

***A cukorcirok-feldolgozás egyes melléktermékeinek silózhatósága***

*Ensiling of several sorghum by-products*

orosz.szilvia@mkk.szie.hu bellus.zoltan@gmgi.hu

<sup>1</sup>SZIE Takarmányozástani Tanszék, egyetemi docens

<sup>2</sup>VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, főosztályvezető

<sup>3</sup>Limpopo University, Private Bag X1106, Sovenga, 0727, South Africa.

**Összefoglalás**

A kísérlet célja a cukorcirok, mint bioalkohol- és cukorkinyerésre alkalmas tömegtakarmány, illetve a kinyerési folyamatokra kevésbé alkalmas melléktermékei silózhatóságának, továbbá az erjedés minőségének vizsgálata volt.

A cukorcirok fajtát a Gödöllő térségében található szántóföldi területen 2009-ben vetettük el május első hetében. A betakarításra a cukortartalom függvényébe október 30-án került sor. A teljes növény 70%-a esetében a levelet és a bugát a szártól elválasztottuk. A teljes növényt, illetve a leválasztott levelet szecskáztuk. A kísérlet során a teljes ciroknövényt, a ciroklevelet önmagában (melléktermék), illetve cirok buga-levél (1:1) keveréket (melléktermék) silózva vizsgáltuk az erjedés lefolyását (erjedésdinamika), a végtermék erjedésének minőségét, a táplálóanyagok erjedési veszteségének mértékét, a szilázs higiéniai állapotát, valamint az etethetőség esetleges korlátait.

A táplálóanyag-tartalom adatai alapján megállapítható volt, hogy a buga-levél 1:1 arányú keverék és a ciroklevél zúzalék minden paraméterében egymáshoz hasonlóan bizonyult, lényegi eltérés a két alapanyag és a két szilázs között táplálóanyag-tartalom tekintetében nem volt. A cirok teljes növény zúzalékból készült szilázs táplálóanyag-összetétele kedvezőbbnek bizonyult, mint a buga-levél 1:1 arányú keverék- és a ciroklevél- szilázsé, mert hasonló nyersfehérje-tartalom mellett alacsonyabb NDF, ADF és cellulóz-érték jellemezte. A kisebb rosttartalom általában kedvezőbb táplálóanyag-emészthetőségre és bendőbeli lebonthatóságra utal.

Az összpenész-számban mindhárom silózási alapanyag esetében jelentős csökkenés következett be (kiindulási összpenész-szám teljes növény  $\log_{10} 7,1$  CFU/g, buga-levél keverék  $\log_{10} 7,0$  CFU/g és levél  $\log_{10} 6,1$  CFU/g). A legkedvezőbb értéket a cirok teljes növény zúzalék ( $\log_{10} 3,0$  CFU/g), nagyobb összpenész-számot a buga-levél 1:1 arányú keveréke ( $\log_{10} 4,4$  CFU/g), míg a legnagyobb értéket a ciroklevél zúzalék ( $\log_{10} 5,1$  CFU/g) esetében mértük, ami egyben az instabilitás mértékére is utal.

A kísérlet során megállapításra került, hogy a ciroklevél zúzalék és a buga-levél 1:1 arányú keverékének zúzaléka egyaránt silózható. A ciroklevél és a buga-levél 1:1 arányú keveréke hasonló szervessav-aránnyal, de kisebb intenzitással erjedt, mint a 29% szárazanyag-tartalmú cirok teljes növény. A levél- és a buga-levél keverék szilázs szárazanyag-tartalma 40 és 45% volt, ami az erjedés intenzitását korlátozta. A ciroklevél zúzalék esetében a kémhatás-csökkenés és a szervessav-tartalom olyan kevésnek bizonyult, ami már instabilitásra utal és a hosszú távú tárolhatóságot, valamint az etethetőséget is korlátozhatja. Ezért a silózást megelőzően a ciroklevél-zúzalék nedvességtartalom-növelése javasolható. A cirok buga-levél 1:1 arányú keveréke esetében az adott nedvességtartalom elegendőnek bizonyult a stabilitás- és a hosszú távú biztonságos tárolás eléréséhez.

