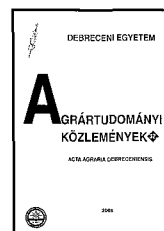


A silócirokfélék fenometriai tulajdonságainak és a szárlé cukortartalmának vizsgálata

Erdei Éva – Pepó Pál

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Kertészettudományi és Növényi Biotechnológiai Tanszék,
Debrecen
evaerdei@agr.unideb.hu



ÖSSZEFOGLALÁS

A fosszilis energiahordozók helyettesítésére az egyik lehetőség a bioenergia, azon belül is a bioalkohol használata. Előállítására a nagy cukor- vagy keményítőtartalmú növények jöhetnek számításba. A cukorcirok szárából kiperéselhető lének magas a cukortartalma (14-17%), emiatt alkalmas bioetanol készítésre. A kísérlet keretében 53 restoráló apavonalat vizsgáltunk, amelyből 22 silócirok típusú cukorcirok volt. Ezeknél a következő paramétereket vizsgáltuk: növénymagasság, tenyészidő, levelesség foka, szárátmérő, szárbél karaktere, a szár létartalma és a szárlé cukortartalma. A félélezetett paraméterek alapján a kiválasztott restoráló apavonalak a következők: RL 1, RL 2, RL 3, RL 4, RL 5, RL 9, RL 12, RL 15, RL 18. A vizsgált apavonalak szárbelének karaktere nedves volt, szárátmérője közepes-vastag, a szárlé cukortartalma 17-24%-ig változott a teljes érés végén. Már szeptember közepén betakarítottuk a korai érőcsoportba sorolhatóakat. A himsteril anyavonalak: SL 1, SL 2, SL 3, SL 4, SL 5, a fenntartó apavonalak pedig: CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 5 voltak. Magyarországon kevés a himsteril anyavonal, ezért a következő évek keresztezéseihez is ezeket az anyavonalakat használjuk fel a hibridek előállításához.

Kulcsszavak: cukorcirok, bioetanol, cukortartalom, szárbél karaktere

SUMMARY

Bioenergies (among them e.g. bioalcohol) can be solutions for the replacement of fossil fuels. For its production, plants with high sugar or starch content can be used. Juice pressed from the stalk of sugar sorghum has high sugar content (14-17%) that makes it suitable for bioethanol production. During our experiment, we examined 53 restorer male lines; among them 22 were silo type sugar sorghum. We studied the following traits: plant height, breeding time, level of foliation, stalk diameter, characteristics of stalk medulla, juice content of stalk, sugar content of stalk juice. According to examined characteristics, we selected six restorer male lines for studies in the forthcoming years: RL 1, RL 2, RL 3, RL 4, RL 5, RL 9, RL 12, RL 15, RL 18. Their stalk medullas were wet, stalk diameters were medium-thick, sugar contents of juices varied between 17 and 24% at the end of milk mature. Harvest was made in September, they can be classified into early maturation group. Male sterile female lines were the following: SL 1, SL 2, SL 3, SL 4, SL 5. The maintainer male lines were: CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 5. In Hungary, there are only a few male sterile female lines, so we will use these lines for hybrid production during the next years.

Keywords: sweet sorghum, bioethanol, sugar content, characteristics of stalk medulla

BEVEZETÉS

Magyarországon az állatállomány számának drasztikus csökkenése átalakította a vetésszerkezetet. Jelentősen visszaesett a tömeg- és az abraktakarmányok vetésterülete. Az Európai Unióban a mezőgazdasági túlermelés mérséklésének egyik eszköze a szántóterület egy részének az energiatermelés céljára történő hasznosítása. A bioenergia-termelés perspektivikus lehet a jövőben, hiszen a fosszilis energiaforrások is kifogyóban vannak, ugyanakkor hazánk és más gazdaságilag dinamikusan fejlődő országok energiaigénye növekszik. A fosszilis energiahányárrobbanást okozott, az emberek megnövekedett energiaigénye környezetszennyezéshez és globális felmelegedéshez vezetett, aminek következménye a szélsőségesé váló éghajlat. Ez indokolja, hogy az általánosan használt gabonafélék mellett olyan növényeket termesszünk, amelyek jó alkalmazkodó és szárazságtűrő képességgel rendelkeznek. A többlet-energiaigény kielégítésében fontos szerepe lesz a megújuló energiaforrások közül a takarmánycirkoknak (szemes- és silócirok, szudánifű). A cirok-biomassza energetikai célú felhasználásának alternatív lehetőségei a bioetanol- és a biogázgyártás. A silócirok egyik típusa a cukorcirok, a szárból kiperéselhető lé cukortartalmából fermentációval bioetanol állítható elő, amely helyettesítheti a benzint egy részét a motorok hajtóanyagában. Néhány országban megindult a bioenergia termelés. Németország, Ausztria számos biogáz erőművet épített. Svédországban a tömegközlekedésben kívánják felhasználni a biogázt.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A silócirok jellemzése

A cukorcirok (*Sorghum dochna* F.) a silócirokak egy hasznosítási iránya, a Kaffir csoportba tartozik, jellemzője, hogy nagy zöldterméssel rendelkezik, amelyet szilázsként és zöldtakarmánnyként is hasznosíthatunk. Elsősorban szarvasmarhák és juhok téli tömegtakarmányozására szolgál (szilázs), ugyanakkor a szára lédús, a szárlé 14-17% cukrot tartalmaz, ezért kiválóan erjeszthető, bioetanol és biogázgyártásra alkalmas (Pál és Rajki,

2007). Két fajtája is meghonosodott: *Korai barna cukorcirok* (*Early Sumac*) és a *Késői barna cukorcirok* (*Sumac*).

A cirokfélék C_4 -es fiziológiájú növények, optimális hőmérsékletük, fotoszintézisük tiszta produktivitása nagyobb, ugyanakkor transpirációs együttthatójuk kisebb, mint a C_3 -as növényeké (Pethő, 1993). Jó szárazságtűrő képességüket részben ennek köszönhetik, de hozzájárul még a nagy, mélyre hatoló gyökérzetük, a leveleinek viaszréteggel való fedettsége és a sztómák apró mérete is. A cirok szárazságtűrő képessége meghaladja a kukoricáét (Bocz, 1992). Melegigényes növény, olyan területeken termesztethető sikeresen, ahol a nyári napi középhőmérséklet eléri a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, és a fagymentes napok száma legalább 25 (hőösszege $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Chrappan et al., 1997).

