

A cukorcirok (*Sorghum dochna* L.) restorer vonalak hatása a présnedv beltartalmi paramétereire

Erdei Éva¹ – Pepó Pál¹ – Csapó János^{2,3} –
Tóth Szilárd¹ – Szabó Béla¹

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,

¹Kertészettudományi Intézet

²Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai
Intézet, Debrecen

³Kaposvári Egyetem, Kémiai-Biokémiai Tanszék, Kaposvár
evaerdei@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A bioetanol előállítására felhasználható a cukorcirok, mert magas a cukortartalma (14-17%). A kísérletünk keretében 5 silócirok típusú cukorcirok restorer vonal fontosabb beltartalmi paramétereit határoztuk meg a viaszérés és a teljes érés fenofázisában. A vizsgált apavonalak a következők voltak: RL 4, RL 9, RL 15, RL 18, K 1. Ezeknél a vonalaknál a következő beltartalmi paramétereket vizsgáltuk: szárazanyagtartalom, refraktométeres összes cukortartalom, és redukáló cukortartalom. A viaszérésben a cirokszár lé szárazanyagtartalmának 73,85%-87,37% az összes cukor. A cirokszár levének szárazanyagtartalma, összes cukortartalma és a redukáló cukortartalma csökken a szemek viaszérésétől a teljes érés fenofázisához közeledve.

A vonalak között különbség van a szárazanyagtartalomban ($SzD_{5\%}=0,76$) az összes cukortartalomban ($SzD_{5\%}=0,79$) és a redukáló cukortartalomban ($SzD_{5\%}=0,30$). Az RL 4 vonalnál a viaszéréskor mért összes cukortartalom 10,07% volt, ez teljes éréskor 10,02%-ra csökkent, míg a redukáló cukortartalom 4,01%-ról 2,47%-ra csökkent. Az RL 9 vonalnál a viaszéréskor mért összes cukor tartalom 11,76% volt, ami teljes érésre lecsökkent 11,08%-ra. A viaszérésben mért redukáló cukor mennyisége 3,17%-ról 2,01%-ra csökkent. Az RL 15 vonalnál a viaszérésben mért átlagos összes cukortartalom 15,43% volt, amely érték az éréshez közeledve csökkent 15,36%-ra. A redukáló cukrok mennyisége ennél a vonalnál a viaszérésben 3,23%-ról 1,71%-ra csökkent. Az RL 18 vonalnál a viaszérésben mért összes cukor mennyiségének átlaga 13,78% ez az érték éréshez közeledve csökkent 13,26%-ra. A redukáló cukrok mennyisége a viaszérésben 4,11%-ról 2,23%-ra csökkent. A K 1-vonal viaszérésben mért szárazanyagtartalmának összes cukor részaránya volt 9,35%-a, a teljes éréskor 6,15%-ra csökkent, míg a redukáló cukortartalom 1,52%-ról 0,77%-ra csökkent.

Ezek a vonalak a további kísérletek szempontjából perspektivikusak mert a présnedv kedvező beltartalmi paramétere mellett növénymagasságuk alapján a magas, nagyon magas kategóriába sorolhatóak, továbbá a szárátmérőjük is vastagon vastag és a szárbél karakterük nedves.

Kulcsszavak: cukorcirok, összes cukor, redukáló cukor

SUMMARY

Sweet sorghum can be utilized for bioethanol production because it has high sugar content (14-17%). We determined the most important nutritional values of 5 silo type sorghum lines in waxy and full maturation. The examined restorer lines were: RL 4, RL 9, RL 15, RL 18, K 1. The following nutritional parameters

were examined: dry material content, refractometric total sugar content, reducing sugar content. In waxy maturation 73.85-87.37% of dry matter in stalk juice makes the total sugar. Dry material content, total and reducing sugar content of stalk decreases from waxy mature to full maturation.

There are differences between lines in dry matter ($SzD_{5\%}=0.76$), total sugar ($SzD_{5\%}=0.79$), reducing sugar content ($SzD_{5\%}=0.30$). RL 4 performed a decrease in total sugar content from 10.07% to 10.02% during this period, reducing sugar also decreased from 4.01% to 2.47%. RL 9 performed a decrease in total sugar content from 11.76% to 11.08% during this period. Reducing sugar also decreased from 3.17% to 2.01% in the waxy maturation. RL 15 showed a total sugar content decrease from 15.43 % to 15.36%. The reducing sugar also decreased from 3.23% to 1.71% in waxy maturation. In RL 18 total mean sugar content during waxy maturation was 13.78% which dropped to 13.26% approaching full maturation. Reducing sugar also decreased from 4.11% to 2.23% in waxy mature. K 1 performed a decrease in total sugar content from 9.35% to 6.15% during this period, while reducing sugar also decreased from 1.52% to 0.77%.

