

# A takarmányokban természetes módon előforduló cukrok bendőbeli lebomlása

Összeállította: Luiza Fernandes

cukorspecialista, ED&F MAN - Sugar Plus, Olaszország

Fordította: Szilvia Orosz

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft

## Forrás



Sadek Ahmed<sup>1</sup>, Andrea Minuti<sup>1</sup>, Paolo Bani<sup>1</sup> (2013) In Vitro Rumen Fermentation Characteristics of Some Naturally Occurring and Synthetic Sugars

<sup>1</sup>Istituto di Zootechnica, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Olaszország

Italian Journal of Animal Science, 2013; Volume 12:e57, 359-365 pp

**BEVEZETÉS** Annak ellenére, hogy az oldódó cukrok jelentős szerepet töltenek be a bendőben zajló fermentációs folyamatokban, számos dolog még kevésbé ismert, például még feltáratlan a bendőbeli lebomlási sebességük. Pedig az előzetes tapasztalatok szerint van különbség a természetes módon tömegtakarmányokban előforduló, sejtfallal körülvett (túlnyomórészt öt szénatomos) cukrok (Stephen, 2003; Sniffen és Tucker, 2011) és a folyékony cukortermékekben található oldódó (hat szénatomos) cukrok lebomlási sebessége között. Czerkawski és Brekenridge (1969) szerint a glükóz nagyobb mértékben fermentálódik, mint a galaktóz, a xilóz vagy a ribóz (öt szénatomos cukrok). Sutton (1968) nagyobb mértékű illósav-termelődést mért a bendőben a glükóz, a fruktóz és a szacharóz lebomlásakor, mint a galaktóz, a xilóz és az arabinóz fermentációjakor, abban az esetben, amikor a TMR tömegtakarmányra volt alapozva. De nem mértek különbséget, amikor nagy mennyiségű abrakot etettek azon tehennel, melyektől a bendőfolyadékot nyerték a műbendős lebomlási kísérlethez. Bond és mtsai. (1998) szerint a *S. bovis* baktérium glükózon gyorsabban szaporodott, mint tejcukron. Heldt és mtsai (1999) különbséget találtak a monoszacharidok és a szacharóz ellenében termelődött illósavak mennyisége között (in vitro) abban az esetben, amikor kevés lebomló fehérje volt a (bendőfolyadékot szolgáltató) tehén takarmányadagjában. Amikor sok volt a lebomló fehérje az adagban, akkor nem mértek különbséget az illósavak mennyiségében. Ez arra utal, hogy interakció van a cukrok és a hozzáférhető aminosavak között. Weisbjerg és mtsai (1998) 300-700%/óra értékben határozták meg a glükóz, a fruktóz és a galaktóz lebomlási sebességét duodenális fisztulás tejelő tehennel. A Cornell modellben (CNCPS) ehhez hasonlóan, a monoszacharidok (A2) lebomlási sebessége 300-500%/óra adattal volt megadva kezdetben. Napjainkban azonban drámai különbséggel 40-60%/óra értékben adták meg Lanzas és mtsai (2007) a lebomlás sebességét Molina (2002) *in vitro* adatai alapján. Doane és mtsai (1998) 11.8%/óra lebomlási rátát határoztak meg tömegtakarmányok esetében a gyorsan lebomló frakcióra. Calabrò és mtsai (2005) zab és zabszéna A-frakciójának (CNCPS) lebomlására 16.3 és 16.5%/óra kd-értéket adtak meg. Azarfar és mtsai (2007) maximum 20%/óra lebomlási sebességet adtak meg gabonafélék oldódó frakciójának lebomlási sebességére. Tehát nagy különbségek találhatóak a szakirodalomban ezen a területen, és napjainkban kezd más megítélés alá esni a cukrok lebomlásának témaköre.

**CÉL** A kísérlet egyik célja egyes természetes cukrok fermentálhatóságának meghatározása volt. Mérték *in vitro* az illósav- és gáztermelődést a glükóz, a fruktóz, a xilóz, a galaktóz, a szacharóz, a laktóz, az arabinóz és a mannitol erjedésekor 24 órás inkubációs időt alkalmazva olyan növendék üszők bendőfolyadékát használva, melyek egy része nem evett az adott cukorforrásból (nem adaptálódott), vagy előzetesen fogyasztott cukrot, tehát a bendőadaptáció lezajlott. Továbbá meghatározták ugyanezen cukrok esetében a gáztermelődést (nem adaptált bendőfolyadékot használva).