A cirok leveleinek száma 4-18 db közötti. A korai fajtáknak 4-9 db, a későieknek 15-18 db levelük van. A levelek száma és a tenyészidő között tehát pozitív összefüggés van.

A törpe cirkok szára vastagabb, mint a közép magas vagy az igen magas fajtáké. A szár belül tömött, nem üreges fehér rostos szivacsos állományú. A tenyészidő vége felé, amikor a szemek viaszérésben vannak, a cirok szára egyre kevesebb vizet tartalmaz.

A ciroknövény magasságát, azaz a főhajtás hosszát elsősorban a szártagok hossza és nem a szártagok száma határozza meg. A 180 cm-nél nagyobb átlagos növénymagasság feletti fajtákat magasaknak, míg a 120 cm-nél kisebbeket törpének nevezik. Többéves gyűjtésből származó szortiment vizsgálata alapján a növénymagasság ingadozása 50-400 cm közötti. A leggyakoribbak a 140-220 cm közötti növénymagasságok.

A cirok és a szudánifű növénymagasságát több tényező befolyásolja. Ezek a következők: az internódiumok száma és hosszúsága, a buganyél és a buga hosszúsága. A levelek száma fajtatulajdonság, de a növény magasságával is változik, és amennyiben a különböző évjáratokban egy-egy fajtán belül magasság különbségek vannak, akkor a levelek száma is különböző (Barabás és Bányai, 1965).

A hazai klimatikus viszonyok között a cukorcirok típusú silócirkok nem mindig hoznak bugavirágzatot. Ezek fotoperiodikusan érzékenyek, hosszú tenyészidejű fajták, állandó növekedésben vannak, hazánkban sohasem öregednek el. Szárazanyag-, cukor- és keményítőtartalmuk kisebb, mint a bugás fajtáké, így önmagukban nem alkalmasak szilázs készítésre, csak silókukoricával vegyes vetésben. A cukorcirok típusú silócirok takarmányozási célra történő termesztése esetén az optimális betakarítási idő a szemtermés viasz érésekor, 30-35%-os szárazanyagtartalom mellett van. Bioalkohol előállítás esetén az optimális betakarítási időt a szárból kiperéselhető lé mennyisége és ennek cukortartalma határozza meg (Pál, 2006).

A nemesítési célok szem előtt tartásával a silócirkoktól csak a legutóbbi időben különültek el a szörpnyérésre alkalmas cukorcirkok. Ezekre jellemző a tekintélyes termésmennyiség mellett a vastag szár,

a kevesebb levéltömeg, a gyenge bokrosodó képesség és a szár lédússága. Az ilyen szárú fajtáknál, hibrideknél előnyös, ha a kedvező létartalom a tenyészidő folyamán sokáig megmarad. A cukorszörp szárazanyag-tartalmát (refrakcióját) 82-87%-át különböző cukrok alkotják, így elsősorban nádcukorból, szőlőcukorból és gyümölcscukorból áll. Ezek aránya a növény fejlődése során állandóan változik. Kezdetben a növekedés vegetatív fázisában nádcukor még nem képződik, majd ez a bugahányás idejétől kezdve fokozatosan növekszik. A zöldesfehér vagy szürkésfehér, homályosan áttetsző, hígan folyó présle a cukrok mellett többféle szükségtelen anyagot is tartalmaz. Így keményítőt, klorofillt, szerves savakat, sejtmaradványokat, egyéb szerves és szervetlen anyagokat, amelyek jelenléte akadályozza a cirokcukor kikristályosítását. Hazai kísérletek szerint a cirokszár cukortartalmának kikristályosítása terén eddig a besűrített szirupig jutottak el, már az 1940-es években (Rásonyi, 1943). Az USA-ban a szennyeződések eltávolítása után sikerült a cukrot kikristályosítani. A cirokszárban felhalmozódott cukrok mennyiségét – amellet, hogy bizonyítottan öröklődő tulajdonságok is – nagyon sok tényező befolyásolja: elsősorban az időjárás, továbbá a talajviszonyok, a tápanyag-ellátottság, és az állománysűrűség.

A refrakciósázalék értéke szerint a 12-13% alacsonynak, a 14-16% közepesnek, a 17-19% jónak, a 20% és azon felüli értékek kimagaslónak számítanak. Főleg a napfényes órák száma és a csapadék mennyisége a döntő tényezők. Sok csapadékkal, hűvös időjárással a sok lé és az alacsony cukortartalom jár együtt. Kevés csapadékú és meleg július-augusztus általában csökkenti a létartalmat és növeli a refrakciós %-ot (Barabás és Bányai, 1965).

A cukorcirok összetételének ismerete az alkohol fermentáció szempontjából is fontos. A frissen betakarított cukorcirok nedvességtartalma magas (60-70%), szára belső részének nedvességtartalma 21%-kal magasabb, mint a kéregé. A szár belében a szárazanyagtartalomhoz viszonyítva kétszer annyi cukor van, mint a szár kérgében. A cukorcirokban kétféle egyszerűcukor, 5-8%-ban glükóz, 93-95%-ban szacharóz található. A bél szárazanyag tartalmának 71%-a, míg a kéreg szárazanyag tartalmának 34,6%-a cukor. A kéregben a cellulóz és hemicellulóz együtt a teljes szárazanyagtartalom 36,7%-a (Feczák, 2006).

Az édesirok levének kinyerésére általában a préselést alkalmazzák. A ciroklé kiperéselésének módzatait már Rásonyi Papp (1943) brosúrája leírja. Ezek az alábbiak:

1. Egyszerű hengeres prések. A léhozam ezen 35% a szár tömegére vonatkoztatva.
2. A szecskázott szárat szőlőzúzó áteresztve zúzzák, és szőlőprésen sajtolják, 54%-ra tudták kiperéselni.
3. Az édesirok levét cukornád préseken a legcélszerűbb kinyerni.

