

# **SZAKDOLGOZAT**

**DR. MURÁNYI ESZTER**

**NÖVÉNYNEMESÍTÉS ÉS NÖVÉNYGENETIKA  
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS**

**GÖDÖLLŐ**

**2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Genetika és Biotechnológia Intézet

Növénynevelés és növénygenetika szakirányú

továbbképzés

KÉTVONALAS SZEMESCIROK HIBRIDKOMBINÁCIÓK ELŐÁLLÍTÁSÁRA  
SZOLGÁLÓ VONALAK VIZSGÁLATA, ÉRTÉKELESI RENDSZER  
KIDOLGOZÁSA

Belső konzulens: Dr. Zsigrai György

Tudományos munkatárs

Intézet/Tanszék: MATE Karcagi Kutatóintézet

Készítette: Dr. Murányi Eszter

EZUQQD

Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: MATE Karcagi Kutatóintézet

Gödöllő

2023

## Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....</b>	<b>3</b>
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....</b>	<b>5</b>
2.1. A szemescirok termesztés jelentősége.....	5
2.2. A cirok nemesítés hazánkban .....	7
2.3. A szemescirok genetikai háttere, öröklésmenete.....	8
2.4. A szemescirok nemesítése és a nemesítés célkitűzései .....	8
2.5. A hibridelőállítás és heterózishatás felfedezésének jelentősége, gyakorlata.....	9
2.6. A hímsterilitás jelentősége.....	11
2.7. A beltenyészett vonalak előállítása és használatának jelentősége.....	12
2.8. A szemescirok morfológiai tulajdonságai és az azokat befolyásoló tényezők..	14
2.9. A szemescirok virágzása .....	15
2.10. A szemescirok termésképző elemei és az azokat befolyásoló tényezők .....	16
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>18</b>
3.1. A szemescirok nemesítés jelene a MATE Karcagi Kutatóintézetben .....	18
3.2. A morfológiai jellemzők meghatározása.....	19
3.3. A buga- és termés jellemzők meghatározása.....	20
3.4. Az eredmények értékelésének módszere.....	21
<b>4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....</b>	<b>22</b>
4.1. A hímsteril anyavonalak ('A'-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó ('B'-vonalak) jellemzése .....	22
4.2. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak jellemzése .....	23
4.2.1. A vizsgált restorer vonalak éréscsoportjának meghatározása a bugázás időpontja alapján.....	23
4.2.2. A fertilitást helyreállító (restorer) morfológiai vonalak jellemzői .....	24
4.2.3. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak buga- és termés jellemzői .....	27
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....</b>	<b>31</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>32</b>
<b>7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>33</b>
<b>8. IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>34</b>
<b>9. MELLÉKLETEK.....</b>	<b>37</b>
9.1. A hímsteril anyavonalak ('A'-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó ('B'-vonalak)	
9.2. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak	
<b>10. NYILATKOZATOK.....</b>	<b>40</b>

# 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A cirok az alkalmazkodó képességük, az aszálytűrésük és a modern módszerekkel végzett nemesítésük eredményeik következtében termesztési körzetenként egyre jelentősebb helyet foglalnak el a gazdasági növények vetésterületi rangsorában (*Barabás és Faragó, 1980*). A világon a cirok az ötödik legnagyobb területen termesztett gabonanövény a búza, a kukorica, a rizs és az árpa után. A *FAOSTAT* adatai szerint 2021-ben a búzát 220,8 millió hektáron, a kukoricát 205,9 millió hektáron, a rizst 165,3 millió hektáron, az árpát 48,9 millió hektáron, a cirokot pedig 40,9 millió hektáron termesztették. Afrikában 28,1 millió ha, Amerikában 6,3 millió ha, Ázsiában 5,6 millió ha, Óceániában 0,6 millió ha és Európában 0,3 millió ha a ciroktermesztési területe. *Berenji és Dahlberg (2014)* szerint Európában a cirokot (0,3 millió ha) a kukoricához (19,7 millió ha) képest korlátozott területen termesztik. A cirok sokoldalú felhasználhatósága, illetve a környezeti feltételekhez való kiváló alkalmazkodóképessége miatt megbízható alternatívája lehet a kukoricának. Főként az olyan területeken, amelyek kukoricatermesztésre kevésbé alkalmasak, a ciroktermesztése különösen indokolt.

A citoplazmás hímsterilitást 1952-ben Stephens és Holland fedezte fel, így lehetővé vált a hímnős virágzatú növényből hibridek előállítása. Felfedezték, hogy a beltenyésztett cirok vonalak keresztezésekor jelentős mértékű heterózishatás lép fel, amely révén a termőképességet, a tenyészidő csökkentése mellett is növelni tudták. A hibridek a fajtáknál rövidebb tenyészidejűek, a termőképességük nagyobb (*Chrappán et al., 1997*). A kukoricához hasonlóan a szemescirok termesztésben is a heterózishatás felhasználása jelentette a legnagyobb áttörést. *Unger és Baumhardt (1999)* szerint a hibridizáció következtében 1958 és 1997 között, 40 év alatt 46%-kal nőtt a cirok termésátlaga ( $1020 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

*Chrappán et al. (1997)* szerint a takarmánycirkok a hazai száraz, sokszor aszályos klímánkat jól tűrik, a tenyészidőszak alatti csapadékhiányra, illetve a csapadékeloszlás egyenlőtleniségére kevésbé érzékenyen reagálnak, mint a többi termesztett növényfaj. A szemescirok hibridek a szárazságtűrő képességük következtében sikeresen termesztethetők hazánk aszály sújtotta tájain, azokon a közepes- és gyengébb talajadottságú területeken is, ahol a kukorica termesztése már nem jövedelmező. Hazánkban az elmúlt években a szemescirok vetésterülete növekedésnek indult, 2021-ben a *FAOSTAT* adatai szerint ~24 ezer hektár volt, a 2010. évi 3,8 ezer hektárral szemben. Az elért terméshozam az évjárat jellegétől függően változó, 2015-2021 között,  $3,4\text{--}5,4 \text{ t ha}^{-1}$  között ingadozott.

A szakdolgozatom témájául a szemescirok fertilitást visszaállító (restorer) vonalak vizsgálatát és értékelését választottam. *Barabás és Bányai (1985)* szerint a cirok

formagazdagságát legjobban a buga tükrözi. A MATE Karcagi Kutatóintézet nemesítési anyagát a cirok tenyészkertben fenntarott 152 fertilitást visszaállító vonal adja, amely vonalak számos jellemzőjükben jelentősen eltérnek, így változatos keresztezési alapanyagot biztosítanak a nemesítési munka számára, a hibridkombinációk keresztezéssel történő előállítására és vizsgálatára.