These lines upcoming for experiments are perspectives since having excellent stalk juice nutritional parameters they are of great or very great height and their stalks are thick-very thick, stalk medullas are wet.

Keywords: sweet sorghum, total sugar, reducing sugar

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedben az energiahordozók emelkedő ára, a kifogyóban lévő fosszilis energiaforrások helyettesítésének szükségessége és az állatállomány csökkenésével párhuzamosan a vetésterület egy részének energiatermelés céljára történő hasznosítása indokolta a cukorcirok elterjesztésének szükségességét. A silócirok típusú cukorcirok szárának magas a cukortartalma, ezért mind takarmányozási, mind ipari szempontból értékes növénynek tekinthető.

A cirokszárlé refraktométerrel mért szárazanyagtartalmának 82-87%-át az összes cukor teszi ki. Ezek közül legfontosabb a szacharóz. A növény viaszéres fenofázisában az összes cukornak mintegy 3-4%-át a redukáló cukrok teszik ki. Ezek közül a legfontosabb a fruktóz. A teljes érés fenofázisában a magban keményítő képződik, ezért csökken a szárlé szárazanyag- és összes cukortartalma. A redukáló cukrok mennyisége is

1-2%-ra csökken. A redukáló cukrok glükózmolekulákból épülnek fel, amelyek könnyen erjeszthetők. A szárból kipréselhető lé cukortartalmából fermentációval bioetanol állítható elő, amely a motorok hajtóanyagában a benzin egy részét helyettesítheti. Melléktermékei a rostanyagok, amelyek az állatok takarmányozására hasznosíthatók. A cukorcirokból gyártott szirup a mézhez hasonlóan keresett termék a világpiacon.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A cirok az elsődleges géncentrumában, Afrikában és Ázsiában a legfontosabb cukorforrásnak számít. X. O. Grassl 1200 fajtát gyűjtött össze Afrika számos területén. Az Egyesült Államokba 1854-ben Leonard Wary vitte be és ma is fontos gazdasági növényként tartják számon. A cukorcirok természetese és felhasználása a II. világháború alatt Dél-Európában és Magyarországon is elterjedt. Olaszországban a II. világháború idején Forlimppoliban 4000 t szárat dolgoztak fel, és az ebből kapott alkoholt repülők meghajtására használták (Pongrácz, 1985). Magyarországon Surányi János dolgozta ki a cirok természetstechnológiáját. A leggyakrabban elterjedt fajta az USA-ban előállított *Sumac* volt. A *Sumac* fajta szárlevének összes cukortartalma 14-17% között változott. A nyers lé világos színű, emberi fogyasztásra alkalmas volt, amelyet tömény szeszé dolgoztak fel vagy szirup formájában tároltak. A préseléskor visszamaradó zöld növényi részeket besilózták és tömegtakarmányt készítettek belőle (Kapocsi et al., 1983).

A cukorcirok (*Sorghum dochna* L.) a silócirokknak egy hasznosítási iránya. Szára lédús, a szárlé 14-17% cukrot tartalmaz, ezért kiválóan erjeszhető, bioetanol és biogázgyártásra alkalmas (Pál és Rajki, 2007). Különösen megfelelő az a fajta, ahol a kinyerhető lé százalékos tömegaránya az összes zöldterméshez viszonyítva 45-50%. 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 tényező a szárazanyag szempontjából. Sok csapadékkal, hűvös időjárással sok lé alacsony cukortartalom jár együtt. Kevés csapadékú és meleg július-augusztus általában csökkenti a létartalmat és növeli a refrakciós %-ot. Mindezek figyelembe vételével a nemesítők több kitűnő cukorcirok hibridet is előállítottak. Ezeknek még ősszel is lédús a száruk, a refrakciós értékük pedig 17-18% (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 egyszerű cukor, 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). A cukorcirok takarmányozási és ipari értéke a szárban lévő cukortartalom miatt kedvező. Lippman, 1895-ben végzett mérései szerint az édescirok szára 10-14% szacharózt tartalmaz, és invertcukor is van benne, melyben a glükóz és a fruktóz aránya 1:1 (Chokkana, 1936). 31,5%-szárazanyagban 12% szacharózt tartalmazó cirokkal kísérletezett. Vukov 1972-es év adatainak elemzése szerint 21,8% szárazanyagban az összes cukor, mint invert 6,4%, a redukáló cukor, mint invert 4,3%.

