bendőbaktériumok aktivitása ne csökkenjen. A bendőfolyadék minták következő paramétereit határoztuk meg: pH, NH_3 - és illózsírsav tartalom, mikrobiális aktivitás.

A mustármagnak a takarmányfelvételre gyakorolt hatását hat, átlagosan 400 kg élő súlyú növendékbikával vizsgáltuk. A kísérlet kontroll szakaszában a következő összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadagot ettették: 8,0 kg siló kukorica szilázs, 1,0 kg réti széna, 4,0 kg abrakkeverék.

Az abrakkeverék összetétele, %:	
Kukoricadara	82,3
Extrahált napraforgódara	14,5
Takarmánymész	1,2
Takarmánysó	1,5
Vitamin és mikroelem premix	0,5
Összesen	100,0
A napi takarmányadag táplálóanyag tartalma	
Szárazanyag, kg	7,6
NE _m , MJ	53,8
NE _g , MJ	34,8
MFE, g	692
MFN, g	570
Ca, g	34,5
P, g	22,4

A kísérletet ez alkalommal is szakaszos módszerrel állítottuk be. A kontroll szakaszban az abrakkeverék nem tartalmazott mustármag darát, majd az egymást követő kísérleti szakaszokban fokozatosan 20, 30, 50, illetve 75%-ra növeltük részarányát. A nagyobb mustármagtartalmú abrakkeverékhez 7 napos átmeneti szakaszban szoktattuk az állatokat, majd amikor a tervezett mustármag koncentrációt elértük, a vizsgálni tervezett mustármag tartalmú abrakkeveréket 4 napig ettették. Az állatok takarmányfogyasztását a kísérlet teljes időszaka alatt nyilvántartottuk.

A kísérletben alkalmazott vizsgálati módszerek

Az etetett takarmányok szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, nyersshamu, Ca- és P-tartalmát a *Magyar Takarmánykódex* (1990) 2. kötetében ajánlott módszerekkel (5.1., 6.1., 7.1., 8.1., 10.1., 11.3. és 11.6. fejezetek) állapítottuk meg. A bendőfolyadék minták NH_3 -tartalmát, NH_3 -érzékeny elektróddal (*Radelkis OP-142-2*), illózsírsav tartalmát pedig Chrom-5 típusú gázkromatográfia vizsgáltuk. A bendőfolyadékot a vizsgálat előtt 15 000/perc fordulatszámon végzett centrifugálással és szűréssel tisztítottuk, majd az injektálás előtt

25%-os metafoszforsavval kezeltük. A gázkromatográf oszloptöltete Carbo-pack™ B-DA (Supelco Inc. Bellefonte, USA) volt.

A bendőfolyadék mikrobiális aktivitását a nitritredukciós próba segítségével vizsgáltuk (Horváth, 1979), mely módszer a nitrit redukálásához szükséges idővel méri a bendőmikrobák aktivitását.

A kísérleti eredmények biometria értékelését t-próbával, a Statistica 6.0 és az MsOffice Excel programok segítségével végeztük.

KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A vizsgált két mustármag kémiai vizsgálatának eredményeit, valamint az eredmények alapján számított parciális nettóenergia, továbbá metabolizálható fehérje értékeket az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a két mustármag fajta kémiai összetétele és táplálóanyag tartalma között nincs lényeges eltérés és az RF kezelés csak a nyersrost-tartalomban okozott kifejezett változást. A kezelés relative 10,5%-kal csökkentette a Henneberg-Stohmann módszerrel megállapított nyersrost mennyiségét. Ezt egyébként más — ebben a kísérletben nem szereplő — mustármag fajták kémiai vizsgálata alkalmával is tapasztaltuk. A hatás oka feltehetően az, hogy az RF kezelés megnöveli az enyhe savval, illetve lúggal történő főzés során lebomló cellulóz, valamint hemicellulóz mennyiségét.

