

Silócirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) hibridkombinációk néhány értékmérő tulajdonságának vizsgálata

¹JÓVÉR JÁNOS – ¹CZIMBALMOS ÁGNES – ²GYŐRI ZOLTÁN – ¹PUSKÁS ÁRPÁD

¹Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutatóintézet, Karcag

²Debreceni Egyetem ATK Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

Összefoglalás

A megújuló energiák a jövőben igen komoly szerepet tölthetnek be mindennapjaink energiagazdálkodásában. Hazánkban a megújuló energiák egyik perspektivikus ágazata a bioenergetika lehet, aminek tekintetében igen jelentős potenciállal rendelkezünk. Az Európai Unió által életre hívott célkitűzések indokoltá teszik ezen ágazat fejlesztését, amelybe egyes esetekben már a növénynevelési célkitűzések meghatározása is kiemelkedően fontos lehet.

Munkánk során hét silócirok hibridkombináció értékelését végeztük el azzal a céllal, hogy kvantitatív értékelést kapjunk azok teljesítményéről. A kísérletben a hibridek anyai komponense azonos volt, míg az apavonalak eltérő törzsekből származtak. A vizsgálatok során a standard hibrid egy már államilag elismert, köztermesztésben lévő hibrid volt, amelynek anyavonala megegyezett a kísérletben szereplő anyatörzsszel.

A vizsgálatok során a próbahibridek magasságát, biomassza hozamát, a szár nedvességtartalmát, a tenyészidőszak hosszát, valamint a cukortartalmakat vizsgáltuk, amelyek kiegészültek a szervezeti különbségekre irányuló morfológiai vizsgálatokkal. A keresztezéseket 2012-ben végeztük el, a kísérletet pedig 2013-ban állítottuk be a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutatóintézetben.

Méréseink során 71,25-75,25 % közötti átlagos nedvességtartalmakat mértünk a szárbán, az átlagos magasság pedig 180-190 cm körül alakult. Hozam tekintetében a 7,16 kg/m² átlagos biomassza-hozam mellett a H3 hibrid, míg cukortartalom tekintetében a H3 és H5 hibridek teljesítménye volt kiemelkedő, amely eredmények meghaladták a standard hibridét.

Kulcsszavak: silócirok, növénynevelés, hibridek, bioenergia

Bevezetés

A világ energiafelhasználásának jelenleg 19 %-a származik megújuló forrásokból, amelyeknek megközelítőleg a fele biomassza eredetű (REN21, 2013). A megújuló energiák széleskörű elterjesztésének támogatására a 2009/28/EK Irányelv 2020-ra a megújuló energiák részarányának 20 %-ra való növelését irányozza elő a közösségi energiafogyasztásban az EU tagállamok számára. A bioenergetikai ágazat ezen aspektusai indokoltá teszik olyan növénykultúrák széleskörű termesztését, amelyek az energetikai célú felhasználás alapanyagkörét képezhetik. A hazai viszonyok között számos növényfaj kecsegtet pozitív eredményekkel, amelyek közül a cirok mindenképp megemlítendő.

A cirok C4-es növény, amelynek géncentruma feltehetően Afrika, Etiópia és Szudán környéke (Vavilov, 1949). Melegkedvelő növény, termesztése meglehetősen elterjedt a világon. Tekintettel arra, hogy jól tűri az aszályt, valamint a gyengébb talajokon is eredményesen termeszthető, kifejezetten perspektivikus növénynek tekintendő (Barabás és Bányai 1985; Sakellariou-Makrantonaki et al., 2007; Németh 2009).

Kiemelkedő képessége, hogy hosszabb aszályos periódus után az időjárás csapadékosabbra fordulásával regenerálódni képes (Antal 2000), aminek köszönhetően kicsi a silócirok évenkénti termésingadozása (Izsáki és Németh 2008). A szélsőségesen száraz területeken a kukorica alternatívája lehet önmagában vagy kukoricával együtt vetve (Pepó et al., 2011).