A vizsgálat keretében meghatároztuk a szemescirok restorer vonalak fontosabb morfológiai tulajdonságait és temésképző elemeit.

Célul tűztük ki:

- a morfológiai tulajdonságok és temésképző elemek alapján a szemescirok fertilitást visszaállító (restorer) vonalak értékelését,
- a kiemelt tulajdonságok alapján értékelési rendszer kidolgozását,
- a rendelkezésre álló vonalak közül cél kiválasztani a nemesítési céloknak leginkább megfelelő keresztezési alapanyagot hibrid előállításához, valamint több éven át tartó szelekció mellett végzett visszakeresztezéssel új vonalak előállítása.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A szemescirok termesztés jelentősége

A szemescirok termesztése, mint gazdaságosan előállítható élelmiszer-, takarmány- és üzemanyag megoldásként is szolgálhat, valamint vetésforgóba vonása színesíti a biológiai sokféleséget. Hazánkban a két fő gabonanövény, az őszi búza és kukorica termesztésének túlsúlyát, az alternatív növények, így a cirok termesztésével lehet csökkenteni. A gyengébb adottságú talajokon és a szárazságra hajló termőhelyeken a szemescirok hibridek, megfelelő agrotechnika alkalmazása mellett a vetésforgó sikeres elemei lehetnek (*http1*). A szemescirok termesztés hazai jelentőségét az is növeli, hogy hazánkban több százezer hektár szántóterületünk alkalmatlan a legfontosabb gabonanövények (kukorica, búza, árpa) gazdaságos termesztésére (*Barabás és Faragó, 1980*).

A világban megtermelt szemescirok közel felét a humán élelmezésre használják fel, elsősorban Afrikában és Ázsiában nagyarányú az étkezési célú felhasználása (**1. ábra**) (*Somogyi, 2019*). A ciroktermesztés elterjedésének elsődleges oka az volt, hogy a hibrid cirokok előállítása következtében megnőtt az érdeklődés a humánfogyasztás, a takarmányozás és az ipari felhasználása céljára (*Wall és Blessin, 1969*).

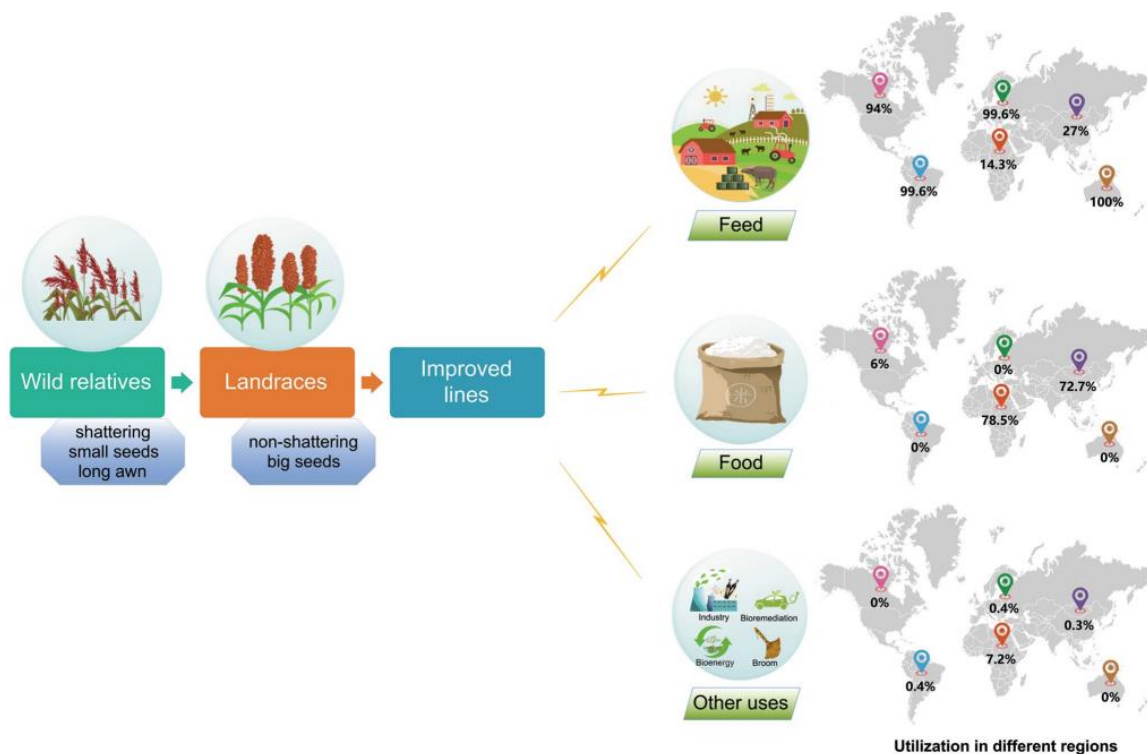
Az **1. ábra** szemlélteti a szemescirok felhasználásának alakulását földrészenként. A szemescirok szemtermése a kedvező beltartalmi értéke miatt minden állattenyésztési ágazatban felhasználható, értékes abraktakarmány (*Chrappán et al., 1997*). A világon takarmányozásra mintegy 27 millió tonna szemescirkot használnak fel, míg etanol-gyártásra 3,2 millió tonna szolgált 2019-ben. Európában és ezen belül Franciaországban a szemescirok elsősorban takarmányozási célokat szolgál, az előállított mennyiség 85%-át az állattenyésztés használja fel (*Somogyi, 2019*). Hazánkban elsősorban a sertés- és a baromfi takarmánykeverékekben 20-60%-ban a kukorica helyettesítésére használják fel (*Chrappán et al., 1997*). A fehér színű fajták, hibridek alkalmasabbak abraktakarmánynak, takarmánykeverékekben, illetve élelmezési célra való felhasználásra is (*Jolánkai, 2005*). *Palágyi (2022)* szerint a szemescirkot elsődlegesen sertés, szárnyas keveréktakarmány és madáreleség célra hasznosítják, azonban egyre népszerűbbé válik Európában is az étkezési célú felhasználása, amely újabb nemesítési irányelveket céloz meg az élelmiszeripari igényeknek megfelelően.

A takarmánycirkok a hazai száraz, sokszor aszályos klímát jól tűrik, a tenyészidőszak alatti csapadék hiányra, illetve a csapadékeloszlás egyenlőtlenységére kevésbé érzékenyen reagálnak, mint a többi termesztett növényfaj. A szemescirok hibridek a szárazságtűrő képességük következtében sikeresen termesztethetők hazánk aszály sújtotta tájain, azokon a közepes- és

gyengébb talajadottságú területeken is, ahol a kukorica termesztése már nem jövedelmező (Chrappán et al., 1997). A szemescirkot elsősorban aszályos területeken termesztik a kukoricát helyettesítő növényként (Jolánkai, 2005).