1. táblázat

A vizsgált fehér mustármag fajták kémiai összetétele

Táplálóanyag(1)	Tilney(2)		Budakalászi kezelt(3)
	Kezeletlen(4)	Kezelt(5)	
Szárazanyag, g/kg(6)	934	941	938
Nyersfehérje, g/kg sz.a.(7)	343	339	333
Nyerszsír, g/kg sz.a.(8)	308	296	311
Nyersrost, g/kg sz.a.(9)	95	85	72
Nyershamu, g/kg sz.a.(10)	41	40	50
N mentes kivonható anyag, g/kg sz.a.(11)	214	240	234
Ca, g/kg sz.a.	3,6	3,5	3,9
P, g/kg sz.a.	9,3	9,1	9,8
NE _l , MJ/kg sz.a.(12)	10,51	10,37	10,51
NE _m , MJ/kg sz.a.(13)	12,02	11,86	12,02
NE _g , MJ/kg sz.a.(14)	8,65	8,53	8,65
MFE, g/kg sz.a.(15)	116	125	112
MFN, g/kg sz.a.(16)	201	189	185

Table 1.: Chemical composition of the examined white mustard (*Sinapis alba*) seed varieties nutrient(1), "Tilney" mustard variety(2), "Budakalászi" mustard variety, treated(3), untreated(4), treated(5), dry matter, g/kg(6), crude protein, g/kg DM(7), ether extract, g/kg DM(8), crude fiber, g/kg DM(9), crude ash, g/kg DM(10), N-free extract, g/kg DM(11), net energy for lactation, MJ/kg DM(12), net energy for maintenance, MJ/kg DM(13), net energy for growth, MJ/kg DM(14), energy dependent metabolizable protein, g/kg DM(15), N-dependent metabolizable protein, g/kg DM(16)

A mustármag etetésnek a bendőben zajló fermentációs folyamatokra gyakorolt hatásáról, a 2–6. táblázatok adataiból lehet következtetéseket levonni. A 2. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a mustármag etetés nem befolyásolta károsan a bendőfolyadék kémhatását. A mustármag etetés megkezdé-

sekor — a legkisebb dózis (500 g/nap) esetén — kismértékben növekedett ugyan a bendőfolyadék pH-ja a kontroll szakaszhoz képest, a nagyobb (1000, illetve 2000 g/nap) adag azonban már fokozatosan csökkentette azt. A pH kezdeti növekedését egyrészt az magyarázza, hogy a 31–32% nyersfehérje tartalmú mustármag etetése a kontroll szakaszhoz képest megnövelte a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát, de oka lehet a pH kismértékű növekedésének az is, hogy a mustármag etetés megkezdésekor valamelyest csökkent az ecetsavtermelés a bendőben. A mustármag dózis növekedésével nőtt a bendőbe jutó szénhidrát mennyisége és az ebből képződő egyre nagyobb mennyiségű szerves sav pH csökkentő hatása erőteljesebb volt annál a lúgosító hatásnál, amit az egyébként ugyancsak növekvő mennyiségű NH_3 kifejtett. A pH változás mértéke, mind a reggeli etetés előtt, mind pedig az etetést követő 3 óra elteltével vett bendőfolyadék minták esetében, a fiziológiás határon belül maradt. A bendőfolyadék kémhatása tekintetében a kezelt és a kezeletlen Tilney minták között nem találunk különbséget egyik dózis — még a napi 2,0 kg-os adag — esetében sem.

2. táblázat

A bendőfolyadék pH értéke és NH_3 -N tartalma mustármag etetésekor (n=12)

Mustár fajta, illetve dózis, g/nap(1)	Etetés előtt (6.00 órakor)(2)		Etetés után (9.00 órakor)(3)	
	pH	NH_3 -N, mmol/l	pH	NH_3 -N, mmol/l
Kontroll(4)	6,94±0,11	3,82±0,72	6,87±0,13	3,77±0,80
Tilney kezelt 500 g(5)	7,07±0,09**	5,77±1,45**	6,93±0,17	5,91±0,21***
Tilney kezelt 1000 g(5)	6,87±0,17	5,78±0,38***	6,75±0,22	8,56±1,19***
Tilney kezelt 2000 g(5)	6,93±0,08	6,49±0,69***	6,72±0,06**	8,91±2,31***
Tilney kezeletlen 500 g(6)	7,12±0,03***	4,93±0,42***	7,01±0,10**	5,00±0,66***
Tilney kezeletlen 1000 g(6)	7,01±0,02	6,10±1,20***	6,91±0,09	4,91±1,10**
Tilney kezeletlen 2000 g(6)	6,78±0,09***	8,03±1,24***	6,63±0,04***	7,49±0,67***
Budakalászi kezelt 500 g(7)	6,77±0,16**	1,92±0,53***	6,67±0,03***	3,60±0,16
Budakalászi kezelt 1000 g(7)	6,78±0,16**	3,80±0,89	6,65±0,06***	5,17±0,29***
Budakalászi kezelt 2000 g(7)	6,59±0,30**	9,32±1,27***	6,63±0,17***	13,42±3,59***