A silócirok tekintetében a kedvező takarmányozási tapasztalatokon túl az energetikai hasznosításban is biztatóak az eddigi eredmények mind a kutatás, mind a gyakorlat tekintetében. Magas hozama és cukortartalma előirányozza a bioenergetikai hasznosítás lehetőségét, úgy mint a biogáz- vagy bioetanol-előállítás. A cirok energetikai hasznosításának kutatása már több évtizede kezdetét vette hazánkban is (Surányi 1946; Bányai 1980; Kapocsi et al., 1983). A cirok cukortartalmát illetően igen széles körben áll rendelkezésre hazai és külföldi irodalom (Blaskó et al., 2008; Dalíva-Gomez et al. 2011; Mojovic et al., 2009; Kovács et al., 2011; Goshadrou et al., 2011), amely eredmények alapján a silócirok hibridek nedvességtartalomra vonatkoztatott cukortartalma akár 18-20 % is lehet (Kovács et al. 2011), míg Goshadrou et al. (2011) szerint ez az érték 16-18 % között alakul. A cukortartalom legnagyobb részt szacharóz, továbbá glükóz és fruktóz (Kovács et al. 2011).

A cirok alapul bioenergia-előállítás indokoltá teszi a cirokhibridek előállítását során kitzűzött speciális nemesítési célkitűzések meghatározását. Ebből adódóan a magas cukortartalmú hibridek előállítására irányuló keresztezések alapvető fontosságúak lehetnek a bioenergetikai ágazat számára. A ciroknemesítés egyik alapvető eszköze a heterózisnemesítés. Ebben az esetben nem fajtákat, hanem beltenyésztett törzseket keresztezünk annak érdekében, hogy a hibridvigor által a szülők teljesítményét meghaladó egyedeket állítsunk elő (Bálint, 1966). A heterózishatást cirokban először Corner és Karper (1927) írta le, amelyet követően Argikar és Chavan (1957) 26-201 %-os növekedést állapítottak meg a szemtermés mennyiségében és az ezerszemtömegben a heterózishatás eredményeként. Beltenyésztett vonalak rákeresztelési kísérletében egyes törzsek az átlagot 70 %-kal meghaladó, míg más törzsek ettől elmaradó hatást mutattak (Barabás, 1961). Cirok keresztezésekben Thokoza (2005) a virágzás, a növénymagasság, az oldalhajtások, a szárátmérő, a buga mérete, valamint a hektáronkénti hozam tekintetében írt le a heterózishatás eredményezte teljesítménynövekedést.

Vizsgálati anyag és módszer

Kísérletünket a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutatóintézet Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztályának cirok tenyészkertjében állítottuk be azzal a céllal, hogy egy anyai szülőkomponens más apai partnerekkel való kombinálódó képességét adott szempontok alapján kvantitatívan értékeljük. A vizsgálatok során a viszonyítási alapot egy már állami elismerést kapott kétvonalas silócirok jelentette. A standard silócirok hibrid anyai vonala pedig az anyai partner volt a tesztkeresztezések során.

A keresztezéseket 2012 nyarán végeztük el. A keresztezések során az anyabugák izoláló tasak alatt kerültek beporzásra. A fizikai izolációból adódóan hiányosan termékenyült bugák magjait 2013. május 7-én 14 m² területű bugautód parcellákba vetettük el, 70 cm sortávolsággal.

A tenyészkertet őszi búza elővetemény után, réti csernozjom talajon helyeztük el, ahol a kísérleti terület tápanyag-visszapótlását mellőztük. A kísérleti terület talajtani paramétereit az 1. táblázat részletezi.

1. táblázat: A kísérleti terület talajtani jellemzői

Vizsgált paraméter (1)	Mért érték (2)
pH (KCl) (3)	5,14
Arany-féle kötöttség (KA) (4)	53,50
Só % (5)	0,024 %
Humusz (6)	3,06 %
Mész (7)	<0,05 %
P ₂ O ₅ (AL-oldható) (8)	104,67 mg/kg
K ₂ O (AL-oldható) (9)	653,33 mg/kg
NO ₂ -NO ₃ (KCl-oldható) (10)	4,70 mg/kg
Mg (KCl-oldható) (11)	567,67 mg/kg
Zn (EDTA-oldható) (12)	2,73 mg/kg
Cu (EDTA-oldható) (13)	6,51 mg/kg
Mn (EDTA-oldható) (14)	516,17 mg/kg
Na (AL-oldható) (15)	39 mg/kg

Forrás: DE ATK Karcagi Kutatóintézet Központi Laboratórium

A vizsgálati évjárat klimatikus adatai alapján (2. táblázat) az éves csapadék mennyisége az Intézetben mért 50 éves átlaghoz igazodó, míg az évi középhőmérséklet alapján a vizsgálati év az átlagosnál melegebbnek tekinthető.