**Bevezetés és célkitűzés**

A ciroknövény szárazságtűrése különösen kiváló, a vegetációs időszakban képes kiheverni az aszálykárt és regenerálódik. A szárazságtűrés a cirok viaszos levélzetével és viszonylag alacsony sztómaszámával, továbbá erőteljes, mélyre hatoló járulékos gyökérrendszerével magyarázható. Aszályos években szinte az egyedüli nagy tömeget adó takarmánynövény, amely biztonságosan terem (Orosz *et al*, 2002, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d, 2004, 2005). A cukorcirok zöldhozama elérheti az 50-90 t/ha-t, és az ehhez tartozó 4-9 t/ha cukorhozamot. Napjainkban, jelentős cukortartalma révén a bioetanol gyártás egyik legígéretesebb alapanyaga. A cukor azonban elsősorban a szárban található meg, így cukorkinyerés

szempontjából a levél és a buga kevésbé értékes mellékterméknek tekinthető. Ezen melléktermékek silózhatóságáról és etethetőségéről jelenleg keveset tudunk.

A kísérlet célja egy a bioetanol előállítása céljából cukorkinyerésre alkalmas tömegtakarmánynak, a cukorciroknak, illetve a cukorkinyerésre kevésbé alkalmas növényi részeknek, mint melléktermékeknek a silózhatósága, az erjedés minőségének vizsgálata volt. A kísérlet során a teljes ciroknövényt, csak ciroklevélet (melléktermék), illetve cirok buga-levél (1:1) keveréket (melléktermék) alkalmazva vizsgáltuk anaerob fázisban az erjedés lefolyását (erjedésdinamika), a végtermék erjedésének minőségét, a táplálóanyagok erjedési veszteségének mértékét, a szilázs higiéniai állapotát és az etethetőség esetleges korlátait.

## ***Anyag és módszer***

### *Betakarítás, aprítás*

A ciroknövény betakarítása kézi erővel történt 2009. október utolsó dekádjában. A betakarított mennyiség 60%-a esetében a növényt levélre és bugára bontottuk. A teljes növényt, illetve az egyes növényi részeket aprítottuk és homogén alapanyagot állítottunk elő.

### *A buga-levél arány kialakítása*

A keverés arányának meghatározásakor az volt a cél, hogy a szárazanyag-tartalom elérje a 30-35% közötti tartományt és ne haladja meg az 50%-ot. Ennek oka a későbbi nagyüzemi tartósítási technológia (pl. fóliatömlő, falközi siló): a megfelelő tömöríthetőség, megfelelő minőségű (nem ecetes) erjedés és a csurgaléklé képződésének minimálisra való csökkentése volt. Továbbá a növény egyes részeinek súlyaránya alapján meghatároztuk azt a keverési arányt, ami reálisnak tekinthető a nagyüzemi betakarítási technológia mellett.

### *Silózás, a kísérlet beállítása*

A silózási kísérletet 2009. október 30. és december 11. között végeztük el a Szent István Egyetem Takarmányozástani Tanszékének kísérleti terén. Speciális modellsilóban történt a silózás, légmentes zárással. A kézi előtömörítést (rétegenként) követően a légmentes zárás csavarmentes dugattyúval történt ismert térfogat és nettó alapanyagsúly mellett. Cél volt a gyakorlatban általánosan alkalmazott és az erjedés szempontjából is megfelelő térfogatsúly (tömörség): min. 180-200 kgsza./m<sup>3</sup> elérése. A modellsilók tárolása szobahőmérsékleten történt (20°C) izolált teremben.

### *Kísérleti elrendezés*

A kísérletben 5 ismétlésben, 2 bontásra, összesen kezelésenként 10 db modellsiló, mindösszesen 30 db modellsiló lett beállítva.