Az éretlen növény levében az összes cukorban a glükóz dominál a fruktózzal szemben, az éretlenben

több a fruktóz, mint a glükóz. A keményítő az érés folyamán gyülemlik fel a szárban, ez 1%-ot is elér. A hidrogén-tartalmú vegyületek között a fehérjék mellett megtalálhatók az amino-vegyületek és amidok (részben aminosavak/), nitrogén bázisok és kevés ammónia is. A növényi savak mennyisége jelentős, főleg az akonitsav, továbbá az almasav, oxálsav, citromsav, borkősav. Az édesesciroklé legkedvezőbb összetétele a teljes éréskor várható. Torbágyi Novák felhívja a figyelmet a mézgákra, továbbá a fenolos anyagokra, amelyek vassal érintkezve még a sűrítvényekben is szürkésbarna szín kialakulásához vezetnek (Telegy, 1947).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok anyaga

2006-ban a Kertészeti és Növénybiotechnológiai Tanszék a mutációs ciroknemesítési program bővítésének keretein belül biogáz és bioetanol gyártásra alkalmas 53 db cirok restoráló apavonal nemesítési alapanyagokat rendelt meg a Tápiószélei Agrobotanikai Intézet Génbankjából és a Gaterslebeni (Quadlinburg) Génbankból.

5 db citoplazmatikusan hímsteril anyavonal és a fenntartó apavonalak beszerzése a Karcagi Kutatóintézetből, illetve Szerbiából történt. A hímsteril anyavonalak illetve a fenntartó apavonalak a következők voltak: *SL 1, SL 2, SL 3, SL 4, SL 5, CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 5*.

A kísérletet a DE ATC Bemutatókertben állítottuk be. A kísérletet 2007. április 18-án vetettük el, mert a talajhőmérséklet már ekkor elérte a 16 °C-ot. A kísérleti terület talaja mészeledékes csernozjom. A legfontosabb talajművelés ősszel a szántás volt, tavasszal kombinátorozást végeztek, az elővetemény kukorica volt. A parcella mérete 30 m×5 m volt. Ezen a területen összesen 5 blokkot állítottunk be 75 cm-es sortávolságra. Az egyes ismétlések között 1 m széles út helyezkedett el a kísérletek értékelésének könnyű elvégezhetősége céljából. A méréseket három ismétlésben végeztük. Minden vonalból két sort vetettünk. A keresztezések végrehajtásának megkönnyítése érdekében két restoráló apavonal közé egy anyavonal került. 1 folyóméterre 30 db magot vetettünk, a kísérletek vetését kézzel végeztük. Az állomány gyommentesen tartását vegyszeres- és mechanikai gyomirtással biztosítottuk. A vegyszeres gyomirtás alapkezelésből és felülkezelésből állt. Az alapkezelésben RAMROD FLOW-t (5,5 l/ha) használtunk preemergensen kijuttatva az egyszikű gyomok ellen, felülkezelésben pedig a kétszikű gyomok elleni védekezésre BASAGRAN FORTE-t 1,5 l/ha dózisban alkalmaztunk.

A kísérlet célja, hogy meghatározzuk a silócirok típusú cukorcirok vonalak morfológiai variabilitását és az értékmérő tulajdonságokat, részletes leírást és fotósorozatot készítsünk, amit a következő évek nemesítési munkája során hasznosítani szeretnénk. Az értékmérő tulajdonságokat „A nemesítési anyag értékmérő tulajdonságainak egységes értelmezése,

nyilvántartása, valamint a kísérleti módszer egyeztetése” című OMMI kiadvány által feltüntetett tulajdonságok alapján végeztük. Az alapanyagokat a vizsgálat során hasznosítás szerint csoportosítottuk. Meghatároztuk a restoráló apavonalak szárlevének cukortartalmát és a szárlé mennyiségét. Fenntartottuk az anyavonalakat, és létrehoztuk a hímsteril anyavonalakkal és a restoráló apavonalakkal a keresztezési komplexeket. A szár létartalma, a szárlé cukortartalma, a szárbél karaktere és a szár vastagsága alapján restoráló apavonalakat választottunk ki, amelyekkel a következő évben keresztezéseket végzünk, és kialakítjuk a kukoricával való vegyesvetést.

Cukorcirok lékiprélési módszer

2007-ben a Kertészeti és Növénybiotechnológiai Tanszék Genetika csoportja egy cukornádnál is használatos hengeres szárpréssel határozta meg a cukorcirok minták szárának létartalmát. Az édescirok szára fás, kemény kéregből áll, amelyen belül puha szivacsos szövetet találunk (parenchima), és ennek a szövetnek a sejtjei cukortartalmú nedvvel telítettek. A készítenő lé minősége és mennyisége a cirok fajtájától, az aratás időpontjától, az éghajlati adottságoktól, a talajtól és a feldolgozási eljárástól függ. Legjobb akkor betakarítani, amikor a magvak még nem keményedtek meg, tehát a teljes éréskor, és a levágott szárat mielőbb fel kell dolgozni (24 órán belül). A lében előforduló sok lebegő alkotórész, elroncsolt sejtek maradványai, sejtfragmensek, kloroplaszt-szemcsék alig ülepsznek, amit nagyrészt a sokféle eukolloid védő hatásának tulajdoníthatunk. Jellemző a lére a keményítőtartalom, amelyek közül a duzzadt, mikroszkóp alatt látható szemcséktől az oldható keményítőn keresztül a dextrinekig minden lebontási fokozat előfordul. A lében lévő keményítő tartja lebegő állapotban a sejtfragmenseket és a kloroplaszt-szemcséket. Az édescirok levében előforduló anyagok közt legfontosabb a szacharóz. A fiatal növényben az összes cukor redukáló. A nádcukor a bugahányáskor kezd képződni, és mennyisége nő az érés folyamán, egészen a túlérés kezdetéig.

Éretlen növényben a glükóz több mint a fruktóz. Magéréskor azonban egyenlő mennyiségben található mindkettő. Kivételesen a fruktóz is lehet több. A levágott szárban a tárolás során invertálódik a cukor. Valódi fehérjék csak egy részét alkotják a nitrogéntartalmú anyagoknak. A lében oldott nemcukor-anyagok között jelentős mennyiségben található – részben szabad állapotban – különféle növényi savak. Az akonitsav a ciroklé egyik ismert alkotórésze. Ezen kívül alma-, oxál-, citrom-, borkősav található, valamint ezeknek sói.