Az édescirok levében előforduló anyagok között legfontosabb a szacharóz. A fiatal növényben az összes cukor redukáló. A nádcukor bugahányáskor kezd képződni, és mennyisége nő az érés folyamán a túlérés kezdetéig. A tárolás során a levágott szárban invertálódik a cukor (Vukov, 1972). Az invertcukor gátolja a kristályosodást. A szacharóz kristályos kinyerésére Ventre (1939) dolgozott ki eljárást. A redukáló cukrok mennyiségét rézredukálási módszerrel és polarizálással meghatározva a következő értékeket kapták: glükóz: 4,46%, fruktóz: 3,55% viaszérésben. Teljes éréskor ezek mennyisége 2,4%-ra csökken. Éretlen növényben több a glükóz, mint a fruktóz, magéréskor egyenlő mértékben szintetizálódik a két redukáló cukor. Az éréskor képződő keményítőtartalom mennyisége elérheti az 1%-ot. A gyorsan kicsapódó keményítő is akadályozza a cukor kicristályosodását. A lében oldott állapotban akonitsav, almasav, oxálsav és citromsav található (Vukov, 1947).

Vukov 1977-ben a beltartalmi paramétereket a következő eljárással határozta meg: az összes cukrot és a redukáló cukrot Fehling oldattal, valamint Luff-Schoorl eljárással. A szárazanyag meghatározására a Zeiss refraktométer fokot használta. A szárlé szénhidrátjainak összetételét pontosan meg lehet határozni, ha a Luff-Schoorl módszert kiegészítjük az enzimatis glükózmeghatározás módszerével, ezáltal a keményítő jelenlétét is igazolhatjuk. A szénhidrátok összetételének közelebbi megismeréséhez a nagynyomású folyadékkromatográfia eljárást (HPLC) alkalmazták (Vukov et al., 1977). A HPLC analízis eredményei a következők voltak: oligoszacharidok 14,7%, triszacharidok 2,7%, szacharóz 4,7%, glükóz 32,1%, fruktóz 29,1%. Az oligoszacharidok hidrolízisének céljára egy mintát amiloglükozidázzal kezeltek, aminek hatására az oligoszacharidok eltűntek a léből. Kezelés után a glükóz mennyisége 42,7%-ra, a fruktóz mennyisége 36,5%-ra növekedett. Az enzimatisusan és reduktometriásan kiértékelt adatokat összehasonlítva a HPLC analízis eredményeivel a következőket állapították meg: a di- és oligoszacharidból álló anyagok túlnyomórész szacharózból állnak, de tartalmazzák a keményítő hidrolízis termékeit is, mint például a maltotriózt, a maltotetrozt és a fruktózt. Ezek a szacharidok majdnem felét teszik ki a más redukáló anyagként megjelölt anyagoknak. A fruktóz mennyisége valamivel nagyobb, mint a más redukáló anyagok fele (Vukov et al., 1987).

Német kutatók a *Super Sile 20* fajtát vizsgálták, és megállapították, hogy a növekedés korai stádiumában (VIII. 03.) a cukor csak nyomokban, monoszacharidok és diszacharidok formájában található a szárban. Mindkét monoszacharid – a glükóz és a fruktóz – az összes cukor százalékában nem haladja meg a 2,5%-ot. A jelentős tartalékforma a szacharóz 7-8%-os részét is meghaladhatja. Augusztus közepén az összecukor 11-12% értéket és a szacharóztartalom 7,3-7,4% értéket mutatott. A fruktóz és a glükóz 2,45% és 2,6% volt. A fruktóz és a glükóz minden mintában stabil egyensúlyban volt (Schweiger, 2006).