A kontrollhoz viszonyítva(8): **P<0,05; ***P<0,01; ****P<0,001

Table 2.: Effect of feeding mustard seed on the pH and NH_3 -N content of the rumen fluid mustard variety and/or dose, g/day(1), before feeding at 6.00 o'clock(2), after feeding at 9.00 o'clock(3), control(4), "Tilney" treated, 500, 1000, 2000 g/day(5), "Tilney" untreated, 500, 1000, 2000 g/day(6), "Budakalászi" treated, 500, 1000, 2000 g/day(7), levels of significance compared to control(8)

A bendőfolyadék NH_3 -tartalmára vonatkozó adatokat ugyancsak a 2. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy ez az érték, a mustármag dózis növekedésével párhuzamosan, fokozatosan emelkedik. A tendencia mind az etetés előtt, mind az etetés után 3 órával vett bendőfolyadék mintákra jellemző, bár a kezeletlen Tilney esetében nem töretlen a növekedés. A kezelt Tilney és a kezelt Budakalászi fajták esetében, az etetést követően vett bendőfolyadék mintákban, az etetés előtti állapothoz képest, nőtt az NH_3 mennyisége, ami a felerősödő mikrobiális fehérjebontás természetes következménye. A kezeletlen Tilney fajta etetésekor ez az NH_3 növekedés nem következett be. Ebben a kezelésben, csak az 500 g-os napi adag esetében mértünk egy minimális NH_3 koncentráció növekedést (8,38 mg-ról 8,51 mg-ra), míg 1000 g, illetve 2000 g kezeletlen mustármag etetésekor már csökkent a bendőfolyadék NH_3 tartalma

az etetés előtti állapothoz képest. Ez minden bizonnyal arra vezethető vissza, hogy a kezeletlen magvakban a glikozidokból szabaddá váló mustárolaj csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát.

A bendőfolyadék illózsírsav tartalmának változását bemutató adatok a 3–5. táblázatban találhatók. Az adatokból megállapítható, hogy a kontroll szakaszhoz képest a legkisebb kezelt Tilney mustármag dózis (500 g/nap) kismértékben mérsékelte a bendőben termelődő ecetsav mennyiségét. Az adag napi 1000, illetve 2000 g-ra történő emelésekor a bendőfolyadék ecetsav tartalma az emelkedő szénhidrát bevitelének megfelelően fokozatosan növekedett, mind az etetés előtt, mind az etetést követően vett mintákban. Kezeletlen Tilney mustármag etetésekor ezzel szemben folyamatosan csökkent a bendőfolyadék ecetsav koncentrációja, amikor a mustármag napi adagját 500 g-ról 2000 g-ra növeltük. A Budakalászi fajta kezelt magjának etetésekor a bendőfolyadékban csak a napi 1000 g-os dóziséig nőtt az ecetsav mennyisége, a napi 2000 g-os adag már csökkentette azt (3. táblázat).

3. táblázat

A bendőfolyadék ecetsav és propionsav tartalma mustármag etetésekor (n=12)

Mustár fajta, illetve dózis, g/nap(1)	Etetés előtt (6.00 órákor)(2)			Etetés után (9.00 órákor)(3)		
	Ecetsav, mmol/l(4)	Propionsav, mmol/l(5)	Ecetsav-propionsav arány(6)	Ecetsav, mmol/l(4)	Propionsav, mmol/l(5)	Ecetsav-propionsav arány(6)
Kontroll(7)	49,96±4,66	14,85±0,67	3,36	53,29±6,83	16,20±2,43	3,29
Tilney kezelt 500 g(8)	43,30±4,16**	13,50±2,29	3,21	48,29±5,33	17,55±3,64	2,75
Tilney kezelt 1000 g(8)	46,63±5,33	18,90±1,62***	2,47	53,29±4,99	24,30±5,40***	2,19
Tilney kezelt 2000 g(8)	59,95±10,16*	25,65±1,62***	2,34	59,95±7,99*	24,30±1,35***	2,47
Tilney kezeletlen 500 g(9)	56,62±7,66*	16,20±2,29	3,49	59,95±6,33*	20,25±2,83**	2,96
Tilney kezeletlen 1000 g(9)	58,28±6,66**	21,60±2,97***	2,70	58,28±4,66*	20,25±0,54***	2,88
Tilney kezeletlen 2000 g(9)	53,29±9,99	20,25±2,43***	2,63	54,95±1,16	21,60±1,08***	2,54
Budakalászi kezelt 500 g(10)	58,28±8,49**	16,20±3,24	3,60	63,28±7,33**	18,90±2,43*	3,35
Budakalászi kezelt 1000 g(10)	63,28±17,15*	17,55±5,80	3,60	68,28±5,83***	21,60±1,35***	3,16
Budakalászi kezelt 2000 g(10)	63,28±13,32*	24,30±4,99	2,60	53,29±9,16	22,95±2,83***	2,32