2. táblázat: Hőmérséklet- és csapadékmennyiség értékek a vizsgálati évben

	Középhőmérséklet (°C) (1)	Csapadék (mm) (2)
Január (3)	-0,3	42,5
Február (4)	2,6	51,0
Március (5)	3,8	110,2
Április (6)	12,8	47,3
Május (7)	17,3	81,9
Június (8)	20,4	62,9
Július (9)	22,8	8,8
Augusztus (10)	23,1	57,0
Szeptember (11)	15,0	21,7
Október (12)	12,6	42,1
November (13)	7,8	48,5
December (14)	1,2	0,2
Évi középhőmérséklet/ Éves csapadékmennyiség (15)	11,6	574,1

Forrás: DE ATK Karcagi Kutatóintézet Földművelési és Vidékfejlesztési Osztály

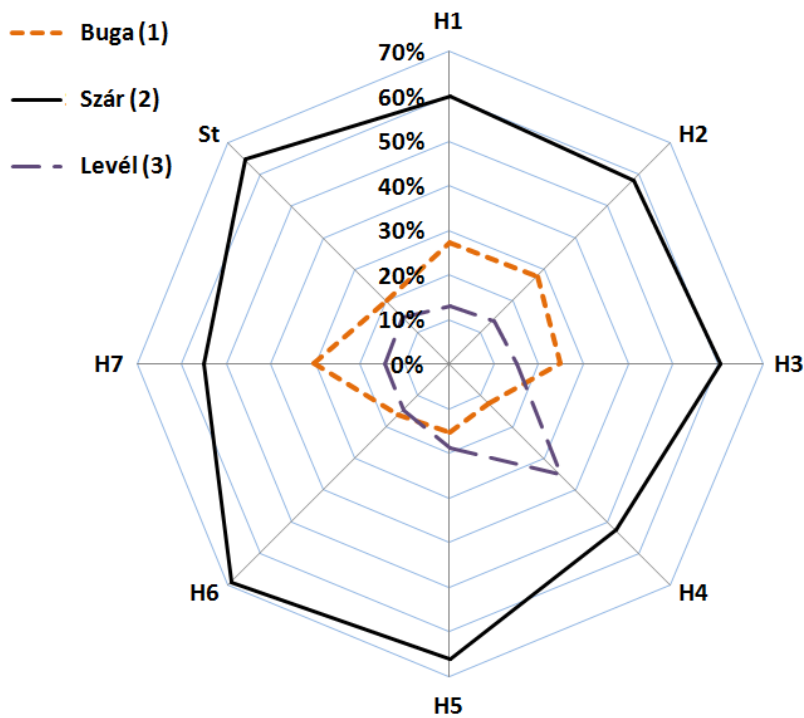
A terület gyommentességét flumioxazin hatóanyag-tartalmú herbiciddel, illetve sorközművelő kultivátor segítségével biztosítottuk.

A próbahibrideket a morfológiai vizsgálatokon túlmenően öt fő szempont alapján értékeltük, amelyek a magasság, a hozam, a szár nedvességtartalma, a cukortartalom és a tenyészidőszak hosszúsága voltak. A mintavételezést és a méréseket négy alkalommal végeztük el. A mintavételi időpontok az alábbiak voltak: szeptember 5; szeptember 20.; október 4. és október 21., amelyek a vetéstől számított 121., 136., 150. és 167. napokat jelentették. A mintavételezést két ismétlésben, 1 m² területről végeztük el, tekintettel arra, hogy magasabb mintaszám esetén azok minősége és egyes szempontok alapján a mérési eredmények megbízhatósága is megkérdőjelezhetővé vált volna a préselés és mintafeldolgozás időigényessége miatt. Az átlagos magasságot a betakarított területről származó összes növényegyed átlagában határoztuk meg, amely átlagosan 17-19 növényegyedet jelentett mintánként. A tenyészidőszak hosszát a virágzásig eltelt napok számával jellemeztük. A szár nedvességtartalmának vizsgálatát négy ismétlésben 105 °C-on, a szárak súlyállandóságig való szárításával határoztuk meg, ahol a szárítás előtti tömeg és a szárítás utáni tömeg különbsége jelentette a nedvességtartalmat.