A cirokfélék kiváló szárazságtűrésének oka, hogy jellemző rájuk a nagy, mélyreható gyökérzet, a fejlett hajszálgökerek, a szára és a levelei viaszréteggel fedettek, sztómái kicsik, légzőmechanizmusok kedvező (Chrappán et al., 1997). A cirokfélék asszimilációja a C-4 csoportba tartozik, előnyös tulajdonságuk a megújuló képességük, vagyis kedvezőtlen ökológiai körülmények közé kerülve fejlődésük csak lelassul, de nem áll meg, így a körülmények változásával fejlődésük ismét folytatódik (Chrappán et al., 1993). Staggengborg et al. (2008) szerint a tenyészidőszak legtöbb hónapjában a szemescirok szemtermése nőtt az átlagos minimum hőmérséklet növekedésével, a szemescirok termesztése azokban a régiókban javasolt, ahol a csapadék mennyisége és eloszlása szélsőséges és gyakori a magas hőmérséklet.

**1. ábra:** A szemescirok különböző célú felhasználásának megoszlása földrészenként  
 Forrás: Huaiqing et al. (2021)



A takarmányozás céljára előreláthatólag továbbra sem lesz elsődleges érdek kiváltani a kukoricát vagy egyéb fehérjenövényt a szemescirokkal. Azonban az abiotikus tényezőkből adódó kockázatok kezelése miatt az érzékenyebb kultúrák mennyiségét csökkentve és a hosszútávú fenntarthatóságot szem előtt tartva, egy olcsóbban és biztonságosabban előállítható növény hangsúlyának a növelése lesz a cél, amelynek egyik alternatívája a szemescirok (http1).

A cirok a vetésforgóba beilleszthető, a gyengébb adottságú területeken is megfelelő hozamokkal termeszthető, jó stressztűrő, betegségekkel szemben jó ellenállóképességű. Évtizedek óta, folyamatosan termesztnek cirkot hazánkban, azonban előtérbe csak 2010 után került, amikor egyre szaporodtak az aszályos időszakok, egyre többen ismerték fel azt, hogy a cirok megoldást nyújthat az aszály sújtotta területeken (*http2*).

## **2.2. A cirok nemesítés hazánkban**

A cirok Magyarországi termesztéséről először 1775-ben Csapó József számolt be (*Chrappán et al., 1993*). Hazánkban a takarmánycirok honosítása Surányi János nevéhez fűződik, aki az 1910-es években amerikai fajtákkal végzett termesztési kísérleteket. Az általa vizsgált fajták hosszú tenyészidejűek és kis termőképességűek voltak, így nem terjedtek el Magyarországon (*Chrappán et al., 1997*). A hazai ciroknemesítést Barabás Zoltán Surányi János hatására és ösztönzésére 1951-ben indította el az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében Martonvásáron (*Kapás, 1997*).

Barabás Zoltán 1957-ben már a hímsterilitást is felhasználta a ciroknemesítésben (*Kapás, 1997*). *Barabás és Faragó (1980)* szerint Európában először Magyarországon sikerült citoplazmás hímsteril anyagok felhasználásával szemescirok hibrideket előállítani.

Hazánkban a kedvezőbb tulajdonságú hibridek bevezetésével, az 1970-es évek második felében alakult ki a szemescirok szervezett, nagyüzemi termesztése, az Ócsai Szemescirok Termelési Rendszer megalakulását követően (*Chrappán et al., 1997*). A szemescirok hazai elterjedésében nagy jelentőségű volt ennek a komplex termelési rendszernek a létrehozása (*Barabás és Faragó, 1980*).

A sorozatos témaát szervezések következtében a martonvásári nemesítési anyag részben Szegedre, részben Karcagra került, ahol korábban elsősorban szudánifű és silócirok nemesítésével foglalkoztak. A hibrid szudánifű nemesítését a DATE Kutató Intézetében Bács Barna kezdeményezte a martonvásári nemesítési anyag felhasználásával, majd 1977-ben Lazányi János folytatta, aki több szudánifű hibridet is előállított. A takarmánycirok nemesítését 1990-től Chrappán György vette át (*Chrappán et al., 1993*), aki a nemesítési munkát 2006-ig irányította (*Ábrahám et al., 2010*). A Karcagi Kutatóintézet két államilag elismert szemescirok hibridje van jelenleg köztermesztésben, a korai érésű 'Zádor' (1998) és a kései érésű 'Albita' (2001) (*Szántóföldi Növények Nemzeti fajtajegyzéke, 2023*). A 'Zádor' fő nemesítője Chrappán György (50%), az 'Albita' kétvonalas hibridé pedig Chrappán György és Fazekas Miklós voltak (30-30% nemesítői arányban).



### 2.3. A szemescirok genetikai háttere, öröklődésmenete

A termesztett és a vad cirok kromoszómaszámuk alapján poliploid sorba rendezhetők, az alap kromoszómaszámuk  $x = n = 5$ , a „kultúrcirok” *Sorghum bicolor* az  $n = 10$  kromoszómacsoportba tartoznak. Az  $n = 20$  csoport legismertebb és legelterjedtebb tagja a *Sorghum halepense* és ennek keresztezéses származékai (Barabás és Bányai, 1985).

Barabás és Bányai (1985) szerint a cirok legfontosabb tulajdonságainak öröklésmenete igen jól ismert (**1. táblázat**). Az egyes növényi jellemzők, bélyegek, például a magasság és az érés, valamint ezek összefüggései nagyon jól kidolgozottak. A hibrid előállítási munkához az alapanyagok szelekciójánál a jó agronómiai tulajdonságok mellett fontos a jó kombinálódó képesség.

#### 1. táblázat A szemescirok öröklésmenete

*Forrás: Saját szerkesztés Barabás és Bányai (1985) alapján*

Jellemző	Leírás
Érési idő	A cirokfélék virágzási ideje széles határok között változik, ezt a változékonyságot négy, egymástól független gén az $Ma_1$ , $Ma_2$ , $Ma_3$ és az $Ma_4$ okozza. Egy domináns génnek egy recesszívvel való helyettesítésével bármelyik trópusi fajta mérsékelt égövi típusú alakítható.
Növénymagasság	Az internódiumok hosszúságát négy egymástól független fő gén a $Dw_1$ , $Dw_2$ , $Dw_3$ és a $Dw_4$ szabályozza.
Szemszín	A cirokszem színe nagyon változó, a fehértől a sötét vörösesbarnáig számos színárnyalat megtalálható. A cirokszem héjában lévő színanyagok kialakítását 6 gén határozza meg.
Növényszín	A növény zöld részei éréskor és sérülések, betegség hatására elszíneződhetnek, a pigmentek színét 2 fő gén és az ezekhez tartozó allélsorozat határozza meg.
Szár	A felálló, erős szár domináns, a gyenge dőlésre hajlamos szár recesszív öröklődésű.
Buganyél	A hosszú buganyél domináns, a rövid recesszív tulajdonság.
Buga	A laza buga egyszerű domináns úton öröklődik, a tömött recesszíven. A hosszú bugafőtengely domináns, a rövid recesszív tulajdonság.
Szálkásság	A cirok toklászainak szálkássága öröklődő fajtajelleg. Ha tar toklászú hibrideket akarunk előállítani, akkor elég, ha csak az egyik szülő tar.