A szárlé szárazanyag-tartalmát kézi refraktométerrel határoztuk meg (Brix). A szárazanyag 82%-a cukor, ezért a dolgozatban refraktométeres cukortartalomról beszélünk. A méréseket három ismétlésben végeztük a 4. és az 5. nódusz közötti internódiumban, valamint a második mérés során a növény minden internódiumából vettünk mintákat. Lemértük a

mintavétel előtt a levél nélküli szár tömegét, amelyek átlag értékei a következők voltak: *RL 5*: 1,35 kg, *RL 12*: 1,21 kg, *RL 15*: 2,25 kg, *RL 18*: 1,69 kg, *RL 4*: 0,58 kg, *RL 9*: 3,77 kg, *K1*: 2,52 kg. A cukornádpésszel kipréselt szárléből 14 ml-es mintákat gyűjtöttünk, öt ismétlésben.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az állomány növekedési erélye és kifejtettkori növénymagassága

Az állomány növekedési erélyére a kelés utáni 30 nappal mért növénymagasságából következtethetünk. Az *1. táblázat* adataiból jól látszik, hogy a növények közötti magasságbeli különbségek ebben az időpontban mutatkoznak először, és jelentős

eltéréseket találtunk. A silócirok alapanyagok közül a magas kategóriába soroltuk azokat az egyedeket, amelyek 61-75 cm között voltak kelés után 30 nappal, Ezek a következők voltak: *RL 4*, *RL 6*, *RL 11*, *RL 13*, amelyek a kontroll növények közül a *K 2*-höz mutattak hasonló adatokat. A himsteril anyavonalakat és a fenntartó apavonalaikat az alacsony és a közepes magassági kategóriákba soroltuk, mert kelés után 30 nappal a magasságuk 38-51 cm között változott. Ezek a tulajdonságok a keresztezett egyedekben javulhatnak. A növénymagasság fontos értékmérő tulajdonság, hiszen nagymértékben befolyásolja a zöldtermés mennyiségét. A növénymagasság 157,4-273 cm értékek között volt. A himsteril anyavonalak és fenntartó apavonalaik a rövid (3) vagy a nagyon rövid (1) kategóriába tartoztak (*1. táblázat*).

1. táblázat

A cirokfélék növekedési erélye és növénymagassága

Himsteril anyavonalak(1)	Növénymagasság (kelés után 30 nappal) átlag (cm)(2)	Növekedési erély (1-9)(3)	Növénymagasság átlag (cm)(4)	Növénymagasság(5)
SL 1	41	3 alacsony(8)	104,4	3 rövid(11)
SL 2	41	3 alacsony	95	3 rövid
SL 3	49	5 közepes(9)	74	1 nagyon rövid(12)
SL 4	43	3 alacsony	96	3 rövid
SL 5	51	5 közepes	109	3 rövid
Fenntartó apavonalak(6)				
CL 1	38	3 alacsony	105,7	3 rövid
CL 2	50	5 közepes	93,2	3 rövid
CL 3	44	4 alacsony	78	1 nagyon rövid
CL 4	43	3 alacsony	92	3 rövid
CL 5	44	3 alacsony	112	3 rövid
Cukocirok típusú silócirok(7)				
RL 1	41,25	3 alacsony	157,4	5 közepes
RL 2	48	5 közepes	208,6	9 nagyon magas(13)
RL 3	43	3 alacsony	180	7 magas
RL 4	69	7 magas	184,6	7 magas
RL 5	53	5 közepes	178,2	7 magas
RL 6	74	7 magas(10)	193	7 magas
RL 7	57	5 közepes	206	9 nagyon magas
RL 8	44	3 alacsony	246	9 nagyon magas
RL 18	47	5 közepes	254	9 nagyon magas
RL 19	40	3 alacsony	267,5	9 nagyon magas
RL 10	60	5 közepes	221	9 nagyon magas
RL 11	72	7 magas	243,4	9 nagyon magas
RL 12	56	5 közepes	196	7 magas
RL 13	70	7 magas	166,8	5 közepes
RL 14	53	5 közepes	181,2	7 magas
RL 20	45	3 alacsony	195,6	7 magas
RL 9	58	5 közepes	259,6	9 nagyon magas
RL 16	41,66	3 alacsony	217,4	9 nagyon magas
RL 15	58	5 közepes	249,8	9 nagyon magas
K 2	63	7 magas	233	9 nagyon magas
K 1	47	5 közepes	251	9 nagyon magas

Table 1: Vigour and plant heights of sorghum types

Female lines(1), plant height mean(2), vigour (1-9)(3), plant height mean(4), plant height(5), consern lines(6), sorghum of silage(7), short(8), medium(9), high(10), short(11), most short(12), most high(13)

Levelesség foka

A levelesség foka a silócirok típusú cukorcirok értékmérő tulajdonsága. A restoráló vonalak esetében ezek az értékek 13,80-27,04-ig váltakoztak. Számunkra azok a restoráló vonalak értékesek,

amelyek levelességi foka 18-nál több, a szárátmérő vastag, és a szárbél karaktere nedves. Ezek a restoráló vonalak a következők: *RL 9*, *RL 15*, ez a két restoráló vonal a *K2* és a *K1* cukorcirok hibridekhez hasonló értékeket mutatott (2. táblázat).