A mintavétel során betakarított teljes szármennyiségből egy Bologna AMP/E 50/2 típusú csigás prés segítségével préseltük ki a cukros levet, amelynek cukortartalmát négy ismétlésben mértük. A cukorméréseket HANNA HI 96801 típusú digitális refraktométerrel végeztük el, az értékeket Brix°-ban határoztunk meg. A méréseket követően meghatároztuk a mért paraméterek legfontosabb statisztikai mutatóit, valamint az egyes mérési paraméterek tekintetében variancia-analízis segítségével vizsgáltuk meg a hibridek különbözőségét. Az adatfeldolgozást és a számításokat MS Office Excel, illetve R szoftver segítségével végeztük el (R Core Team, 2014).

Vizsgálati eredmények

Az első betakarítási időpontban minden vizsgált hibrid esetében megmértük a növényi részek tömegét is. Az eredmények tükrében minden esetben meghatároztuk a növényi részek százalékos részarányát a teljes biomasszára vonatkozóan, ami képet adott a próbahibridek buga:szár:levél arányait illetően (1. ábra). A növényi részek egymáshoz viszonyított arányait tekintve jelentős különbségeket állapítottunk meg. A H4 jelzésű hibrid esetében a levelezettség meghaladta a 30 %-ot, az átlagtól alacsonyabbnak mondható 52,5 %-os szárárány mellett. A H6-os hibrid esetében 69,3 %-os szárárányt mértünk 14,5 %-os levélarány és 16,2 %-os bugaarány mellett. A legmagasabb bugaarányt a H7 hibrid esetében mértük 30,4 %-os érték mellett.



1. ábra: A növényi részek egymáshoz viszonyított százalékos eloszlása a vizsgált hibridek esetében

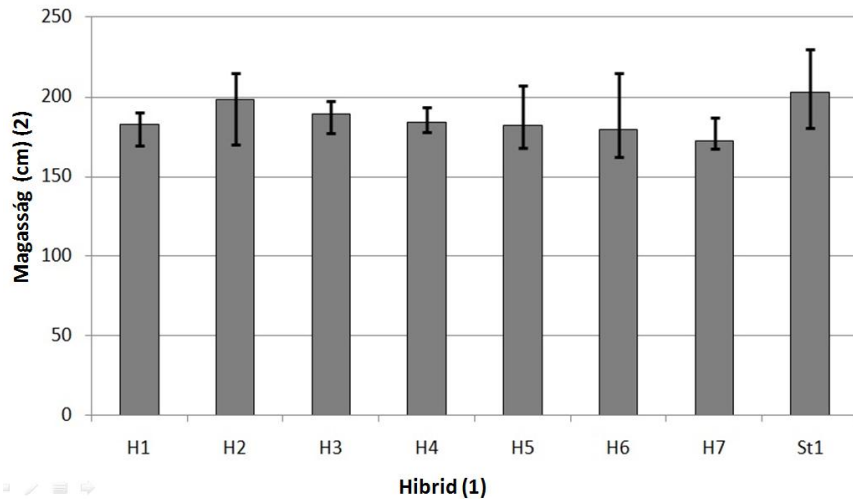
A tenyészidőszak hosszának értékelésekor azt tapasztaltuk, hogy a Berény esetében a 96. napon indult meg a virágzás. A próbahibridek körében a H3 jelzésű hibrid kivételével ettől alacsonyabb értékeket figyeltünk meg (3. táblázat).

3. táblázat: A vetéstől virágzásig eltelt napok száma a vizsgált hibridek esetében

Vizsgált hibrid (1)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	St
Napok száma (2)	92	90	96	93	90	91	89	96

Tekintettel arra, hogy a legkorábban virágzó, illetve a legkésőbb virágzó hibridek között egy hét különbség van a virágzás kezdetének időpontjában, megállapítható, hogy az apai komponens ilyen jellegű tulajdonsága fontos tényező lehet az F1 nemzedék koraiságában, amely később a cukorfelhalmozódás maximumának időpontját is befolyásolhatja.