1. CTN cirok teljes növény (10 db modellsiló) zúzalék
2. CL cirok levél (10 db modellsiló) zúzalék
3. CBL cirok buga és levél (1:1 arányban nedves alapon számolva) zúzalék keverék(10 db modellsiló)

### *Silóbontások*

Az anaerob (fermentációs) fázisban a silóbontások 2 szakaszban történtek. Az első bontás az erjedés 7., majd a 40. napján történt. Minden alkalommal kezelésenként 5 ismétléssel dolgoztunk. A zöld alapanyagból, valamint a 7., 40. napon vett szilázs mintákból, az alábbi vizsgálatokat a vonatkozó hazai szabványoknak megfelelő hajtottuk végre: pH-mérés, tej- és illózsírsav-vizsgálat, etanol, ammónia-N, cukortartalom, nyers táplálóanyagok, rostfrakciók, összkarotin, összpenész- és aerob mezofil csíraszám.

## Eredmények ismertetése és értékelése

### A tömöríthetőség eredményei

A tömörítés során hasonló alapanyag-mennyiséget használtunk fel (CTN: 2,2 kg/modellsiló, CL: 1,4 kg/modellsiló, CBL: 1,6 kg/modellsiló). Azonos anyagterfogat és különböző szárazanyag-tartalom mellett így tudtuk beállítani az azonos szárazanyag térfogatsúlyt (CTN: 190 kg szá./m<sup>3</sup> modellsiló, CL: 192 kg szá./m<sup>3</sup> modellsiló, CBL: 195 kg szá./m<sup>3</sup> modellsiló). Megállapítható, hogy a nagy szárazanyag-tartalmú levélfrakció tömörítése rendkívül körülményes és nehézkes volt a nagy szárazanyag-tartalom miatt, a kis szecskaméret ellenére. Ezért nagyüzemi felhasználásakor hasonló szárazanyag-tartalom esetében nedvességnövelő adalékanyag használatát javasoljuk. A teljes növény és a levél-buga keverék esetében a tömöríthetőséget megfelelőnek ítéltük.

### A táplálóanyag-tartalom változásának eredményei

A silózás alapanyagainak táplálóanyag-koncentrációja a 1. táblázatban látható.

1.táblázat. A silózás alapanyagainak táplálóanyag-tartalma (2009, n=5)

Friss alapanyag		CTN	CBL	CL
Szárazanyag	g/kg	278,2	394,0	490,1
Nyersfehérje	g/kg szá.	55,2	47,4	51,9
Nyerszsír	g/kg szá.	30,8	29,7	20,7
Nyersrost	g/kg szá.	327,1	349,1	338,0
Nyershamu	g/kg szá.	62,6	51,8	53,9
Nmka	g/kg szá.	524,3	522,0	535,5
NDF	g/kg szá.	694,8	750,4	751,9
ADF	g/kg szá.	374,9	408,0	396,2
ADL	g/kg szá.	40,8	42,6	45,8
Hemicellulóz	g/kg szá.	319,9	342,4	355,6
Cellulóz	g/kg szá.	334,0	365,4	350,4
AEMB	log <sub>10</sub> CFU/g	8,20	8,02	7,23
Összpenész	log <sub>10</sub> CFU/g	7,09	6,99	6,05

Az erjedés 40. napján a cirok alapú szilázsok táplálóanyag-koncentrációja a 2. táblázatban látható.