### 2.4. A szemescirok nemesítése és a nemesítés célkitűzései

Hazánk a ciroktermesztési övezet északi határán fekszik. A nemesítőknek olyan fajtákat, illetve hibrideket kell előállítani, amelyek rövid tenyészidejűek (mivel a kellő hőösszeg csak

így biztosított) bőtermők, törpék és jó szárszilárdsággal rendelkeznek és a betegségekkel szemben ellenállóak (*Barabás és Faragó, 1980*).

A szemescirok nemesítés főbb célkitűzései között *Józsa (1978)* a tenyészidő csökkentését, a termőképesség növelését az éréscsoport határain belül, az alacsony, szilárd szárat, a kedvező állomány kiegyenlítettséget, a felálló bugát, a laza bugaszerkezetet, a hosszú, levél nélküli buga alatti szár részt és a betegségekkel szembeni ellenállóképességet, *Palágyi (2002)* pedig a kevező szárszilárdságot, a gyors vízleadó képességet, a biztonságos vetőmag-előállíthatóságot és a tanninszegény, világos színű szemtermést említette meg. *Rooney (2004)* szerint minden hibridcirok nemesítési program elsődleges célja a termés hozam növelése és az adott termesztési körülményekhez történő magasszintű adaptáció. A termesztők azokat a szemescirok hibrideket keresik, amelyek termés hozama stabil eltérő környezeti feltételek között is. A koraiérésű hibridek (vonalak) alacsony, de stabil termés hozammal rendelkeznek, aszályos körülmények között és a rövid tenyészidőszak mellett is. A közepesérésű hibridek (vonalak) magas termés hozamúak, de a termőképességük nagymértékben függ a rendelkezésre álló nedvesség mennyiségétől. A kései hibridek (vonalak) ott termesztethetők sikeresen, ahol a csapadékmennyisége nem limitáló tényező vagy az öntözési lehetőségek adottak. Ezek a hibridek nagyon magas termés hozammal rendelkeznek, de a fellépő stresszhatások jelentősen csökkentik a termésmennyiségét.

A hagyományos növény nemesítési gyakorlatban legáltalánosabban alkalmazott módszerek a szelekció és a keresztezés. A hazai nemesítőházak célja saját nemesítésű hibridek és fajták előállítását, a hazai környezeti tényezők mellett tesztelve és szelektálva azokat. Magyarországon a külföldi cirok fajták és hibridek honosítása nem volt sikeres, mert a hosszú tenyészidejű, nagy termőképességű fajták nem értek be időben, míg a rövid tenyészidejűek alacsony termőképességgel rendelkeztek. Fordulópontot a hibrid cirok nemesítése hozott, amely termőképesség, a koraiság és az alkalmazkodóképesség tekintetében is versenyképes hibridek előállításához vezetett. A köztermesztésben levő korszerű takarmánycirokok az utóbbi 25-30 évben már csaknem kizárólag hibridek (*Palágyi, 2022*).

## **2.5. A hibridelőállítás és heterózishatás felfedezésének jelentősége, gyakorlata**

Két örökletes tulajdonságaiban egymástól eltérő, egyedet keresztezve, hibrid keletkezik. A hibrid heterozigóta szervezet, amely egy vagy több tulajdonságpárban eltérő homozigóta szülők keresztezésével jön létre (*Pásztor, 1987*). A hibridizáció az 1920-as években kezdődött meg,

egyre nagyobb szerepet kapott a keresztezés és a visszakeresztesítés a nemesítési programokban (Hayes et al., 1955).

A keresztezéssel történő nemesítés lényege, hogy több kedvező tulajdonságú fajtát kereszteznek össze ivaros úton, annak érdekében, hogy ezeket a tulajdonságokat egyetlen utódban egyesítsék. A különböző szülők tulajdonságait, tervszerűen egyesítjük az új genotípusokban (Pepó, 2010). A keresztezéskor az  $F_1$  nagyszámú gén tekintetében heterozigóta. A heterózis az  $F_1$  növények minden részén megmutatkozhat, ugyanakkor gazdasági szempontból a leggyakrabban a szemtermés mennyisége és minősége bír a legnagyobb jelentőséggel. A heterózis az  $F_1$  nemzedékben a legkifejezettebb, az  $F_2$ ,  $F_3$  és a további nemzedékekben fokozatosan csökken (Lazányi, 1978). Conner és Karper (1927) szerint az  $F_1$  generáció átlagosan 66%-kal, az  $F_2$  generáció 40%-kal volt magasabb, mint a legmagasabb szülő. Kirby (1935) megállapítása szerint a heterózis a nagyobb levélterületben, a szárátmérő növekedésében és a növénymagasság növekedésében, a korábbi virágzásban, a nagyobb növényenkénti szem és –bugaszámban, illetve a nagyobb hozamban fejeződött ki. A legnagyobb heterózishatást a többi jellemzővel szemben a szemtermés mennyiségének alakulásában érték el. A különböző hibridek 106-147%-kal múlták felül a szülői termésátlagot. Barabás és Faragó (1980) szerint kevés növényfajnál figyeltek meg olyan nagymértékű heterózishatást, mint a takarmánycirokok esetében, azonban annak mértéke jelentősen függ a környezeti viszonyoktól. A hibridek termőképessége nemcsak azért nagyobb, mint a fajtáké, mert a fejlettebb bugában több szem képződik, hanem azért is, mert a környezeti hatásokat általában jobban viselik.

A beltenyésztés a genetikai állandóságot erősíti meg, a keresztezések pedig a genetikai változékonyságot biztosítják.

A beltenyésztett törzsek megfelelő más törzsekkel keresztezett  $F_1$  utódai – a szabad levirágzású fajtákhoz viszonyítva 20-30%-kal nagyobb termést érnek el. A heterózishatás csak az  $F_1$  nemzedékben érvényesül, ezért a hibrid vetőmagot minden évben újra elő kell állítani. A fölény állandóvá tétele, nem sikerült. Az  $F_1$  generáció után termesztett generációkban már jelentkezik a beltenyésztéses depresszió. A kukoricánál megindult heterózis nemesítés egyre több növényfajban vált általánossá az elmúlt évtizedekben (Izsáki, 2021). A szántóföldi növényeknél a kukorica, a cukorrépa, a cirok, a takarmánynövények, a fűfélék és a napraforgó esetén volt jelentős a heterózishatás felhasználása (Hayes et al., 1955). A szerzők megállapították, hogy a heterózis széleskörben alkalmazható egyéb növényfajoknál is.