ANYAG ÉS MÓDSZER

2007-ben a Kertészeti és Növényi Biotechnológiai Tanszék Bemutatókertjében állítottuk be a 22 db cukorcírok típusú restoráló apavonalból álló círoknevelési kísérletet. Az apavonalokból – a szár létartalma, a szárlé cukortartalma, a szárbél karaktere és a szár vastagsága alapján – a következő – kódszámmal ellátott – vonalakat választottuk ki: *RL 4*, *RL 9*, *RL 15*, *RL 18* és kontroll növényként a *K 1* szerepelt. A mintavétel három ismétlésben a viaszérés és a teljes érés fenofázisában történt.

A beltartalmi vizsgálatokhoz szükséges présnedvet a cukornádnál is használatos hengeres szárpréssel sajtoltuk ki a szárból. A levágott szárról nádvágó késsel eltávolítottuk a bugát a felső szárrésszel, valamint a leveleket és a szárat 4 órán belül feldolgoztuk. A préselt lé színe zöld, zavaros, íze zöld fű ízre emlékeztet.

A szárléből 14 ml-es mintákat gyűjtöttünk, három ismétlésben és szűrés után -18 °C-on tároltuk. A Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Kémiai-Biokémiai Tanszékének laboratóriumában meghatároztuk a minták szárazanyagtartalmát, összes cukor- és redukáló cukortartalmát. A szárlé szárazanyagtartalmát kézi refraktométerrel mértük meg (Brix). A szárazanyagnak 82-87%-a cukor, ezért refrakciós cukortartalomról beszélünk. Az összes cukortartalmat refraktometrián és polarimetrián határoztuk meg, a redukáló cukrok mennyiségi meghatározására a Luff-Schoorl módszert alkalmaztuk. Az adatokat SPSS programmal értékeltük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A készítenő lé minősége és mennyisége szempontjából fontos a mintavétel időpontja. A mintákat viaszéréskor és teljes éréskor vettük.

A fiatal növényben (vegetatív fenofázisban) monoszacharidok (glükóz, fruktóz) és redukáló cukrok találhatóak. A redukáló cukrok közül a legfontosabb a maltóz. A növény bugamegjelenésétől az érésig tartó fenofázisában a szacharóz képződik, amelynek a mennyisége folyamatosan nő a túlérés kezdetéig. Az érett növényben és a bugában keményítő található nagyobb mennyiségben. Magéréskor azonban egyenlő mennyiségben fordul

elő a glükóz és a fruktóz. Kivételesen a fruktóz is lehet több.

A lében lévő keményítő tartja lebegő állapotban a sejtfoszványokat és a kloroplaszt-szemcséket. A lében a keményítő minden lebontási fokozata megtalálható (duzzadt keményítő szemcsék, oldható keményítő és dextrinek). Mennyisége elérheti az 1%-ot is, amelyből centrifugálással 0,45%-ig nyerhető ki. A levágott szárban a tárolás során invertálódik a cukor. A valódi fehérjék csak egy részét alkotják a nitrogéntartalmú anyagoknak.

A lében oldott nemcukor-anyagok között jelentős mennyiségben találhatóak – részben szabad állapotban – különféle növényi savak. Az akonitsav, a ciroklé egyik ismert alkotórésze gátolja a cukor kristályosodását. Ezen kívül alma-, oxál-, citrom-, borkósav található, valamint ezeknek a sói.

A vizsgált vonalak jellemzőit az 1. ábrán szemléltettük: az *RL 4* jelzésű vonal viaszérés fenofázisában mért átlagos szárazanyagtartalma 12,33%, a szárazanyag százalékában 10,07% összes cukrot mértünk. Az összes cukor redukáló cukor mennyiségének átlaga 4,01% értéket mutatott.

Az *RL 9* szárazanyagtartalma 15%, azon belül az összes cukor átlaga 11,76%, míg a redukáló cukor 3,17% értéket mutatott. Ezen vonalak közül a viaszérésben mért szárazanyagtartalom átlaga a legmagasabb volt az *RL 15* esetében 17,66%-ot mértünk, az összes cukor mennyisége a szárazanyagban 15,43%, míg a redukáló cukor átlaga 3,23%.

Az *RL 18* vonal szárazanyagtartalma 16,66%, amely vonal szárlevében az összes cukor átlaga 13,78% és a redukáló cukor 4,11%-ot mutatott.