**2. táblázat.** A silózás alapanyagainak táplálóanyag-összetétele a 40. mintavételi napon (2009, n=5)

40. napi bontás, n=5			CTN	CBL	CL
Száranyag	g/kg	átlag	291,5	400,9	453,2
		szórás	7,1	5,8	15,2
Nyersfehérje	g/kg sza.	átlag	52,1	53,9	45,2
		szórás	4,7	3,2	2,8
Nyerszsír	g/kg sza.	átlag	15,0	18,2	25,3
		szórás	0,9	0,5	3,1
Nyersrost	g/kg sza.	átlag	304,0	330,1	340,4
		szórás	11,5	3,3	2,9
Nyershamu	g/kg sza.	átlag	51,6	56,7	57,1
		szórás	4,9	3,1	4,5
Nmka	g/kg sza.	átlag	577,3	541,1	532,0
		szórás	6,7	4,9	8,2
NDF	g/kg sza.	átlag	610,4	745,3	740,1
		szórás	21,5	9,3	3,4
ADF	g/kg sza.	átlag	342,1	416,1	409,3
		szórás	10,1	7,6	8,7
ADL	g/kg sza.	átlag	53,0	57,2	41,3
		szórás	2,5	1,9	2,1
Hemicellulóz	g/kg sza.	átlag	238,1	315,9	320,5
		szórás	4,3	5,8	7,9
Cellulóz	g/kg sza.	átlag	288,5	355,1	366,5
		szórás	9,1	6,8	5,9

A táplálóanyag-tartalom adatai alapján megállapítható, hogy a CBL (buga+levél 1:1 arányban) és a CL minden paraméterében egymáshoz hasonlóan bizonyult, lényegi eltérés a két alapanyag és a két szilázs között (táplálóanyag-tartalom tekintetében), nem volt. A CTN összetétele kedvezőbbnek bizonyult, mint a CBL és a CL, mert hasonló nyersfehérje-tartalom mellett alacsonyabb NDF, ADF és cellulóz-érték jellemezte. A kisebb rosttartalom általában kedvezőbb táplálóanyag-emészthetőségre és bendőbeli lebonthatóságra utal. Az erjedés során jelentős változás csak a hemicellulóz-tartalomban következett be. Az intenzíven erjedő CTN esetében nagy (17,6%), míg a kis intenzitással erjedő CBL esetében közepes (8,1%) és a szintén kis intenzitással erjedő CL esetében mindössze 5%-os veszteség következett be a hemicellulóz-tartalomban.

### Az erjedés eredményei

Az anaerob fázis 7. és 40. napján mért, erjedést jellemző paraméterek a 3. táblázatban láthatóak.

**3. táblázat** A cirok alapú szécskázott anyag erjedésének jellemzői (2009, n=5)

			7. nap, n=5			40. nap, n=5		
			CTN	CBL	CL	CTN	CBL	CL
pH	n=3	átlag	4,3	5,7	6,3	3,7	5,0	5,6
		szórás	0,1	0,1	0,5	0,3	0,4	0,5
Tejsav	g/kg sza. n=3	átlag	20,6	7,6	3,9	106,7	14,3	9,42
		szórás	1,3	2,0	3,5	1,8	4,2	3,17
		% összesav	58,4	67,3	59,9	74,9	72,5	73,35
Ecetsav	g/kg sza. n=3	átlag	14,7	3,6	2,3	14,5	5,3	3,02
		szórás	1,3	0,2	1,3	0,9	0,4	1,36
		% összesav	41,6	32,7	40,1	29,2	27,4	23,55
Propionsav	g/kg sza. n=3	átlag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,13
		szórás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
		% összesav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,08
Vajsav	g/kg sza. n=3	átlag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25
		szórás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,07
		% összesav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,02
Etanol	g/kg sza. n=3	átlag	14,1	6,7	5,4	22,2	7,7	11,4
		szórás	2,6	0,9	3,3	1,8	0,3	3,7
Illózsírsavak	g/kg sza. n=3	átlag	14,7	3,6	2,3	14,5	5,3	3,4
		szórás	1,3	0,2	1,3	0,9	0,4	1,4
Szerves savak	g/kg sza. n=3	átlag	35,2	11,2	6,1	121,2	19,6	12,8
		szórás	1,8	2,0	4,6	2,6	4,1	4,1
Fermentációs termék	g/kg sza. n=3	átlag	49,3	17,8	11,5	143,4	27,3	24,2
		szórás	3,2	2,4	5,6	0,8	4,4	4,9
Tejsav/ecetsav	g/g n=3	átlag	1,4	2,1	1,6	7,4	2,7	3,2
		szórás	0,2	0,6	0,7	0,1	0,8	1,0
AmmóniaN/összN	% n=3	átlag	13,0	14,6	11,0	21,0	25,0	20,0
		szórás	1,1	0,3	1,0	3,4	2,6	2,8
AEMB	log <sub>10</sub> CFU/g n=3	átlag	5,4	8,1	8,5	6,0	8,7	9,0
		szórás	0,1	0,1	0,4	0,6	0,5	0,9
Összpenész	log <sub>10</sub> CFU/g n=3	átlag	2,3	3,4	4,3	3,0	4,4	5,1
		szórás	0,3	1,1	1,8	0,2	0,9	1,9