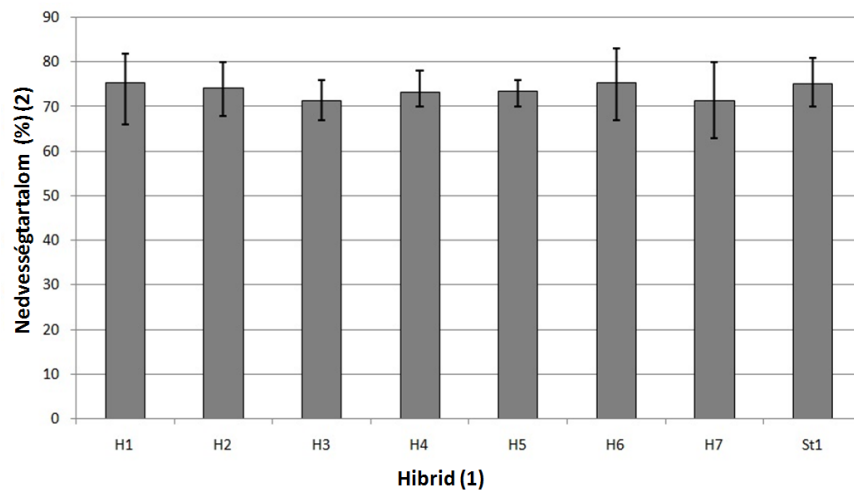
A magasság tekintetében mind a négy mintavételi időpont méréseit összevetettük. Az összes mérési adat tekintetében azt az eredményt kaptuk, hogy minden kombináció elmaradt a standard hibrid értékeitől, amelyet 180-230 cm magasságtartományon belül 203 cm átlagos magasság jellemez. Az átlagos magasság, valamint a hozzá tartozó minimum és maximum értékeket ábrázolva (2. ábra), a standard hibrid teljesítménye volt a legjobb.



2. ábra: A magasság-mérések eredményei

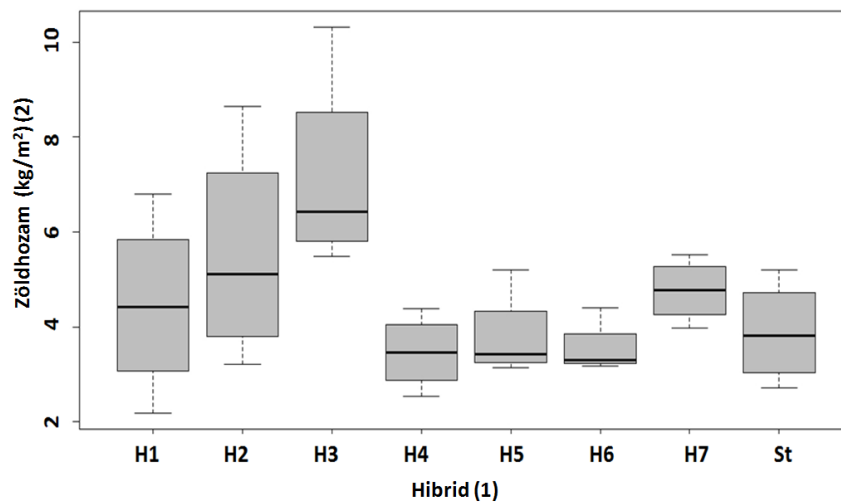
Méréseink során 163-230 cm közötti értékeket kaptunk. Legalacsonyabbnak a H7 jelzésű hibrid bizonyult, míg a standard eredményeit követően a legmagasabb a H2 hibrid volt. A variancia-analízis 5 %-os szignifikancia szint mellett nem mutatott szignifikáns különbséget a hibridek között a magasság tekintetében.