Az *RL 9* vonal esetében a teljes éréskor mért szárazanyagtartalom átlag értéke 15%, ezen belül az összes cukortartalom 11,08% volt, és a redukáló cukor átlaga 2,01%. Az *RL 15* vonal esetében a szárazanyagtartalom 18,66%, ezen belül az összes cukrok átlaga 15,36%, míg a redukáló cukrok átlaga 1,71%. Az *RL 18* vonal esetében a teljes éréskor mért szárazanyagtartalom 17,66%, ezen belül az összes cukor 13,26%, míg a redukáló cukor 2,23%. A kontroll növény redukáló cukor tartalma 0,77%-ot mutatott a teljes érés fenofázisában (2. ábra).

Az *RL 9* vonalnál a viaszéréskor mért összes cukortartalom 11,76% volt, ami teljes érése lecsökkent 11,08%-ra. A viaszérésben mért redukáló cukor mennyisége 3,17%-ról 2,01%-ra csökkent. Az *RL 15* vonalnál a viaszérésben mért átlagos összes cukortartalom 15,43% volt, amely érték az éréshez közeledve csökkent 15,36%-ra. A redukáló cukrok mennyisége ennél vonalnál a viaszérésben 3,23-ról 1,71%-ra csökkent. Az *RL 18* vonalnál a viaszérésben mért összes cukor mennyiségének átlaga 13,78% ez az érték az éréshez közeledve csökkent 13,26%-ra (2. ábra).

A szárazanyagtartalomnak magas az összes cukortartalma. Ezek az értékek a következőképpen változtak: a szárazanyagtartalom 73,85%-87,37%-át tette ki az összes cukortartalom, míg teljes éréskor az összes cukor a szárazanyagtartalomnak 59,35%-82,31%-át képezte (3. ábra).

1. ábra: A szárazanyagtartalom, az összes cukor és a redukáló cukortartalom alakulása a restorer vonalaknál a viaszérés fenofázisában

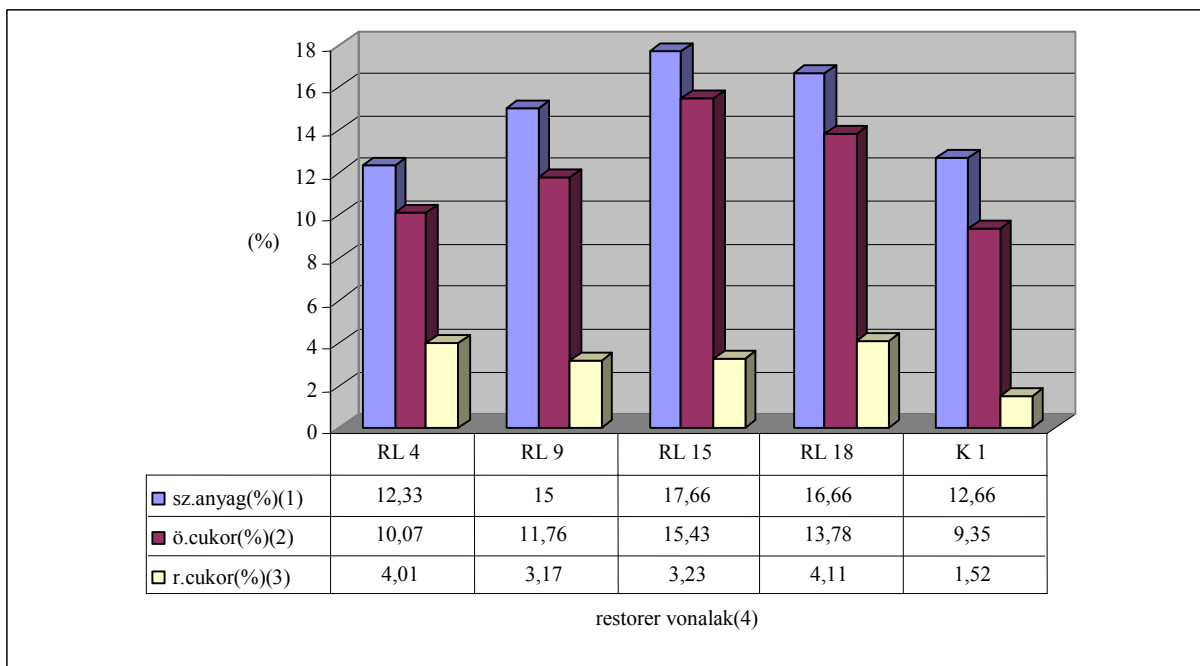


Figure 1: Changes in dry material, total and reducing sugar contents of restorer lines during waxy maturation
Dry substance(1), sugar content(2), reductive sugar content(3), restorer male lines(4)