A kontrollhoz viszonyítva(11): *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Table 3.: Effect of feeding mustard seed on acetate and propionate content of the rumen fluid mustard variety and/or dose, g/day(1), before feeding at 6.00 o'clock(2), after feeding at 9.00 o'clock(3), acetate, mmol/L(4), propionate, mmol/L(5), acetate to propionate ratio(6), control(7), "Tilney" treated, 500, 1000, 2000 g/day(8), "Tilney" untreated, 500, 1000, 2000 g/day(9), "Budakalászi" treated, 500, 1000, 2000 g/day(10), levels of significance compared to control(11)

A bendőfolyadék propionsav koncentrációja az ecetsavétól bizonyos mértékig eltérően alakult, amikor az etetett mustármag mennyiségét növeltük. Kezelt Tilney, valamint kezelt Budakalászi fajták etetésekor a napi mustármag adag növelésével párhuzamosan növekedett a bendőfolyadékban a propionsav mennyisége mind az etetés előtt, mind az azt követően vett mintákban. A kezeletlen Tilney esetében a bendőfolyadék propionsav koncentrációja alig változott, amikor a napi mustáradagot 500 g-ról 2000 g-ra növeltük.

Az ecetsav-propionsav arány a vártak megfelelően alakult, ugyanis a mustármag adag növekedésével fokozatosan szűkült. Ez azonban nem a mustármag specifikus hatásaként, hanem azzal magyarázható, hogy a mustármag adag emelésével szűkült a napi takarmányadagban a tömegtakarmány-abrak arány, azaz nőtt az adagban a keményítőnek a cellulózhoz viszonyított mennyisége. Más abraktakarmányok növekvő mennyiségben történő etetése is az ecetsav-propionsav arány szűkülését eredményezi.

A bendőfolyadék i- és n-vajsav koncentrációja az etetést követően csak a Budakalászi fajta kezelt variációja esetében nőtt egyértelműen a napi mustármag adag emelésével, a kezelt Tilney etetésekor az már csökkent. A kezeletlen Tilney esetében az etetést követően stagnáltak az értékek (4. táblázat).

4. táblázat

A bendőfolyadék i- és n-vajsav tartalma mustármag etetésekor (n=12)

Mustár fajta, illetve dózis, g/nap(1)	Etetés előtt (6.00 órákor)(2)		Etetés után (9.00 órákor)(3)	
	i-vajsav, mmol/l(4)	n-vajsav, mmol/l(5)	i-vajsav, mmol/l(4)	n-vajsav, mmol/l(5)
Kontroll(7)	1,02±0,00	6,47±0,34	1,02±0,11	6,36±0,11
Tilney kezelt 500 g(8)	1,13±0,11**	5,90±0,57**	1,25±0,23**	8,06±1,59**
Tilney kezelt 1000 g(8)	1,47±0,23***	7,72±1,36*	1,70±0,23***	11,46±2,04***
Tilney kezelt 2000 g(8)	1,82±0,11***	10,56±1,25***	1,47±0,11***	10,44±1,02***
Tilney kezeletlen 500 g(9)	1,13±0,23	6,58±1,02	1,36±0,34**	8,63±1,93**
Tilney kezeletlen 1000 g(9)	1,93±1,13*	8,06±1,36**	1,25±0,11***	8,17±0,68***
Tilney kezeletlen 2000 g(9)	1,47±0,34***	8,06±0,91***	1,36±0,11***	8,40±0,91***
Budakalászi kezelt 500 g(10)	1,13±0,11**	6,70±1,47	0,91±0,11*	8,40±1,25***
Budakalászi kezelt 1000 g(10)	1,02±0,34	7,49±1,02**	1,47±0,34**	8,97±0,57***
Budakalászi kezelt 2000 g(10)	1,93±0,00***	9,53±2,04***	1,82±0,11***	10,67±0,91***