2. táblázat

A silócirok típusú cukorcirok restoráló vonalakra jellemző paraméterek

Restoráló vonalak(1)	Levelesség foka(2)	Virágzásig eltelt napok száma(3)	Szárátmérő(4)	Szárbél karakter(5)
RL 1	13, 80	65	7-vastag(6)	7-nedves(10)
RL 2	15, 80	78	7-vastag	7-nedves
RL 3	16, 98	64	7-vastag	7-nedves
RL 4	21, 46	61	3-vékony(7)	7-nedves
RL 5	17, 13	61	5-közepes(8)	5-közbenső(11)
RL 6	26, 80	63	5-közepes	7-nedves
RL 7	20, 60	58	5-közepes	7-nedves
RL 8	23, 20	68	5-közepes	7-nedves
RL 18	18, 14	76	5-közepes	7-nedves
RL 19	22, 66	76	5-közepes	7-nedves
RL 10	26, 30	65	5-közepes	7-nedves
RL 11	27, 04	65	5-közepes	7-nedves
RL 12	18, 14	64	5-közepes	7-nedves
RL 13	18, 53	59	5-közepes	7-nedves
RL 14	15, 62	71	5-közepes	7-nedves
RL 20	16, 03	67	5-közepes	7-nedves
RL 9	23, 60	66	9-nagyon vastag(9)	7-nedves
RL 16	21, 74	62	7-vastag	7-nedves
RL 15	26, 57	72	7-vastag	7-nedves
K 2	22, 40	63	7-vastag	7-nedves
K 1	17, 92	67	9-nagyon vastag	7-nedves

Table 2: Characteristics of silo type sugar sorghum restorer lines

Restorer lines(1), foliation of levels(2), day of phenophase florescens(3), stalk diameter(4), stalk character(5), thick(6), thin(7), medium(8), most thick(9), moist(10), intermediate(11)

Tenyészdő

A tenyészdő fontos értékmérő tulajdonság, szoros összefüggésben van a betakarításkori beltartalommal, cukortartalommal. A tenyészdőt a virágzási idővel jellemezzük. Nem jó, ha nagyon korai a fajta, mert ekkor kicsi a produktivitása, és hamar lecsökken a szárbán a cukor mennyisége és megnő a rosttartalom (elfásodik). A túl hosszú tenyészdőnek az a hátránya, hogy a betakarítás idejére nem lesz megfelelő a cukortartalom és a szárazanyagtartalom, ha pedig megvárjuk, hogy a viaszérés állapotát elérje (maximális cukortartalom), akkor a betakarítás lesz bizonytalan és elhúzódó (őszi fagyok, esők). A vizsgált restoráló apavonalak közül a legrövidebb tenészsídejű az *RL 4*, amelynek a keléstől a virágzásig eltelt napok száma 61 volt. A többi restoráló apavonal virágzásig eltelt napjainak a számára vonatkozó adatok a kontroll hibridekhez hasonlóak voltak. A leghosszabb tenészsídejű az *RL 2*, amely apavonalnál a keléstől a virágzásig eltelt napok száma 78, *RL 18* és az *RL 19*, ahol a keléstől a virágzásig eltelt napok száma 76, az *RL 14* esetében

71 nap, míg az *RL 15* restoráló apavonal esetében 72 nap telt el (1. ábra).

A virágzási adatok alapján mind a 22 restoráló apavonal középkorai a hazai klimatikus viszonyok között. A vetésidő korai volt, április végén vetettük el a kísérleteket. A cukorcirok fajták tenészsídejét a virágzási idővel mérjük. Így tudjuk eldönteni, hogy hazánkban melyik fajták azok, amik biztonságosan termesztethetők. Itt azt is figyelembe kell venni, hogy csak azok a rövidebb tenészsídejű cukorcirok fajták kerülhetnek termesztésbe, amelyek a várható fagyok ideje előtt már hetekkel betakarításra készek, érettek (a szemtermés teljes- vagy viaszérett) legyenek, hiszen a betakarítás és az azt követő feldolgozás hetekkel elhúzódik.

Lé- és cukortartalom mérés

A cukorcirokvonalakokat szeptember 20-án takarítottuk be. 2007-ben elvégeztük a cirokfélék cukortartalmának mérését a szárból kiperéselt léből. A növények különböző fejlődési stádiumaiban végeztük a mérést.

A legnagyobb mennyiségű levét az *RL 9* és az *RL 15* adta (306 ml és 182 ml) (2. ábra), mindkettő jó cukortartalom eredményeket mutatott (15% és

18,4%), míg a kontroll hibrid eredménye 160 ml volt, és 12,7% cukrot tartalmazott a szárlé.

1. ábra: A cukorcirok nemesítési alapanyagok tenyészideje

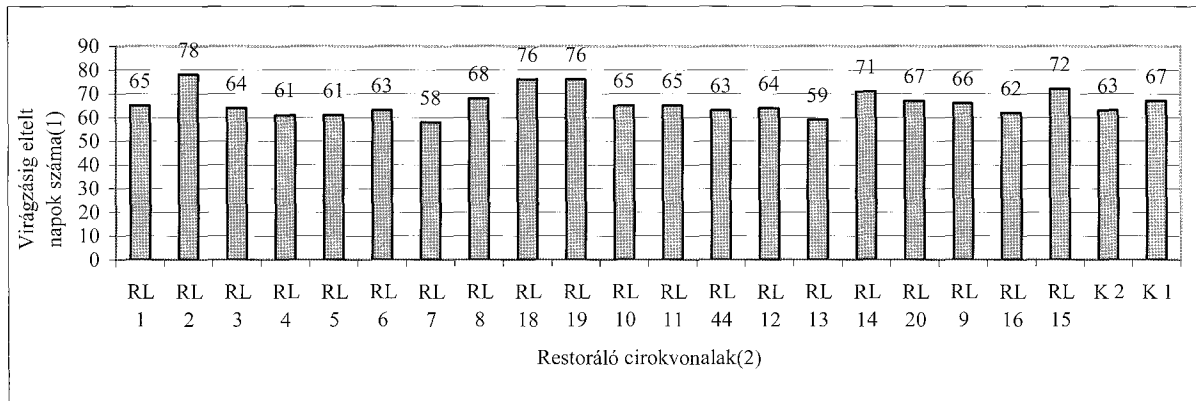


Figure 1: Breeding season in silo sorghum breeding materials

Day of florescens phenophase(1), restorer sorghum lines(2)

2. ábra: A szárlé és a cukortartalom alakulása viaszérésben a restoráló apavonalak esetében