## 2.6. A hímsterilitás jelentősége

A hímsterilitás olyan génes, vagy citoplazmás eredetű megváltozás, melynek eredményeként a virágokban a portokok, vagy a pollenszemek képződése elmarad. A hibridek előállításához ellenőrzött és irányított beporzást kell végrehajtani, amihez gyakorlati szempontból is előnyös egy hímsteril keresztezési partner alkalmazása. A hímsteril egyedeknél az öntermékenyülés megakadályozása nem igényel külön beavatkozást (*Pásztor, 1987*).

A genetikai hímsterilitás a hímsterilitás olyan formája, mely csak a sejtmaggénekre alapul.

*Heszky (2014)* szerint a heterózis a XX. század növénynevelésének egyik legnagyobb felfedezése volt, mely a heterozigóta (F<sub>1</sub>) hibridek fejlődésbeli fölényét jelenti, a homozigóta szülőkhöz viszonyítva, valamilyen tulajdonság terén (pl. hozam, növénymagasság). A hibrid-előállítás legfontosabb kritériuma az irányított megporzás, az anyavonal csak az apavonal pollenjétől termékenyülhessen meg. A megporzás irányítottságát kasztrálással (a hímvirágok, illetve a portokok eltávolításával), vagy hímsterilitást kiváltó genetikai mutációkkal (citoplazmás, vagy nukleáris gének mutációja), izolációval, vagy vegyszeres kezeléssel lehet biztosítani. A citoplazmás hímsterilitás (CMS) a mitokondrium genom genetikai hibájára vezethető vissza és a sejtmagban kódolt fertilitást visszaállító génekkel (restorer, Rf gének) feloldható. A ciroknál a CMS és Rf gének rendelkezésre állnak, és azok a szülővonalakba beépíthetők.

A citoplazmás hímsterilitás a sejtplazmában található mitokondriális gének és a sejtmag gének együttes hatásának eredménye. Minden olyan növény hímsteril, melynek a plazmája magában hordozza a citoplazmás hímsterilitást (cms) és sejtmagjában a sterilitást fenntartó, recesszív (rf) géneket homozigóta állapotban. Azok a növények, melyek sejtmagjukban a fertilitást visszaállító domináns géneket (Rf) tartalmazzák, minden esetben fertilesek, függetlenül attól, hogy a cms (sterilitást örökítő) vagy N (normál fertilitást örökítő) mitokondriális géneket tartalmaz (*Bedő, 2005*).

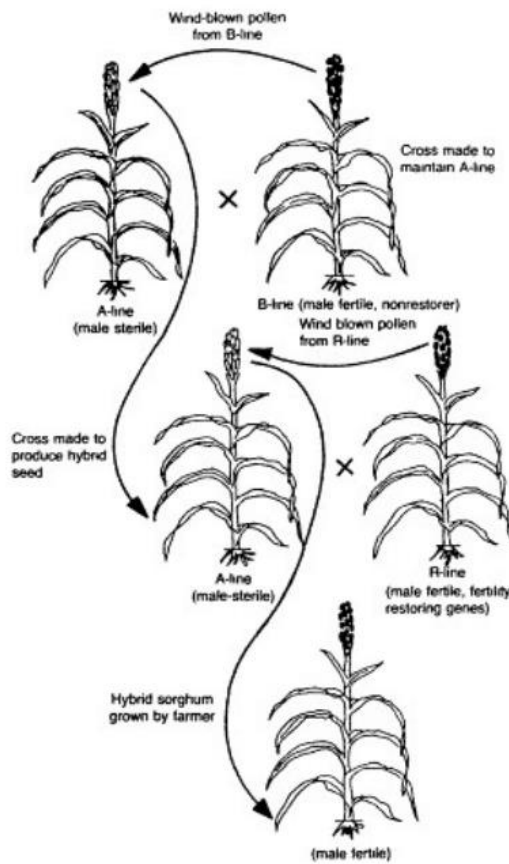
A hímsteril növényeken nem alakul ki, vagy csökevényes, sötét színű portok fejlődik ki, amely életképes pollent nem termel (*House, 1985*). A citoplazmásan hímsteril portokok töppedtek, világos színűek és csak steril pollent tartalmaznak (*Barabás és Faragó, 1980*).

A hibridek előállításához hímsteril anyavonalak ('A' vonal), hímsterilitást fenntartó apavonalak ('B' vonal) és hímsterilitást feloldó, azaz fertilitást visszaállító restorer ('R') apavonalak szükségesek, melyek keresztezésével két- ('A' x 'R') és háromvonalas (('A' x 'C') x 'R') hibridek állíthatók elő. A termesztett szemescirok hibridek szinte mindegyik kétvonalas hibrid, kihasználva ezzel a heterózishatás előnyeit (*Palágyi, 2022*). A hímsteril anyavonalak

('A') jelentik az alapját a hibrid cikrok előállításának, amelyek virágport nem termelnek. A hímsterilitást fenntartó apavonalak ('B') hordozzák a hímsterilitást meghatározó gént. Termelnek virágport, szerepük a hímsteril anyavonalak előállításában van ('A' x 'B' = 'A'). A fertilitást visszaállító vonalak ('R') jelentik a hibridek apavonalát ('A' x 'R') (Poehlman és Sleper, 1995., Rooney, 2004, Ábrahám et al., 2012). A **2. ábra** szemlélteti a kétvonalas F<sub>1</sub> hibrid előállítás folyamatát.

**2. ábra:** A kétvonalas F<sub>1</sub> hibrid előállítás folyamata

*Forrás: Poehlman és Sleper (1995)*



A két különböző genetikai állománnyal rendelkező homozigóta vonal keresztezésének eredménye az utódokban megjelenő heterózis hatás. A hímsterilitást feloldó 'R' vonal fenotípusosan eltér az anyavonaltól (House, 1985). Rooney (2004) szerint restorer vonal genetikailag nagyon különbözik az anyavonaltól, és hordozza az anyavonal fertilitását visszaállító domináns allélokot.

**2.7. A beltenyésztett vonalak előállítása és használatának jelentősége**

A beltenyésztés olyan eljárás, amelyben a növényi populáció egyedeit öntermékenyítéssel tartjuk fenn. A beltenyésztés eredményeként genetikailag nagymértékben egyöntetű

populációk, beltenyésztett vonalak, illetve törzsek jönnek létre. A beltenyésztés folyamán a populációban a heterozigóta egyedek száma csökken, a homozigóták száma nő. Beltenyésztéssel homozigóta vonalakat lehet előállítani. A legjobb kombinálódóképességű beltenyésztett törzseket tervszerűen keresztezve az utódokban jelentős heterózis mutatkozik (Pásztor, 1987). Barabás és Faragó (1980) szerint a takarmánycirkok jól bírják a számos nemzedéken át tartó öntermékenyítést is.