A kontrollhoz viszonyítva(11): *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Table 4.: Effect of feeding mustard seed on i- and n-butyrate content of the rumen fluid as in Table 3.(1–3, 7–11), i-butyrate, mmol/L(4), n-butyrate, mmol/L(5)

Az i- és n-valeriánsav koncentráció változása abban egyezik meg a vajsav esetében megfigyelt tendenciával, hogy a kezeletlen Tilney etetésekor sem az i-, sem pedig a n-valeriánsav koncentráció nem nőtt a bendőfolyadékban a mustármagadara adagjának növelésekor. A kezelt Tilney, valamint a kezelt Budakalászi fajták esetében azonban mind az i-, mind az n-valeriánsav koncentráció követi a mustármagadara mennyiségének növekedését a takarmányadagban (5. táblázat).

A bendőfolyadék mikrobiális aktivitásával kapcsolatos vizsgálati eredmények a 6. táblázatban találhatók. Ezek arra utalnak, hogy a mustármag napi adagjának növelésével nem romlott a mikrobiális aktivitás, hiszen a kísérleti szakaszok túlnyomó többségében kedvezőbb volt a nitritredukciós próba eredménye, mint a kontroll szakaszban, amit az jelez, hogy a kísérleti szakaszok többségében csökkent az adott nitrit mennyiség lebontásához szükséges idő.

A kísérletekben nem találtunk különbséget a kezelt és kezeletlen Tilney fajta etetésekor a bendőfolyadék aktivitásában. Ez látszólag nincs szinkronban azokkal a korábbiakban bemutatott eredményekkel, melyek szerint a kezeletlen mustármag etetésekor csökken a termelő szerves savak mennyisége.

5. táblázat

A bendőfolyadék i- és n-valeriánsav tartalma mustármag etetésekor (n=12)

Mustár fajta, illetve dózis, g/nap(1)	Etetés előtt (6.00 órákor)(2)		Etetés után (9.00 órákor)(3)	
	i-vale-riánsav, mmol/l(4)	n-vale-riánsav, mmol/l(5)	i-vale-riánsav, mmol/l(4)	n-vale-riánsav, mmol/l(5)
Kontroll(7)	1,37±0,10	0,68±0,10	1,17±0,29	0,88±0,10
Tilney kezelt 500 g(8)	1,47±0,00**	0,78±0,10*	1,47±0,10**	1,17±0,29**
Tilney kezelt 1000 g(8)	1,47±0,19	0,98±0,10***	1,76±0,10***	1,57±0,39***
Tilney kezelt 2000 g(8)	2,15±0,19***	1,47±0,29***	1,86±0,29***	1,57±0,10***
Tilney kezeletlen 500 g(9)	1,76±0,29**	0,88±0,19**	1,86±0,10***	1,37±0,10***
Tilney kezeletlen 1000 g(9)	2,06±0,59**	0,98±0,19***	1,17±0,19	1,08±0,19**
Tilney kezeletlen 2000 g(9)	1,86±0,49**	0,98±0,10***	1,57±0,19**	1,08±0,10***
Budakalászi kezelt 500 g(10)	1,27±0,29	0,78±0,10*	1,37±0,29	1,00±0,10*
Budakalászi kezelt 1000 g(10)	1,37±0,49	0,98±0,29**	1,66±0,19***	1,47±0,10***
Budakalászi kezelt 2000 g(10)	2,45±0,19***	1,57±0,29***	2,06±0,29***	1,76±0,10***

A kontrollhoz viszonyítva(11): *P<0,05; **P < 0,01; ***P<0,001

Table 5.: Effect of feeding mustard seed on i- and n-valerate content of the rumen fluid as in Table 3.(1–3, 7–11), i-valerate, mmol/L(4), n-valerate, mmol/L(5),

6. táblázat

A bendőfolyadék aktivitása mustármag etetésekor (n=12)