Mindhárom anyag a 7. erjedési napon még az ecetsav-képződés fázisában volt, amelyre az ecetsav viszonylagosan nagy aránya utal (CTN: 41,6%, CBL: 32,7% és CL: 40,1%). Ebben a fázisban relatíve nagy etanol-koncentrációt mértünk, ami a levegő jelenlétére és csak fokozatos csökkenésére utal (aerob élesztőgombák). A legintenzívebb erjedést a CTN esetében mértünk. Kevésbé volt intenzív az erjedés a CBL esetében. A legkisebb intenzitású erjedés a CL esetében volt mérhető, ami a jelentős szárazanyag-tartalommal magyarázható (46%)

A CTN esetében a 7. napot követően intenzív tejsavas erjedés indult el, amire a tejsav rendkívül nagy aránya utal (106,7 g/kg sza és 74,9%). Ehhez képest a CBL és a CL megfelelő savi aránnyal (CBL tejsav: 72,5% és CL tejsav: 73,4%), de abszolút értékben kevés sav képződése mellett erjedt (CBL tejsav: 14,3g/kg sza. és CL tejsav: 9,4 g/kg sza.). A CBL esetében a gyenge erjedés ellenére az anyag elérte a

kritikus kémhatás értékét (CBL pH: 5,0), ezért hosszú távon stabilitás várható. Ezen sav mennyiség nem volt elegendő a CL esetében a kritikus kémhatás eléréséhez (CL pH: 5,6). A CL esetében a nagy szárazanyag-tartalom miatt bekövetkező gyenge erjedés miatt instabilitás várható hosszú távú tárolás során. Ezért javasolt a nedvesség-tartalom növelése a silózást megelőzően. A tejsav:ecetsav általánosan elfogadott aránya jól erjedt szilázsokban 3:1. A teljes növény (CTN) erjedéséről megállapítható, hogy a 40. napon intenzív, dominánsan tejsavas erjedés jellemezte, amit a 7,4:1 tejsav:ecetsav arány támaszt alá. Az erjedés vontatottnak ítéltető, mert a 7. napon a T:E arány még csak 1,4 volt. Ezt követően azonban intenzív tejsavas erjedés indult el a szilázsban, mint azt a korábbi eredmények is mutatták. A CBL esetében (T:E 2,7:1 a 40. napon), a mért érték megközelítette az ideális arányt, a CL mintákban pedig kis mértékben meg is haladta azt (T:E 3,2:1 a 40. napon) a 40. napon. Ezen értékek segíthetik a stabilitást hosszú távú tárolás esetében, de sokkal kisebb biztonságot nyújtanak a teljes növény erjedéséhez képest.

Az aerob mezofil baktériumok eredményei alapján megállapítható, hogy a nedves CTN esetében az aerob mikroorganizmusok szaporodása a silózást követően lelassult. A CBL és a CL esetében nem volt csökkenés, ami nagyobb porozitásra utal. Az összpenész-számban jelentős csökkenés következett be mindhárom silózási alapanyag esetében. A legkedvezőbb értéket a CTN, nagyobb összpenész-számot a CBL, míg a legnagyobb penészszámot a CL esetében mértük, ami egyben az instabilitás mértékére is utal.