A hibridnemesítés első lépése a beltenyésztett vonalak előállítása. A nagy genetikai variabilitású kiindulási anyag rendelkezésre állása kiemelkedő jelentőséggel rendelkezik. Új beltenyésztett vonalakat köztermesztésben bevált kétvonalas hibridekből, valamint faj és nemzetséghibridekből, szintetikus fajtákból állíthatunk elő. 1-2 tulajdonság javítására felhasználhatók a meglévő törzsek, a tájfajták, illetve a trópusi és szubtrópusi formák is. A vonalak előállításához és javításához szükséges alapanyagot a nemesítők saját maguk hozzák létre, meglévő beltenyésztett vonalak, tájfajták egyszeres, kétszeres, de leginkább többszörös keresztezésével és izolált területen történő összevirágoztatásával (Pepó, 2010).

A hibrid előállításához beltenyésztett vonalak szükségesek. A mesterséges öntermékenyítésből (a bibét saját pollenjével porozzuk be) származó nemzedék életképessége csökken a fajta átlagához képest. A növények több nemzedéken át folytatott öntermékenyítését beltenyésztésnek nevezzük, amelynek következménye a beltenyésztéses leromlás, azaz az életképesség nemzedékről nemzedékre történő csökkenése. A hatodik-nyolcadik beltenyésztett nemzedékben több származéksor teljesen sterillé válik, de a fennmaradó egyedek közül a legjobbak termékenysége is jóval a kiindulási fajtáé alatt marad. Ez részben annak a következménye, hogy káros recesszív gének homozigóta állapotba kerülnek. A beltenyésztett vonal egy olyan egyed szaporulata, amely feltehetően minden génjére nézve homozigótává vált a beltenyésztés során. Az értékük az, hogy megfelelő vonalak keresztezésével életképesebb  $F_1$  hibridek állíthatók elő, mint a kiindulásul szolgáló eredeti fajták keresztezésével (Lazányi, 1978).

A beltenyésztett vonalak fenntartása parcellánként, tasakkal szigetelt öntermékenyített bugák magjaival, az idegentermékenyüléstől izolált körülmények között történik nemesítői tenyészkertben. A nemesítő évente több keresztezést végez és az utódokat kísérletben értékeli. A nemesítői célkitűzéseinek megfelelő hibridek vetőmagjait ismét előállítja tömegkereszteléses izolált területeken, majd összehasonlító kísérletekben vizsgálja azt meghatározott tulajdonságok (állománysűrűség, tápanyag-reakció, tenyészidő, stb.) vonatkozásában (Palágyi, 2022).

A beltenyésztett vonalak előállítására a legáltalánosabban elterjedt módszer a standard és a pedigré módszer. Lényege a szigorú öntermékenyítés és a folyamatos szelekció, a törzs fenotípusa alapján és a kombinálódó képesség tesztelése. A kombinálódóképesség a beltenyésztés korai szakaszában elbírálható, 2-4 öntermékenyítés után elvégezhető a törzsek kombinálódó képességének előzetes értékelése egy vagy két teszteren. A végső értékelést a kiegyenlített beltenyésztett törzsekkel végzik 6-8 termékenyítés után (*Izsáki, 2021*). A beltenyésztett vonalak értékelése többféleképpen lehetséges, például a külső megjelenésük, morfológiai tulajdonságaik, beltartalmi értékük, abiotikus és biotikus stressztűrő képességük, tenyészidejük, származásuk és még számos paraméter alapján. Az elsőbbséget élvező tulajdonságok kiválasztása nagyrészt a nemesítő döntése alapján történik, amelyek fontos szerepet játszanak az adott beltenyésztett törzs megítélésében. A használati érték kifejezésekor szükség van olyan mérésekre is, amelyek a vonalak utódjaiban realizált értéket adják meg (*Spitkó, 2010*).

## **2.8. A szemescirok morfológiai tulajdonságai és az azokat befolyásoló tényezők**

A cirok a környezeti tényezőkre nagyon érzékeny. Az évjáratok közötti eltéréseket időjárási, talajtani és agrotechnikai tényezők okozhatják. A kezdeti fejlődés szakaszában a száraz időjárás a cirkot a fejlődésében visszavetheti (*Bányai, 1968*).

A cirok nagy termőképességgel rendelkezik, összehasonlítva a rizzsel, búzával és a kukoricával. A potenciálisan várható termés  $11\ 000\ \text{kg ha}^{-1}$ , ha a csapadék nem limitáló tényező a termésátlag  $7\ 000 - 9\ 000\ \text{kg ha}^{-1}$  között változik. Rosszabb termesztési körülmények között, ahol általában a cirkot termesztik a termésátlag  $3\ 000 - 4\ 000\ \text{kg ha}^{-1}$  között változik (*House, 1985*).

A hajtástengely legfelső szártagja a **bugatartó szártag**, amely hossza öröklődő fajtajellem, fontos tulajdonság a termesztés, betakaríthatóság szempontjából, mert a rövid bugatartó szártagú fajták nehezebben arathatók (*Barabás és Bányai, 1985*).

A kifejlett növényen egy főhajtást és több vagy kevesebb mellékhajtást különböztetünk meg. A cirok hajlamos mellékhajtások növelésére, ami örökletesen meghatározott tulajdonság, de befolyásolja a tenyészterület nagysága is. Két, vagy három **mellékhajtás** a szemes cirok esetében még megengedhető, termésbiztonsági szempontból is előnyös lehet, mivel azok rendszerint még időben beérnek (*Barabás és Bányai, 1985*).

A szemesciroknál előnyös, ha nem, vagy csak kevés oldalhajtást fejleszt (*Bányai, 1968*). A cirok minden szárcsomójából képes lenne **oldalhajtást** nevelni, ha hosszantartóan kedvezőek

volnának az időjárási körülmények. Hazánkban hosszú ősz idején egyes fajták egy-két oldalhajtatást fejlesztenek, a végükön kisebb bugával. A vetőmagtermesztés szempontjából ez a tulajdonság hátrányos, mert a félig vagy alig érett szemek az oldalhajtatás bugáiban rontják a termés minőségét és rosszul is csíráznak (*Barabás és Bányai, 1985*).

A szártagok száma a szárcsomók számával egyenlő, ha a legfelső bugatartó szártagot is beleszámítjuk. A szárcsomók, **levelek száma** nem a növénymagassággal, hanem a tenyészidővel kapcsolt fajtatulajdonság. A korai cirkok szára vékonyabb, mint a késeieké (*Barabás és Bányai, 1985*). A cirok levelei váltakozva fejlődnek a száron, minden szárcsomó egy levél ered. A levelek száma összefüggésben van a fajtajellelleggel és az éréscsoporttal. A korai hibridekre kevesebb levél jellemző (*Barabás és Faragó, 1980*).