2. ábra: A szárazanyag, az összes cukor- és a redukáló cukortartalom alakulása a restorer vonalaknál a szemtermés teljes érés fenofázisában

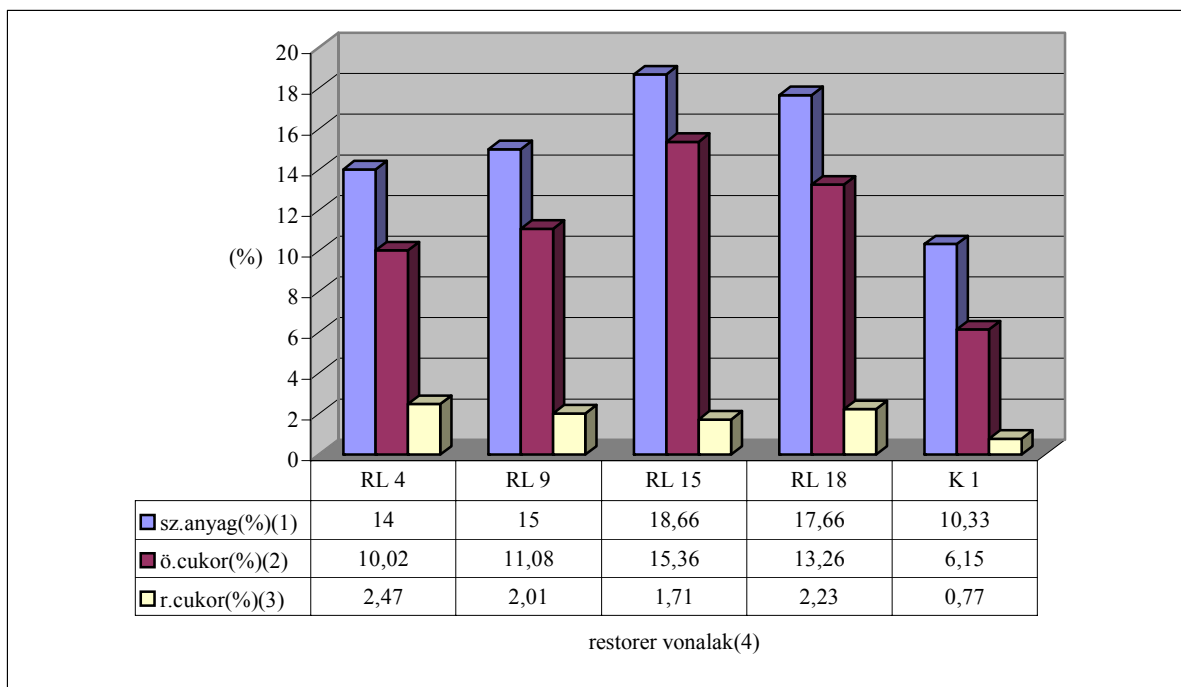


Figure 2: Changes in dry material, total and reducing sugar contents of restorer lines during waxy maturation
Dry substance(1), sugar content(2), reductive sugar content(3), restorer male lines(4)

3. ábra: Az összes cukortartalom alakulása a szárazanyag %-ában a viaszérés és a teljes érés fenofázisában a restorer vonalaknál