**KEZELÉSEK** Jelen kivonat nyolc különböző cukor mikrobiális lebomlását mutatja be. A bendőfolyadékot a reggeli etetést követő 6. órában vették le a 4 bendőfisztulás üszőtől. A takarmányadag alapja fűszéna és abrak volt (85:15, a szárazanyagban megadva). Az adag 12.6% szá. nyersfehérjét, 52% szá. NDF-t, 5,2% szá. keményítőt és 4,43% szá. cukrot tartalmazott.

- **Kísérlet 1: a rövid távú (*in vitro*) lebomlás vizsgálata különböző bendőfolyadékokkal.** A cukrokat (0.3 g/125 mL üveg) adaptált vagy nem adaptált üszöktől származó bendőfolyadékkal kezelték. Az adaptáció: egy héttel az *in vitro* kísérlet előtt két üsző 150 g cukorkeveréket kapott (a cukrok egyenlő arányú keverékével), ami kb. 2%-a volt az adagnak (szá. alapon). Az inkubáció 24 órán át zajlott és az 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 20, 24 órában vettek mintát.
- **Kísérlet 2: a hosszú távú (*in vitro*) lebomlás vizsgálata.** Ugyanezen cukrokat vizsgálták, nem adaptált üszöktől származó bendőfolyadékkal. A korábbi kísérletet kiterjesztették 36, 48 és 72 órás mérésekkel.

## Eredmények

### Kísérlet 1: a rövid távú (*in vitro*) lebomlás vizsgálata különböző bendőfolyadékokkal

A különböző cukrok gáztermelése látható az 1. táblázatban (3, 9 és 24 órás mérési pontokkal). Az adatok egyértelműen jelzik, hogy van különbség a különböző cukrok lebomlási sebessége között. A glükóz, a fruktóz és a szacharóz termelte a legtöbb gázt (100-110 mL/g), míg a mannitol a legkevesebbet (21.75 mL/g) az első 3 óra alatt. Az említett monoszacharidok és a szacharóz (diszacharid) tehát korábban hozzájárulhat a mikrobiális bendőbéli lebontás számára. Az egyes cukrok lebomlási sebessége közötti különbség mérséklődött, de még a 9. órában is jelentős volt, majd kiegyenlítődött a 24. órára.

Az adaptált és a nem adaptált bendőfolyadékknak a gáztermelésre gyakorolt hatásában nem volt igazolható különbség.

1. táblázat Különböző cukrok *in vitro* gáztermelése (mL/g of dry matter) 3, 9 és 24 órás fermentáció alatt.

	3 óra		9 óra		24 óra	
	NON ADAPT	ADAPT	NON ADAPT	ADAPT	NON ADAPT	ADAPT
<b>Glükóz (szőlőcukor, 6 szénatom)</b>	<b>110</b>	<b>106</b>	<b>278</b>	<b>275</b>	<b>339</b>	<b>333</b>
<b>Fruktóz (gyümölcscukor, 6 szénatom)</b>	<b>105</b>	<b>99</b>	<b>280</b>	<b>276</b>	<b>340</b>	<b>343</b>
Xilóz (5 szénatom)	38	38	212	224	330	339
Galaktóz (5 szénatom)	43	42	250	256	334	345
Arabinóz (5 szénatom)	50	51	240	235	340	331
Mannitol (6 szénatom)	21	22	147	151	298	293
<b>Szacharóz (répacukor: glükóz+fruktóz)</b>	<b>106</b>	<b>116</b>	<b>274</b>	<b>264</b>	<b>337</b>	<b>325</b>
Laktóz (tejucukor: glükóz+galaktóz)	34	32	211	225	321	312

ADAPT – bendőfolyadék olyan üszőből, mely előzetesen kapott cukorkiegészítést, tehát adaptálódott a cukor lebontásához

A 2. táblázatban a különböző cukrok hatására termelődött illósavak mennyisége és a termelődött savak moláris aránya (%: mmol/100 mmol összesav) látható 24 órás inkubáció alatt. Az illósavak mennyiségét statisztikailag igazolhatóan befolyásolták a különböző cukrok, de a gyakorlat számára ezen különbségek nem tekinthetők jelentősnek egymáshoz viszonyítva. A keletkező illósavakon belül az ecetsav volt a domináns, ezt követte a propionsav, majd a vajsav mennyisége. A vajsav a bendőben kedvező hatású, gyorsan felszívódik, és jól hasznosul. Az adaptált és a nem adaptált bendőfolyadék hatása között nem volt igazolható különbség (az illósavak mennyiségére vonatkozóan).