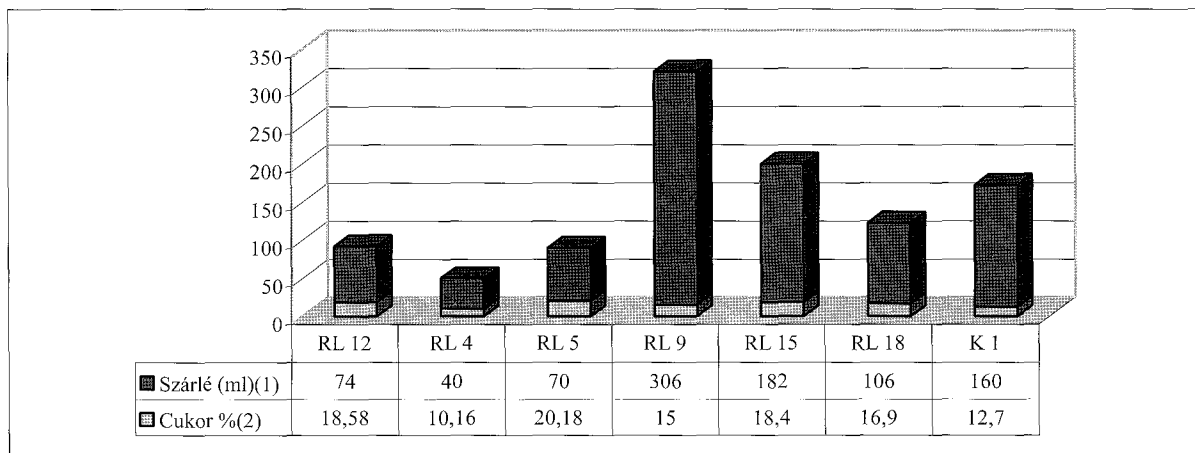


Figure 2: Stalk juice and the sugar contents of restorer male lines in the phenophase of waxy mature stalk

Juice(1), sugar content(2)

Az állományban előfordultak olyan egyedek, amelyeknek magas volt a cukortartalma (20%), de vékony a szára, mint például az *RL 4* és az *RL 5*. A szárátmérő vastagságának növelése további nemesítési célkitűzés. A cukorvizsgálatok adatai azt mutatják, hogy a restoráló vonalak esetében a cukortartalom a 4. és az 5. nóduszban érte el a legmagasabb értéket (3. ábra).

Találtunk 20% cukortartalmat meghaladó apavonalakat, ezek a következők voltak: *RL 3*, *RL 5*, *RL 12*, *RL 13*, cukortartalmuk a teljes érés fenofázisában is 15% körüli értékeket mutatott, amikor a cukor már keményítővé alakul. A cukorvizsgálatok adatai azt mutatják, hogy az *RL 4*, *RL 5*, *RL 9*, *RL 15*, *RL 18* és az *RL 12* az átlagot meghaladva teljesítettek. A restoráló vonalak cukortartalmát a 3. táblázat mutatja.

A legnagyobb cukortartalmat rendszerint a szemtermés teljes érés végén, viaszérés kezdetén kaptuk. Az *RL 4* és az *RL 5* silócirok típusú cukorcirok már július 20-ára elérte a teljes érés fenofázist, míg a többi alapanyag csak virágzás fenofázisában volt. A legmagasabb cukortartalmat augusztus elején mértük, amikor 20%-ot meghaladó értékeket is kaptunk (4. ábra). A legnagyobb cukortartalom 17-24% (refrakciós) értékek között változott. A legnagyobb cukortartalmat az *RL 12* restoráló apavonalnál mértük, 24,26%-ot, augusztus 1-én. A szárátmérő, a szárbél karaktere, a szár létartalma a szárlé cukortartalma alapján a perspektivikus, restoráló apavonalakat (5. ábra) szemlélteti. A teljes érésben mért szárlé értékek 26,6 és 183,3 ml között váltakoznak, míg a cukortartalom értékek 15,33%-18,42%.

3. ábra: A cukortartalom alakulása a restoráló apavonalaknál a tejes érés fenofázisában 1-5 nóduszban

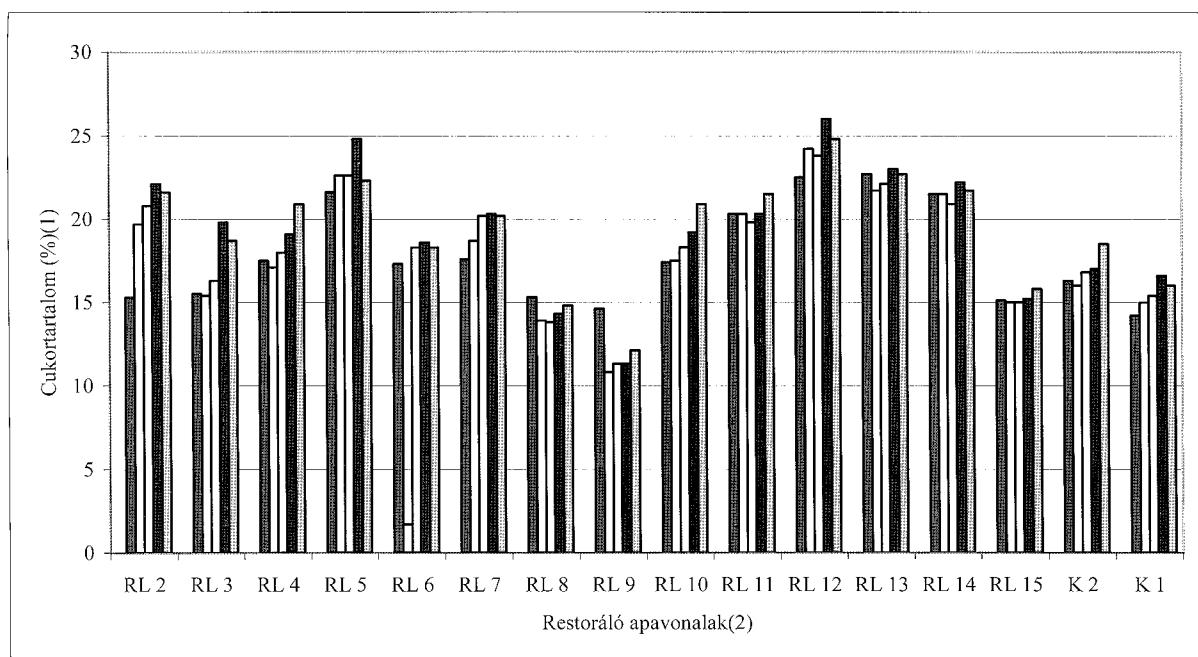


Figure 3: Sugar contents of restorer male lines in the phenophase of milk mature 1-5 nodus
Sugar content(1), restorer lines(2)