Mustár fajta, illetve dózis, g/nap(1)	Etetés előtt (6.00 órákor)(2)			Etetés után (9.00 órákor)(3)		
	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7
	ml KNO ₂			ml KNO ₂		
	reakció idő, perc(4)					
Kontroll(7)	6,08±0,14	16,00±1,75	21,75±2,29	6,41±1,18	15,66±1,50	20,41±2,32
Tilney kezelt 500 g(8)	6,41±1,18	15,66±1,50	20,41±2,32	6,75±2,22	15,00±4,63	19,41±5,00
Tilney kezelt 1000 g(8)	5,75±1,39	14,16±2,67	17,25±4,67*	7,25±4,33	15,41±10,25	18,75±9,12
Tilney kezelt 2000 g(8)	5,50±0,86*	12,00±3,03***	16,91±2,51***	6,25±0,90	14,00±4,13	18,58±5,75
Tilney kezeletlen 500 g(9)	7,41±1,01***	17,25±4,25	23,25±4,82	6,58±1,50	13,58±3,12	18,08±3,89
Tilney kezeletlen 1000 g(9)	5,75±0,90	12,16±2,91***	18,33±6,00	4,50±0,86***	8,91±2,26***	12,25±2,29***
Tilney kezeletlen 2000 g(9)	5,75±1,63	11,58±2,91***	16,66±3,82***	4,66±0,28***	8,08±1,28***	10,91±1,42***
Budakalászi ke- zelt 500 g(10)	7,25±1,09**	14,75±1,09*	20,66±2,75	4,66±0,57***	6,83±0,28***	10,25±1,52***
Budakalászi ke- zelt 1000 g(10)	6,66±0,62**	19,16±1,84***	24,75±2,94*	5,33±0,76*	10,33±0,62***	13,83±2,03***
Budakalászi ke- zelt 2000 g(10)	6,58±1,28	15,08±5,79	18,03±3,89**	3,16±0,28***	7,25±1,09***	8,75±1,98***

A kontrollhoz viszonyítva(11): *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Table 6 Effect of feeding mustard seed on microbial activity of the rumen fluid as in Table 3.(1–3, 7–11), reaction time (minits)(4)

Ez azzal magyarázható, hogy a mustármag glikozidjai feltehetően csak a szerves nitrogénforrást hasznosító mikrobák működését gátolják, a szervesetlen nitrogént hasznosítókat nem. Következésképpen a nitritredukciós próba a glikozidok bendőfermentációt károsító hatásának kimutatására — legalábbis a vizsgálatokban alkalmazott nitritkoncentrációk esetében — nem alkalmas.

A növendékmарhákkaal beállított takarmányfelvételi kísérletben, az állatok abraktakarmány fogyasztása egészen addig nem csökkent, amíg a mustármagdara részaránya az abrakkeverékben nem haladta meg az 50%-ot. Ebben az esetben a 400 kg-os növendék állatok a napi 4,0 kg abrakkeverékkel 2,0 kg mustármagot (az élősúly 0,5%-a) fogyasztottak el. Amikor az abrakkeverék mustármaghányadát 75%-ra növeltük, az abraktakarmány fogyasztás drasztikusan csökkent. (1. ábra). Elfogyasztották viszont az állatok az 5 kg-ra növelt abrakadagot, amikor annak mustármagdara hányada nem haladta meg az 50%-ot. A szarvasmarhákkaal etethető mustármag mennyiség tehát nemcsak annak élettani hatásaitól függ, hanem azt a mustármag íze, illetve ennek következtében a mustármag abrakkeveréken belüli részaránya is befolyásolja.

1. ábra: Az abrakkeverék mustármag részarányának hatása a napi mustármag-fogyasztásra (n=24)