2. táblázat Különböző cukrok illósavtermelése (VFA, mmol/L) és a termelődött egyes savak moláris aránya (%: mmol/100 mmol összesav) 24 órás inkubáció alatt

		Glükóz	Fruktóz	Xilóz	Galaktóz	Arabinóz	Mannitol	Szacharóz	Laktóz
Illósavak, mmol/l	ADAPT	40,4	41,6	47,2	44,6	47,6	40,0	39,8	42,6
	NON ADAPT	42,9	43,8	47,2	43,7	50,1	41,0	39,9	39,5
Ecetsav, %	ADAPT	47,4	47,3	52,9	50,1	53,1	44,3	47,3	53,8
	NON ADAPT	49,4	49,1	55,7	52,3	54,7	43,8	48,5	55,0
Propionsav, %	ADAPT	27,0	27,4	29,6	27,4	28,9	33,0	28,6	29,0
	NON ADAPT	28,5	29,6	28,4	28,0	28,4	33,5	28,6	27,0
Vajsav, %	ADAPT	20,5	20,3	12,7	17,1	12,8	17,0	20,2	12,3
	NON ADAPT	16,4	15,6	10,5	14,0	11,0	16,3	17,3	12,6
NGR*	ADAPT	3,3	3,2	2,6	3,1	2,7	2,4	3,2	2,7
	NON ADAPT	2,9	2,7	2,7	2,9	2,7	2,3	2,9	3,0

\*nem glükogén savak aránya: (ecetsav+vajsav)/propionsav

### Kísérlet 2: a hosszú távú (*in vitro*) lebomlás vizsgálata

A második kísérletben nem adaptált bendőfolyadékot alkalmaztak, mivel az első kísérletben nem volt különbség a két bendőfolyadék között. Mivel az első kísérletben nem volt platója (csúcsa) a gáztermelésnek, ezért meghosszabbították a kísérletet 72 órára. A különböző cukrok hatására kialakuló gáztermelődési görbe egyes paraméterei a 3. táblázatban láthatóak (72 órás inkubáció során).

Az egyes cukorforrások gáztermelése között szignifikáns különbséget mértek. A fruktóz esetében mérték a leggyorsabb lebomlási sebességet (10.57%/óra) annak ellenére, hogy a becsült, potenciális gáztermelés ebben az esetben volt a legkisebb (368 mL/g sza.) A glükóz sebessége hasonlóan alakult a fruktózéhoz, míg a szacharóz lebomlásának sebessége (9,83%/óra) szintén gyors volt (de szignifikánsan mégis alacsonyabb, mint a két monoszacharidé). A szakirodalom szerint is általában a fruktóz és a glükóz, valamint a belőlük felépülő szacharóz lebomlása a leggyorsabb a többi cukorszerű szénhidráthoz viszonyítva.

**3. táblázat** A különböző cukrok hatására kialakuló gáztermelődési görbe egyes paraméterei  
72 órás inkubáció során

	Potenciális gáztermelés, mL/g sza.	Fermentációs ráta, %/óra
<b>Glükóz</b>	372	<b>10,42</b>
<b>Fruktóz</b>	368	<b>10,57</b>
Xilóz	378	6,79
Galaktóz	374	7,22
Arabinóz	386	7,18
Mannitol	385	4,63
<b>Szacharóz</b>	368	<b>9,83</b>
Laktóz	379	6,08

**KÖVETKEZTETÉSEK** A mono- és a diszacharidok bendőbeli lebomlásának mértéke eltérő. A fermentációs ráta mellett a cukrokból a bendőben keletkező illósavak (ecetsav, propionsav, vajsav) mennyisége és moláris aránya is különbözhet egymástól. A fruktóz és a glükóz bomlik le a leggyorsabban a bendőfolyadék hatására *in vitro*. A gáz és illósavak termelődését azonban nem befolyásolta az előzetesen etetett cukor, tehát a bendőfolyadék adaptációja nem volt hatással a lebomlás mértékére.