4. ábra: A cukortartalom alakulása a 4. nóduszban a virágzás fenofázisában a restoráló vonalak esetében

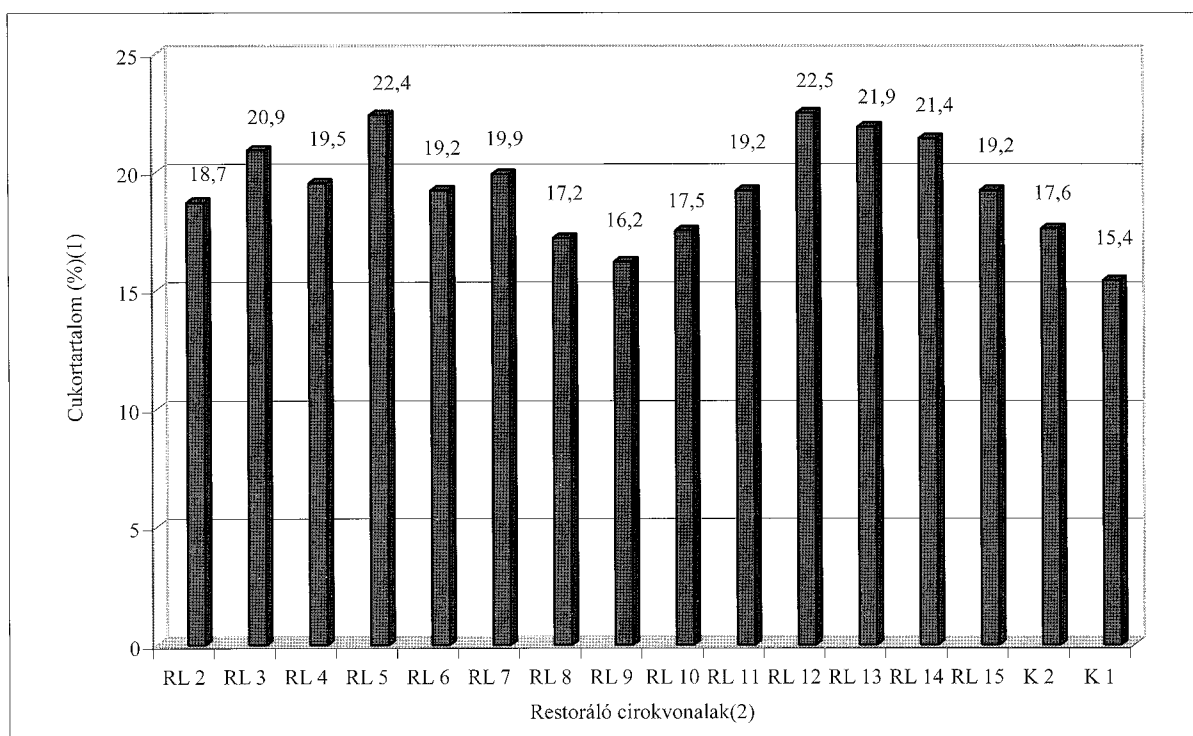


Figure 4: Sugar contents of restorer male lines in the 4. nodus phenophase of florescence
Sugar content(1), restorer lines(2)

Cukortartalom adatok a virágzás a tejésérés és a teljesérés fenofázisában

Elnevezés(1)	Mintavétel ideje(2)	Fejlettségi állapot(3)	Mintavétel ideje(2)	Fejlettségi állapot(3)	Mintavétel ideje(2)	Fejlettségi állapot(3)
	07. 20		08. 01.		08. 31.	
Cukortartalom (refrakciós %)(4)						
RL 3	15, 2	virágzás(5)	17, 14	tejes érés	15, 53	teljes érés(8)
RL 5	17, 32	tejes érés(6)	22, 78	viaszérés(7)	20, 18	teljes érés
RL 9	9, 26	virágzás	12, 02	tejes érés	15, 97	teljes érés
RL 12	17, 68	virágzás	24, 26	tejes érés	18, 58	teljes érés
RL 13	17, 96	virágzás	22, 44	tejes érés	10, 5	teljes érés
RL 15	14, 48	virágzás	15, 22	tejes érés	18, 4	teljes érés
K 2	16, 80	virágzás	16, 92	tejes érés	16, 5	teljes érés
K 1	15, 44	virágzás	15, 44	tejes érés	12, 7	teljes érés

Table 3: Sugar content data in the phenophases of florescence and milk mature and mature

Name(1), sampling of date(2), stage of development(3), sugar content(4), florescence(5), milk maturation(6), waxy maturation(7), full maturation(8)

5. ábra: A szárlé és a cukortartalom alakulása a teljesérés fenofázisában a restoráló apavonalak esetében