### **Összefoglaló**

A kísérlet során megállapításra került, hogy a ciroklevél-zúzalék és a buga-level 1:1 arányú keverékének zúzaléka egyaránt silózható, táplálóanyag-tartalmában a teljes cirok növényhez hasonló eredménnyel. A ciroklevél és a buga-level 1:1 arányú keveréke azonban, ugyan hasonló szerves sav aránnyal, de kisebb intenzitással erjedt, mint a 29% szárazanyag-tartalmú cirok növény. A levél és a buga-level keverék szilázsok szárazanyag-tartalma 40 és 45% volt, ami az erjedés intenzitását korlátozta. A ciroklevél-zúzalék esetében a kémhatás-csökkenés és a szervessav-tartalom olyan kevésnek bizonyult, ami már instabilitásra utal és a hosszú távú tárolhatóságot, valamint az etethetőséget korlátozhatja. Ezért a ciroklevél-zúzalék esetében a silózást megelőzően nedvességtartalom-növelést javasolunk. A cirok buga-level 1:1 arányú keveréke esetében a nedvességtartalom elegendőnek bizonyult a stabilitás- és a hosszú távú biztonságos tárolás eléréséhez.

### **Irodalomjegyzék**

- Orosz Sz., Székely Cs., Medve B., Balogh K., Kapás S. (2002) Különböző érési idejű kukorica hibridek cirokkal történő termesztésének és modellsilóban való erjesztésének vizsgálata. *XXIX Óvári Tudományos Napok Mosonmagyaróvár*. Október 3-4. CD-formátum
- Orosz Sz., M. Mézes, E. Zerényi, Z. Bellus., Zs. Kelemen., B. Medve, S. Kapás. (2003a) Joint growing and silage making of maize with sorghum and evaluation of mixed silages. *Proc. 11th International Scientific Symposium on Forage Conservation, Nitra (Szlovákia)* 144-145.
- Orosz Sz., Z. Bellus., Zs. Kelemen., E. Zerényi, J. Helembai, H. Sárközi, S. Kapás. (2003b) Comparison of yield, nutrient content and quality of different maize hybrids cultivated and fermented with or without sorghum *Proc. Conference on Nutrition of Domestic Animals "Zadravec-Erjavec Days", Radenci (Szlovénia)* 216-222.

- Orosz Sz., Z. Bellus, Zs. Kelemen, E. Zerényi, J. Helembai, H. Sárközi, S. Kapás (2003c) Improvement of yield and yield safety of different silage maize hybrids cultivated with sorghum for dairy farms located in potential droughty areas. *III. Alps-Adria Scientific Workshop. Dubrovnik (Horvátország)* 159-163.
- Orosz Sz., Mézes M., Zerényi E., Bellus Z., Kelemen Zs., Medve B., Kapás S. (2003d) A kukorica és a cirok együttes termesztése, silóztatása és a keverékszilázsok értékelése. *Takarmányozás*. 6.(1).5-11.p.
- Orosz Sz., Mézes M., Iván F., Kapás S (2004) A cirok és a kukorica együttes termesztésének szerepe a szarvasmarha szilasztakarmány-ellátásában. *Holstein Magazin*. 12. (2) 38-40. p.
- Orosz Sz., Bellus Z., Kelemen Zs., Zerényi E., Helembai J., Sárközi H., Kapás S. (2005) Investigation of different maize hybrids cultivated and fermented with or without sorghum. *Bulletin of Szent István University. Gödöllő* 29-35.

A kutatást a „Cukorcirok integrált mezőgazdasági, termelési, tárolási, feldolgozási és logisztikai rendszerének kidolgozása NTP TECH\_08A-3/2-2008-401” pályázat támogatta. (NTP TECH\_08A-3/2-2008-401 C\_CIROK1).