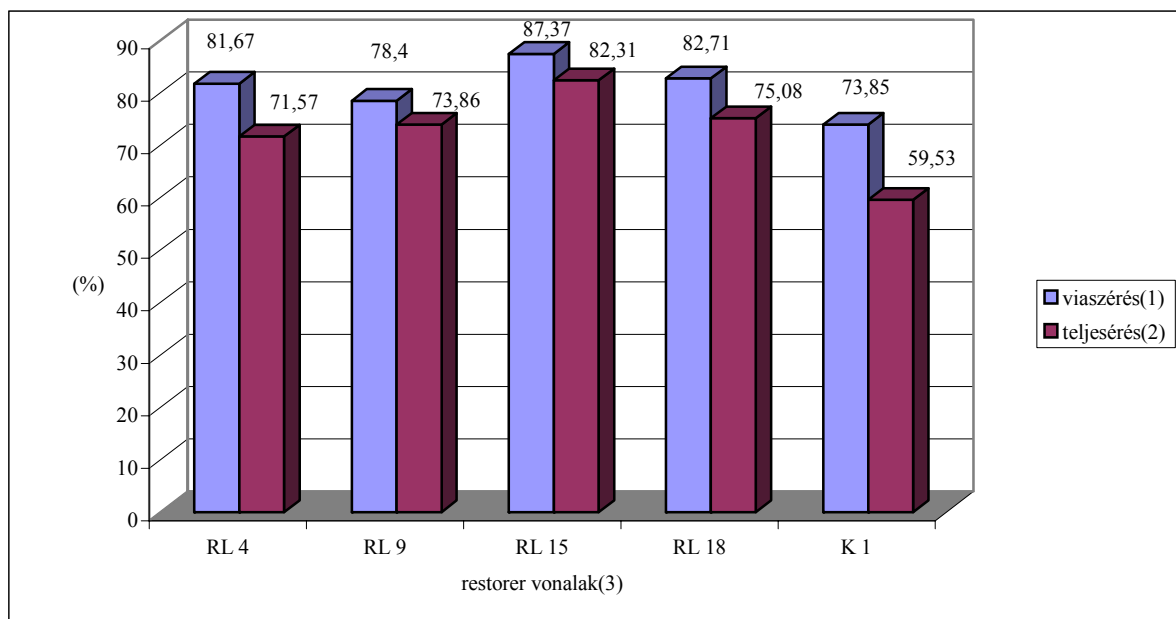


Figure 3: Changes of total sugar in dry material (%) of restorer lines during waxy and full mature Vaxy mature(1), total mature(2), restorer male lines(3)

A méréseket követően a kapott eredményeket átlagoltuk és varianciaanalízist végeztünk. A varianciaanalízis célja a vizsgált restorer vonalak hatásának vizsgálata volt a genotípusok beltartalmi paramétereire.

Az adatok kiértékelése alapján megállapítható, hogy a vizsgált restorer vonalak beltartalmi elemei (szárazanyagtartalom, összes cukortartalom és redukáló cukortartalom) között különbségek vannak.

A vonalnak jelentős szignifikáns hatása volt a vizsgált tulajdonságokra.

A különbségek $P=5\%$ -os valószínűségi szinten szignifikánsak (1. táblázat).

A fenofázisnak hatása volt a redukáló cukortartalom alakulására, de nem volt hatása a szárazanyagtartalom és az összes cukortartalom alakulására.

Nem volt interakció a vonal és a fenofázis között, a tényezők külön-külön hatottak.

1. táblázat

A vizsgált tulajdonságok szignifikanciaszintje a varianciaanalízis modellben

Tényezők(1)	Vizsgált beltartalmi paraméterek(2)	df(3)	MQ(4)	F-érték(5)	Szignifikancia(6)
Vonal(7)	szárazanyag(11)	4	45,500	22,377	,000
	összes cukor(12)	4	52,894	24,149	,000
	redukáló cukor(13)	4	4,260	12,777	,000
Fenofázis(8)	szárazanyag(11)	1	,533	,262	,614
	összes cukor(12)	1	6,193	2,827	,108
	redukáló cukor(13)	1	14,077	42,216	,000
Vonal * Fenofázis(9)	szárazanyag(11)	4	3,700	1,820	,165
	összes cukor(12)	4	2,563	1,170	,354
	redukáló cukor(13)	4	,277	,829	,522
Hiba(10)	szárazanyag(11)	20	2,033		
	összes cukor(12)	20	2,190		
	redukáló cukor(13)	20	,333		

Table 1: The significance levels of the examined features in the model of variance analysis

Factors(1), examined measure of value features(2), df(3), mean square(4), F-values(5), sig.(6), lines(7), phenophase(8), lines×phenophase(9), error(10), dry substance(11), total sugar(12), reductive sugar content(13)

A vizsgált beltartalmi paraméterek alakulása a cirok restorer vonalak présnedvében a viaszérés és a teljesérés fenofázisában