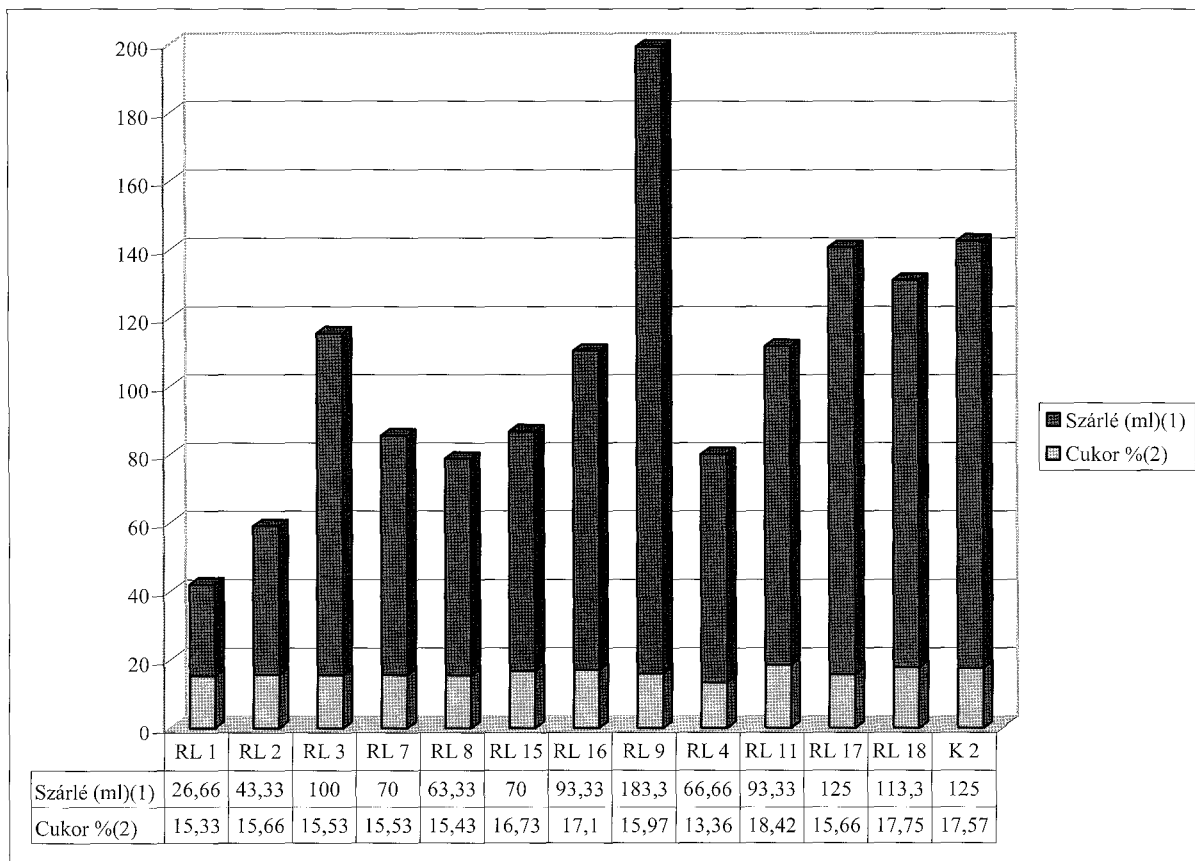


Figure 5: Stalk juice and the Sugar contents of restorer male lines in the phenophase mature

Stalk juice(1), sugar content(2)

KÖVETKEZTETÉS

A véges mennyiségű fosszilis energiahordozók helyettesítésére nagy lehetőség a bioetanol használata. Előállítására felhasználható a cukorcirok, mert magas a cukortartalma (14-17%). A kísérletünk keretében 22 silőcirok típusú cukorcirkot

felvételeztünk. Ezeknél a következő fenometriai és beltartalmi paramétereket vizsgáltuk: növénymagasság, tenyészidő, levelesség foka, szárátmérő, szárbél karaktere, a szár létartalma és a szárlé cukortartalma. A következő megállapításokra jutottam: A növénymagasság fontos értékmérő tulajdonság, hiszen nagymértékben befolyásolja a

zöldtermés mennyiségét. A kelés után 30 nappal mért növénymagasság 61-75 cm értékek közötti silócirok egyedeket a magas kategóriába soroltuk. Ezek a következők voltak: *RL 4*, *RL 6*, *RL 11*, *RL 13*. A kifejlettkori növénymagasság 157,4-273 cm között volt. A hímsteril anyavonalak és a fenntartó apavonalak a rövid és a nagyon rövid kategóriába tartoztak. Magyarországon kevés a hímsteril anyavonal.

A kísérlet szempontjából azok a restoráló vonalak értékesek, amelyek levelességi foka 18-nál több, a szárátmérő vastag, és a szárbél karaktere nedves. Ezek a restoráló vonalak a következők: *RL 9*, *RL 15*. A virágzási adatok alapján mind a 22 restoráló apavonal középkorai a hazai klimatikus viszonyok között.

A legnagyobb mennyiségű levét az *RL 9* és az *RL 15* adta (306 ml és 182 ml), mindkettő jó cukortartalom eredményeket mutatott (15% és 18,4%). A cukorvizsgálatok adatai azt mutatják, hogy a restoráló vonalak esetében a cukortartalom a 4. és

az 5. nóduszban érte el a legmagasabb értékeket. A legnagyobb cukortartalmat az *RL 12* restoráló apavonalnál mértük, 24,26% augusztus 1-én. A teljes érésben mért szárlé értékek 26,6 ml és 183,3 ml között váltakoznak, míg a cukortartalom értékek 15,33%-18,42%.

A bioenergia felhasználásával csökkenthető lenne a környezetszennyezés. A cirokfélék közül a szudánifűnek és a cukorciroknak kiemelt jelentősége van a kifogyóban lévő fosszilis energiahordozók pótlásában. Hazai viszonyaink között a biomassza-produkció minél kisebb ráfordítással történő növelésére az egyik lehetőség a nemesítéssel nagyobb szárazanyag tömeget adó vagy jobb beltartalmú hibridek előállítása. Magyarországon a bioenergia-előállítás jelenlegi, költséges módja gátat szab terjedésének. Állami támogatással kellene segíteni egy olyan gazdaságos technológia kialakítását, amely versenyképes a fosszilis energiaforrásokkal.

IRODALOM

- Barabás Z.-Bányai L. (1965): A cirok és szudánifű. Akadémiai Kiadó, Budapest, 25-26, 142-144.
- Bocz E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 423-426.
- Chrappan Gy.-Fazekas M.-Lazányi J.-Rajki E. (1997): Amit a cirok és madáreség-félékről tudni kell. Agroiinform Kiadó, Budapest, 30-41.
- Feczák J. (2006): A cukorcirok hasznosítása alternatív energiaként. Vetőmag, 13. évf. 3. sz. 20-21.
- Pál M. (2006): Bioalkohol előállítás céljára termesztett hazai és külföldi cukorcirok fajták összehasonlítása. Diplomadolgozat, 6-8, 20-25.
- Pál M.-Rajki E. (2007): Takarmánycirok takarmány és bioenergia célra. Agroforum, 18. évf. 4. szám, 24-25.
- Pethő M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 54-57.
- Rásonyi Papp G. (1943): Méznád néven elterjedt édescirok termelése, feldolgozása és nemzetgazdasági jelentősége. Paulovits Imre könyvnyomdája, Budapest, 16-21.
- Telegdy L. (1947): Fa=és Cirok=Cukor, Egyetemi Nyomda, Budapest, 24-27.