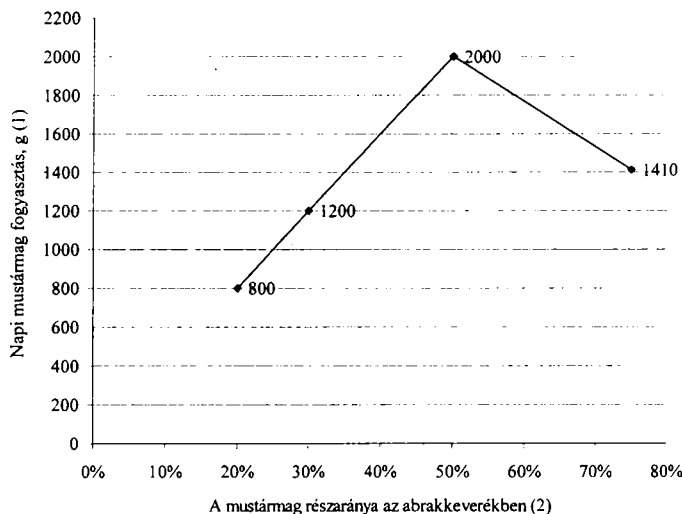


Fig. 1.: Effect of mustard seed ratio of concentrate diet on the daily mustard seed consumption (1), mustard seed ratio in the concentrate diet (2)

KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletek eredményei alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

— A radiofrekvenciás (RF) kezelés a mirozináz enzim inaktíválásával jelentősen csökkenti azokat az antinutritív hatásokat, amelyeket a full-fat fehér mustármag a bendőben zajló mikrobás fermentációra kifejt. A kezelt mustármag etetése mérsékeli a bendőben a szénhidrátok lebomlását, aminek következtében csökken a bendőfermentáció során keletkező illózsírsavak mennyisége. A bendőfolyadék NH_3 koncentrációja alapján arra lehet következtetni, hogy a kezelt mustármag etetése csökkenti a fehérje bendőbeli lebomlását is.

— Az RF kezelt mustármag napi 1 kg-os mennyiségben etetve (az élősúly 0,22%-a) nem befolyásolja kedvezőtlenül a bendőfermentációt, amit igazol, hogy ilyen mennyiségű mustármag etetésekor valamennyi vizsgált illózsírsav

(ecetsav, propionsav, n- és i-vajsav, n- és i-valeriánsav) koncentrációja növekszik a bendőfolyadékban. A napi mustármag adag 2 kg-ra (az élősúly 0,44%-a) történő növelésekor a Budakalászi fajta esetében már csökken az ecetsav-, a Tilney fajta etetésekor pedig a n- és az i-vajsav termelés a bendőben.

— A mustármagból etethető mennyiséget a mustármag íze is befolyásolja. Az abrakfogyasztás akkor csökken, ha mustármag részaránya az abrakkeverékben meghaladja az 50%-ot.

IRODALOM

- Becker, M. – Nehring, K.(1965): Handbuch der Futtermittel. Zweiter Band. Verlag Paul Parey. Hamburg-Berlin
- Demeter, J. – Schmidt, J.(2002): Takarmányfehérje ellátásunk helyzete. In: Babinszky L.: Magyarország fehérjegyártásának helyzete és a fejlesztés stratégiája. Agroinform Kiadó, Budapest
- Horváth, Z.(1979): Állatorvosi klinikai laboratóriumi vizsgálatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Jeroch, H. – Flachowsky, G. – Weissbach, F.(1993): Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart
- Katamoto, H. – Nishiguchi, S. – Harada, K. – Ueyama, I. – Fujita, T. – Watanabe, O.(2001): Suspected oriental (Brassica juncea) intoxication in cattle. Vet. Record, 149. 215–216.
- Kernaleguen, A. – Smith, R. A. – Yong, C.W.(1989): Acute mustar seed toxicosis in beef cattle. Can. Vet. J., 30. 524.
- Kovács, G. – Dublec, K. – Pál, L. – Wágner, L. – Magyar, L. – Benedek, Zs. – Takó, Cs. – Husvéth, F.(2005): A mustármag takarmányozási értékének vizsgálata tojtakarmánnyként. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. 2. 171–177.
- Lüdke, H. – Schöne, F.(1988): Anim Feed. Sci. Technol. 22. 33. In: Jeroch, H. – Flachowsky, G. – Weissbach, G. Futtermittelkunde, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
- Magyar Takarmánykódex (1990): 2. kötet. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
- Popp, J. – Potori, N. – Stander, M. – Wagner, H.(2006): A takarmánytermelés és -felhasználás elemzése, különös tekintettel a takarmánykeverék gyártásra. AKI tanulmány
- Rusakova, G.G. – Khomutov, V.A. – Itskovich, A.Yu.(1998): An additional food source. Kormoproizvodstvo, 1. 29. 32.

Érkezett: 2006. január
 Szerzők címe: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar
 Authors' address: University of West Hungary, Faculty of Agriculture
 H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.