Vonal(1)	Száranyag (%) (2)		Összes cukor (%) (3)		Redukáló cukor (%) (4)	
	viaszérés(6)	teljes érés(7)	viaszérés(6)	teljes érés(7)	viaszérés(6)	teljes érés(7)
Fenofázis(5)						
RL 4	12,33*	14,00*	10,07*	10,02*	4,01*	2,47*
RL 9	15,00	15,00	11,76*	11,08*	3,17*	2,01*
RL 15	17,66*	18,66*	15,43*	15,36*	3,23*	1,71*
RL 18	16,66*	17,66*	13,78*	13,26*	4,11*	2,23*
K 1	12,66*	10,33*	9,35*	6,15*	1,52*	0,77*
SzD_{5%}	0,76		0,79		0,30	

* P=5% szinten szignifikáns(8)

Table 2: The examined nutritional parameters changes were followed in stalk juice of sorghum restorer lines during waxy to full maturation

Lines(1), dry substance(2), total sugar(3), reductive sugar content(4), phenophas(5), waxy maturation(6), full maturation(7), significant differences at 5%(8)

Van különbség a vonalak középértékei között, a vonalaknak volt hatása a beltartalmi paraméterekre. Az összes cukortartalom változása szorosan követi a refrakciós szárazanyagtartalom változását. A redukáló cukortartalom a teljes éréshez közeledve csökkent, amely az érés folyamatának és a redukáló cukortartalom csökkenésének szoros összefüggésére hívja fel a figyelmet.

A csökkenés azzal magyarázható, hogy a növény szárlevéből cukrok vándorolnak a szemtermésbe, ahol keményítő formájában tartaléktápanyagot

képeznek. A redukáló cukrok mennyisége is csökken a teljes érés fenofázisához közeledve, mert a maltóz molekulákból keményítő képződik, míg viaszéréskor a szárlében magasabb a redukáló cukrok mennyisége. Ezek az értékek a következők: legmagasabb érték *RL 18* esetében 4,11% viaszéréskor, teljes éréskor ez az érték 2,23%-ra csökken, *RL 15* esetében viaszéréskor 3,23%-ról teljes érésben 1,71%-ra csökken, *RL 9*-nél 3,17%-ról 2,01%-ra csökken. A redukáló cukor %-os adatai is genetikai meghatározottságra utalnak.

IRODALOM

- Barabás Z.-Bányai L. (1965): A cirok és a szudánifű. Akadémiai Kiadó, Budapest, 75-86.
- Chokkana, Z. F. (1936): Bodenkunde Pflanzenernährung, Düngung, 43.
- Feczák J. (2006): A cukorcirok hasznosítása alternatív energiaként. *Vetőmag*, 13: 3. 20-21.3.
- Kapocsi, I.-Lazányi, J.-Wieland, A.-Deák, P. (1983): Die Verwendung von Zuckerhirsessaft in der Spiritindustrie, A cukorciroklé szeszipari hasznosítása. *Szeszipar* (Budapest), Nr. 3, 51-56.
- Lippmann, S. (1895): Die Chemie der Zuckarten. II. Aufl. Braunschweig. 495.
- Pál M.-Rajki E. (2007): Takarmánycirok takarmány és bioenergia célra. *Agrofórum*, 18: 4.
- Pongrácz, S. (1985): Bauen wir Zuckerhirse an? (Termeszünk-e cukorcirkot?) *Élet és Tudomány*, Budapest, 40. 1430-1431.
- Schweiger, P. (2006): Ertrag, Stickstoff-, Faser- und Zuckergehalt von Zuckerhirse zur Nutzung in der Biogasanlage, www.lap-forchheim.de
- Ventre, B. C. (1939): Facts about Sugar. Nr. 34. 34.
- Vukov, K. (1947): Angaben über Zusammensetzung der Zuckerhirse (Adatok az édescirok összetételéről). *Magyar Kémikusok Lapja* 2, 235-239.
- Vukov, K. (1972): Physik und Chemie der Zuckerrübe als Grundlage der Verarbeitungsverfahren. Akadémiai Kiadó, Budapest, 404.
- Vukov, K.-Pátkai, G.-Monszpart, J. (1977): Über invertzuckerreiche Flüssigzucker, *Zuckerindustrie*, 27, Nr. 12.
- Vukov, K.-Magyar, É.-Pichler Tóth, M.-Barta, J.-Rák, I.-Fodor, P. (1987): Zuckerhirsesirup-ein Produkt für diätetische Lebensmittel. *Zuckerindustrie* 112. Nr. 8