A szár nedvességtartalmának értékelése során mind a standard, mind a próba hibridkombinációk esetében 70 % és 80 % közötti nedvességtartalmakat mértünk. Ezen paraméter tekintetében a standard hibrid nem nyújtott átlagon felüli teljesítményt. A hibridkombinációk közül mind a maximális érték, mind az átlagos nedvességtartalom tekintetében több esetben is tapasztaltunk a standard értékeinél nagyobbakat (3. ábra). A vizsgált hibridek szárai 71,3-75,3 %-os átlagos nedvességtartalommal voltak jellemezhetőek. Ezen paraméter tekintetében a variancia-analízis 5 %-os szignifikancia szinten nem mutatott ki szignifikáns különbséget a hibridek között.



3. ábra: A száraz nedvességtartalom-méréseinek eredményei

A hozamok esetében lényegesen eltérő értékeket kaptunk. A négy mintavétel értékeit összesítve az eredmények jellemzően 3-5 kg/m² között változtak, de az 1 m²-re vetített zöldtömeg-hozam több esetben is jelentősen meghaladta a standard hibrid hozamait. A H3 próbahibrid 7,16 kg/m² átlagos biomassza-hozam mellett kiemelkedő teljesítményt mutatott a vizsgálatok során. A H3 jelzésű hibrid mérési eredmények mediánja 6,42 kg/m² volt, sőt mérési eredményeinek minimum értéke (5,48 kg/m²) magasabb volt, mint a standard hibrid esetében mért 5,24 kg/m² maximális érték.



4. ábra: A zöldhozamok esetében mért értékek boxplot diagramja

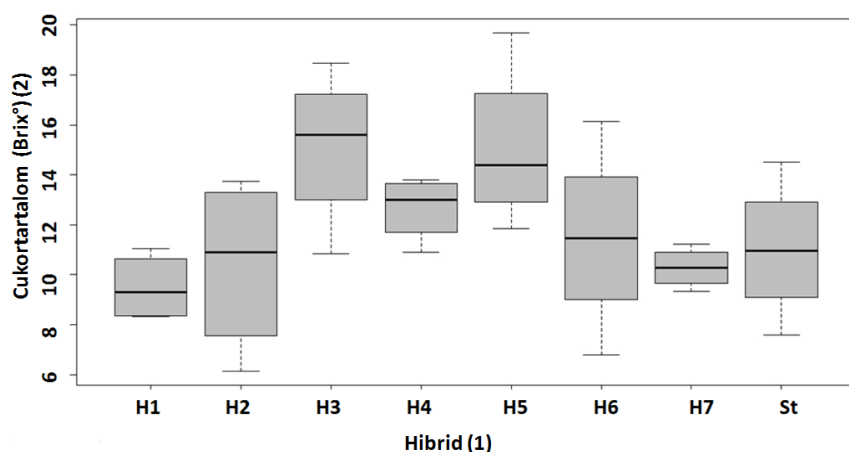
A variancia-analízis eredményeként azt kaptuk, hogy 5 %-os szignifikancia szinten a hibridek között szignifikáns különbség van, s a legkisebb szignifikáns differencia értéke 1,71 kg/m². Az számítások eredményeként a hibridek a 4. táblázat szerinti rangsorolásba tehetőek.

4. táblázat: A hibridek csoportosítása a zöldhozam alapján

Betűjelzés (1)	Hibrid (2)	Átlagos zöldhozam (kg/m ²) (3)
a	H3	7,16
ab	H2	5,53
bc	H7	4,77
bc	H1	4,46
bc	St	3,89
bc	H5	3,79
c	H6	3,55
c	H4	3,46

A legmagasabb zöldhozamú csoportba a H3 hibrid tartozik, míg a legkisebb zöldhozamú hibridek csoportjába a H6 és H4 hibridek tartoznak. Az „ab” és „bc” jelzéssel ellátott hibridek 5 %-os szignifikancia szinten nem különíthetők el a két megjelölt csoporttól, mivel a mérési eredmények mind az „a” mind a „b”, vagy mind a „b” mind a „c” csoportra jellemző mérési tartományba estek.