A **növénymagasságot**, azaz a főhajtás hosszát főként a szártagok hossza és nem a szártagok száma határozza meg (*Bányai, 1968*). A növénymagasság évjáratonként nagy eltéréseket mutathat, a tápanyag-ellátottságtól, az időjárási és agrotechnikai tényezőktől függően (*Barabás és Bányai, 1985*). Az évjáratonként eltérő időjárási adottságú év a növénymagasságban 40-50%-os eltéréseket okozhatnak.

*Rooney (2004)* szerint a növénymagasság és a termés hozam között erős a kölcsönhatás, a megdőlés szempontjából célszerűbb alacsonyabb hibridet (vonalat) termesztetni.

## **2.9. A szemescirok virágzása**

Az egyes cirok fajtáknak, vonalaknak különböző a virágzási ideje, amelynek oka, hogy a hőmérséklettel és a nappalhosszúsággal szembeni eltérések az igényeikben rejlik. Hazánk a ciroktermesztés északi határán helyezkedik el, így a hő- és a megvilágítási viszonyok sem kedvezők számára. A **bugahányáshoz** a fajtára jellemző hőmennyiség szükséges, minél későbbi egy vonal (fajta, hibrid) a bugahányásához annál több hőt igényel (*Bányai, 1968*). A buga virágzása általában akkor kezdődik, amikor a zászlós levélből előbújó buganyak megnyúlása befejeződik.

A cirok virágzatában a virágok kétféleképpen hímzősek és hímivarúak. Egy bugában lévő virágok számára, a fajta, a termőhely és az évjárat jelentős hatást gyakorolhat (*Barabás és Bányai, 1985*). A hőmérséklet nagymértékben befolyásolja a virágzás mértékét. A bugahányás 5-6 napot vesz igénybe, a buga virágzása kedvező időben 5-6 nap, hűvös időben tovább is eltarthat (*Barabás és Faragó, 1980*). A legelső virág a legfelső bugaág csúcsán nyílik, ezután a virágzás felülről lefelé és kívülről befelé halad. Egy buga virágzása 6-15 napig is eltarthat, a buga nagyságától, a hőmérséklettől és a fajtától függően (*Barabás és Bányai, 1985; Stephens, 1935*).



A cirok öntermékenyülő növény, de idegentermékenyülés is előfordul (*Ábrahám et al., 2012*). *Hayes és Immer (1942)* a gyakran idegentermékenyülő csoportba sorolta a cirkot, amely csoportnál az öntermékenyülés gyakoribb, mint az idegentermékenyülés, az idegentermékenyülés olyan gyakori lehet, hogy a megelőzéséről gondoskodni kell. *Hayes et al. (1955)* szerint az öntermékenyülés mértéke a ciroknál 85-90%, ez megegyezik *House (1985)* megállapításával, amely szerint a cirok elsődlegesen öntermékenyülő, de 5-15%-ban idegentermékenyülés is előfordul, a széliránytól, a genotípustól és a légkör páratartalmától függően. *Poehlman és Slepner (1995)* megállapítása szerint a szél általi idegentermékenyülés mértéke körülbelül 6%.

## **2.10. A szemescirok termésképző elemei és az azokat befolyásoló tényezők**

A cirok formagazdagságát legjobban a buga tükrözi, amely jellegét több tényező együttesen határozza meg. A buga legfontosabb tulajdonságai az alakja és az állománya. A **buga alakját** az elsőrendű oldalágak száma, hossza és helyzete, a rajtuk levő kalászkák száma, a bugatengelynek a szárhoz viszonyított helyzete határozza meg (*Barabás és Bányai, 1985*).

A tenyészidőszak végén a buga részesedése az asszimilációból megközelítheti az összes levél asszimilációjának 50%-át. *Gul et al. (2005)* szignifikáns pozitív összefüggést határozott meg a terület egységenkénti és a bugánkénti szemtermés mennyiségek, valamint a buga hosszúsága, a növénymagasság között, míg szignifikáns negatív összefüggést állapított meg a nyersfehérje tartalom és a buga hosszúsága, valamint az ezerszemtömeg között.

A **kalászkapelyvák színe** érett állapotban fajtameghatározó bélyeg. A toklász viseli a **szálkát**, amely hossza is jellemző tulajdonság (*Barabás és Bányai, 1985*). Azt feltételezik, hogy a buga **szálkássága** a nagyobb szárazságtűréshez is hozzájárulhat, illetve a termőképességre is pozitív hatású lehet. A szálkásság ezenkívül kedvező szerepet játszik a növény érésének gyorsításában és az érés alatt károsító madarak távoltartásában (*Barabás és Faragó, 1980*). *Barabás és Bányai (1985)* szerint a cirokszem színének megállapítását nehezíti, hogy a buga belsejében a szemek világosabb színűek, mint a buga külső részein. A szerzők három alapszint (fehér, sárga, barna) és ezen belül keverékszíneket különböztettek meg, amelyek:

- a fehér és keverékszínei: fehér, krétafehér, piszkos fehér és sárgásfehér;
- a sárga és keverékszínei: sárga, tejfölsárga, csontsín, halványsárga, zöldessárga, krémsárga és barnássárga;
- a barna és keverékszínei: barna, világosbarna, sárgásbarna, pirosasbarna, dohány barna, lilásbarna, világos rozsdabarna, rozsdabarna, pirosas rozsdabarna.

Fontos megemlíteni, hogy cirokszem sötétbarna színe és magas tannintartalma között szoros korreláció mutatható ki (*Harris et al., 1970*).

A **bugahossza** a bugánkénti szemtermések számához hasonlóan, az eltérő termőhelyi és időjárási viszonyok következtében évjáratonként változik, illetve a nem megfelelő sűrűségű növényállomány is sokat változtathat a buga hosszúsági és szélességi értékein (*Barabás és Bányai, 1985*).

A **buga állománya** alapján megkülönböztetünk nagyon laza, laza, kissé tömött, tömött (kompakt) és nagyon tömött bugavirágzatot (*Barabás és Bányai, 1985*). A bugák hosszúságát, a bugatengely és a felső oldalágak hossza adja. Általánosságban a laza állományú bugák hosszabbak, a tömöttek rövidebbek (*Bányai, 1968*). A laza bugák előnye, hogy csapadékos időben sem telepednek meg rajtuk a különböző kórokozó gombák. Egyenletesebben érik az elágazás végén lévő szem, mert a napsugarak a laza bugaszerkezeten könnyebben áthatolnak. A hazai viszonyok között a laza és az átmeneti bugatípus a kedvező (*Barabás és Faragó, 1980*).