A cukortartalmak tekintetében a négy mintavétel összes mérését illetően 7-19 % közötti értékeket mértünk. A standard hibriden végzett mérések során 7,6-14,5 % közötti értékeket kaptunk 11 %-os átlagos cukortartalom mellett, amelyeknél lényegesen kedvezőbb értékeket mértünk a H3, H4 és H5 jelzésű hibrideknél, ahol az átlagos cukortartalmak 15,1 %, 12,7 % és 15,1 % voltak. A 15,59 %-os medián érték viszont e vizsgálati szempont esetében is a H3 hibridre hívja fel a figyelmet, amely a cukortartalom vonatkozásában is a legkiemelkedőbbnek tekinthető (5. ábra). A vizsgálatok során más hibridek esetében is mértünk a viszonyítás alapjául szolgáló hibrid értékeinél magasabbat, de az iménti három hibrid esetében a magasabb cukortartalom általánosan tekinthető.



5. ábra: A cukortartalom esetében mért értékek boxplot diagramja

A cukormérések eredményeit variancia-analízissel értékelve azt kaptuk, hogy 5 %-os szignifikancia szint mellett a hibridek között szignifikáns a különbség és a legkisebb szignifikáns differencia értéke 4,015 %. Ez alapján a cukortartalom szempontjából a hibridek az 5. táblázat szerinti rangsorolásba tehetőek, ahol az azonos betűjelzéssel ellátott hibridek között nincs szignifikáns eltérés.

5. táblázat: A hibridek csoportosítása a cukortartalom alapján

Betűjelzés (1)	Hibrid (2)	Átlagos cukortartalom (Brix°) (3)
a	H3	15,12
a	H5	15,08
ab	H4	12,68
ab	H6	11,46
b	St	11,00
b	H2	10,43
b	H7	10,28
b	H1	9,50

A legmagasabb cukortartalmú csoportba a H3 és H5 hibridek tartoztak, de a H5 hibrid esetében a 14,35 %-os medián arra hívja fel a figyelmet, hogy a mérések értékei egy alacsonyabb érték felé konvergálnak, mint a H3 hibrid esetében (5. ábra). Az „ab” jelzéssel ellátott H4 és H6 hibridek 5 %-os szignifikancia szinten nem különíthetők el sem az „a” sem a „b” csoporttól, tekintettel arra, hogy a mérési eredmények mind az „a” mind a „b” csoportra jellemző mérési tartományból is vettek fel értékeket. Átlagos cukortartalmukat tekintve jobban teljesítettek, mint a „b” csoportjelzéssel ellátott hibridek, de nem érték el a H3 és H5 hibridek teljesítményét.

Következtetések

A keresztezési kísérletben szereplő közös anyai komponensből létrehozott hibridek számos tulajdonságban eltéréseket mutattak, amelyek a különböző tulajdonságokkal rendelkező apavonalaknak köszönhetőek. Az eltérések a növények morfológiai tulajdonságaiban is jelentkeztek, így a különböző növényi részek részaránya meglehetősen diverzifikált volt, ami fontos lehet a takarmányozási célok miatt.

A vizsgálatok eredményei több keresztezés esetében is kedvezőek voltak, hiszen értékmérő tulajdonságaik megközelítették, vagy elérték a standard hibrid esetében mért értékeket. Bizonyos esetekben még a viszonyítási alapként vizsgált hibrid esetében mért értékeket is meghaladták a próbahibridek eredményei. Ilyen volt a H3 jelzésű hibrid, amely mind a zöldhozam, mind a cukortartalom tekintetében magasabb eredményeket ért el. Ezek az eredmények indokoltá teszik a próbahibrid parcella szintű vetőmagelőállítását, amely által lehetővé válik a hibridkombináció további vizsgálata. A H3 hibrid perspektivikus lehet az energetikai célú növénynevelés irányában, ezért fontos a hibrid teljesítményének pontosabb feltérképezése a zöldhozam, a cukortartalom és a cukortartalom változásának, továbbá az agrotechnikai igények (állománysűrűség, tápanyagellátás stb.) tekintetében.

A kapott eredmények alapján kiemelkedően fontos lehet egyes keresztezési kombinációk további tesztelése, amely által egzakt képet kaphatunk az adott felhasználási céloknak legmegfelelőbb potenciális hibridekről.

Irodalom

28/2009. (IV. 23.) EK Irányelv a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről.

Antal, J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Argikar, G.P. – Chavan, V.M.: 1957. A study of heterosis in sorghum. *Indian Journal of Genetics*, 17. 63-72.

Bálint, A.: 1966. Mezőgazdasági növények nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 384.

Bányai, L.: 1980. Jelentés a Hybar Takarmánycirok Termesztési és Hasznosítási Gazdasági Társaságnak végzett kutató munkáról. NÖMI Agrobotanikai Állomása. Tápószele. 10.

Barabás, Z.: 1961. A magyarországi hímszteril-hibrid takarmánycirok nemesítés jelenlegi állása. MTA Kutató Intézet. Tudományos Konferencia Martonvásár. MTA Budapest p. 333-334.

Barabás, Z. – Bányai L.: 1985. A cirok és a szudánifű. Magyarország Kultúrflórája IX. Akadémiai Kiadó. Budapest. 142-144.

Blaskó, L. – Balogh, I. – Ábrahám, É. B.: 2008. Possibilities of Sweet Sorghum production for ethanol on the Hungarian Plain. *Cereal Research Communications*. 36. 1. 1251-1254.p.

Corner, A.B. – Karper, R.E.: 1927. Hybrid vigour in sorghum. *Texas Agricultural Experimental Station. Bull.*, p.359.

Daliva-Gomez, F.J. – Chuck-Hernandez, C. – Perez-Carillo E. – Rooney, W.L. – Serna-Saldivar, S.O.: 2011. Evaluation of bioethanol production from five different

varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Industrial Crops and Products* 33:611-616.

Goshadrou, A. – Karimi, K. – Taherzadeh, M. J.: 2011. Bioethanol production from sweet sorghum bagasse by *Mucor hiemalis*. *Industrial Crops and Products* 34:1219-1225.

Izsáki, Z. – Németh, T.: 2008. A N-ellátottság hatása a silócirok terméshozamára és minőségére. *Agronapló*. 12. 4:77-78.

Kapocs, I. – Lazányi, J. – Kovács B.: 1983. A cukorcirok törzsek és hibridkombinációk termőképességének vizsgálata hígtrágyával öntözött területen alkohol előállítás céljából. *Növénytermelés*. 1984. 33. 529-534.

Kovács, G.P. – Mikó, P. – Nagy, L. – Gyuricza, Cs.: 2011. Talajművelési eljárások hatása a cukorcirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) beltartalmi paramétereire. *Növénytermelés*. 60:61-68.

Mojovic, L. – Pejin, D. – Grujic, O. – Markov, S. – Pejin, J. – Rankin M.: 2009. Progress in the production of bioethanol on starch based feedstocks. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 15:22 1-6.

Németh, T.: 2009. A tápanyagellátás hatása a silócirok (*Sorghum bicolor* L. /Moench.) tápelem-felvételére, szárazanyag-felhalmozódására és terméshozamára. Doktori értekezés. Debrecen.

Pepó, P. – Erdei, É. – Kovácsné, O. H. – Tóth, Sz. – Szabó, E.: 2011. A beltenyésztett cirok vonalak és kétvonalas hibridjeik egyes beltartalmi tulajdonságainak vizsgálata. *Növénytermelés*. 60. 1:83-95.

R Core Team: 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REN21: 2013. Renewables 2013. Global status report, Paris.

Sakellariou-Makrantonaki, M. – Papalexis, D. – Nakos, N. – Kalavrouziotis, I. K.: 2007. Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum for fermentable sugar production potential. *Crop Science*. 27. 4:788-793.

Surányi, J.: 1946. Tájékoztató az édescirok (vagy barna cukorcirok, amerikai néven „Sumac” cukorcirok) termesztéséről és felhasználásáról 10 pontban. Magyar Földművelési Minisztérium. Athenaeum. Budapest.

Thokoza, L.: 2005. Evaluation of the heterotic potential of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] adapted to the Southern Africa region. *Plant Breeding* 1-6.

Vavilov, N. I.: 1949. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. *Chronica Botanica*. 14. 364.

A szerzők levelezési címe:

Jóvér János – Czimbalmos Ágnes – Puskás Árpád
Debreceni Egyetem ATK
Karcagi Kutatóintézet
Karcag
Kisújszállási út 166.

H-5300

Győri Zoltán
Debreceni Egyetem ATK
Nyíregyházi Kutatóintézet
Nyíregyháza
Westsik Vilmos utca 4-6.
H-4400