A termést befolyásoló tényező a bugasúly és az ezerszemtömeg. A **bugatömeg** nemcsak termőhelyenként, hanem növényenként is változó tulajdonság. A bugatömegét a benne levő szemek száma, a szemek ezerszemtömege, a bugatengely és az oldalágak, valamint a pelyvák együttes tömege határozza meg. A bugában levő szemek száma a megtermékenyülés mértékétől függ (*Bányai, 1968*). Az egy bugában levő virágok száma 2000 és 4000 között változhat (*Reddy, 2017*). *Tolk és Schwartz (2017)* szerint a bugában levő szemek száma nagyobb jelentőséggel rendelkezik a szemescirok termésképző elemei között, mint a szemek tömege. *Barabás és Faragó (1980)* szerint a hibrideknek a fajtákat felülmúló szemtermése a cirok esetében nem a nagy ezerszemtömege vagy a bugák számára, hanem a nagyobb bugaméretre és a nagyobb szemszámra vezethető vissza.

A szemtermés **ezerszemtömege** fontos jellemző, az eltérő időjárási és termőhelyi viszonyok hatására az ezerszemtömeg nagy különbségeket mutathat. Ez az egyes évjáratok között 20-25% eltérést jelenthet. *Bányai (1968)* számszerűsítette az ezerszemtömeg évjáratonkénti változását, megállapítása szerint 6-7 g különbséget mutathat. Az apró szemű fajták ezerszemtömege 8-10, a közepeseké 12-24, a nagyszeműeké 25-35 g (*Barabás és Bányai, 1985*). A nagy ezerszemtömeg és nagy bugatömeg együttesen értékes tulajdonsága a vonaloknak, vagy a hibrideknek (*Bányai, 1968*).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. A szemescirok nemesítés jelene a MATE Karcagi Kutatóintézetben

A Karcagi Kutatóintézetben a cirok tenyészkert szolgáltatja a nemesítési alapanyagot, lehetőséget ad a hímsteril anyavonalak ('A') és hímsterilitást fenntartó apavonalak ('B') fenntartására, új anyavonalak visszakeresztezésel történő előállítására, illetve két és három vonalas hibridkombinációk ('A' x 'R', ('A' x 'C') x 'R') irányított keresztezéssel történő előállítására és vizsgálatára, valamint a fertilitást visszaállító vonalak ('R') (szemescirok, silócirok és szudánifű) beltenyésztéssel történő fenntartására.

A megfogalmazott célkitűzéseink elérése érdekében 152 darab, a Karcagi Kutatóintézet tenyészkertjében évente elvetett, beltenyésztett restorer (fertilitást visszaállító) vonal célirányos vizsgálatát végeztük el 2016., 2017. és 2018. években.

Az egyes vonalak vetőmagja  $4,50 \text{ m} \times 1,35 \text{ m} = 6,075 \text{ m}^2$  területű parcellákba, három sorban (a, b, c), 0,45 m sortávolságra került elvetésre. Az elővetemények a tenyészkertnek az egyes vizsgálati években helyt adó táblákon alkalmazott vetésforgók függvényében alakultak, így évente eltértek egymástól. A vetés május 5-15. között, a betakarítás pedig szeptember 15-25. között történt az időjárási körülmények függvényében. A vetés Wintersteiger kalászutód vetőgéppel történt, a vetés után a talajt minden esetben hengerrel zártuk le. A tenyészkertben a gyomok ellen a cirok gyökérváltását követően végrehajtott kultivátoros sorközműveléssel, szükség esetén kiegészítő kapálással védekeztünk. A parcella elválasztó utakat pedig talajmaróval gyomtalanítottuk. Vegyszeres gyomirtásra csak végső esetben került sor, ami első sorban a kétszikű gyomok elleni vegyszeres védekezést foglalta magában. A kártevők közül a levéltetvek okoztak kisebb-nagyobb problémát, az ellenük való vegyszeres védekezés valamennyi vizsgálati évben indokolt volt.

A bugahányás idején a bugákat egyenként izoláltuk, a vonalak homozigóta állapotának biztosítása érdekében folyamatos beltenyésztést végeztünk. A parcellák a, b, c soraiban egy-egy bugát izoláltunk, ez tulajdonképpen szelekciót is jelent, mivel a legéletképesebb, legjobb egyedek kiválasztására törekedtünk. A parcella elején lehetőség szerint nem történt lekötés az esetleges vetéshiba miatti keveredés elkerülése érdekében. Az izolálásra nátronpapír tasakot használtunk.

A tenyészidőszak során minden évben feljegyeztük a bugahányás és a virágzás időpontját. A szemescirok vonalak között megtalálhatók a nagyon korai, a korai, a közép és a kései érés csoportba tartozó vonalak is, az érés csoportba való besoroláshoz. A vetés és a bugázás

közötti időintervallumot vettük figyelembe. Az időintervallumot arányosan felosztva, kategorizáltuk a vonalakat a különböző éréscsoportokba.

Az **2. táblázat** tartalmazza az egyes tenyészidőszakok legfontosabb időjárési adatait, amelyből jól látható a csapadékeloszlásának és mennyiségének szélsőséges alakulása.

**2. táblázat:** A legfontosabb időjárési adatok a cirok tenyészideje alatt (Karcag, 2016, 2017, 2018)

*Forrás: MATE Karcagi Kutatóintézet*

Év	Hónap	Középhőmérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Napsütéses órák száma
2016	Május	16,3	37,1	366,5
	Június	20,7	127,0	361,7
	Július	22,2	74,8	370,7
	Augusztus	20,9	58,0	355,7
	Szeptember	18,3	23,3	290,7
Összesen			<b>320,2</b>	<b>1745,3</b>
2017	Május	17,0	30,3	342,7
	Június	21,7	42,9	371,3
	Július	22,3	57,4	380,2
	Augusztus	23,4	32,3	350,3
	Szeptember	16,1	96,1	257,5
Összesen			<b>194,8</b>	<b>1702,0</b>
2018	Május	19,8	44,9	373,3
	Június	21,2	55,0	349,7
	Július	22,5	57,3	363,3
	Augusztus	24,0	72,2	348,5
	Szeptember	18,3	23,5	286,8
Összesen			<b>252,9</b>	<b>1721,6</b>

A 2016-ban és a 2017-ben meghatároztuk a beltenyésztett restorer vonalak átlagos növénymagasságát (cm), a szárszilárdságot, a bokrosodási hajlamot, az oldalhajítás képződést, a levélszámot (db), a pelyva- és a szemszint, a bugák alakját és tömörségét, a buganyak hosszúságát (cm) és a száлка jelenlétét, illetve hiányát. Minden tenyészidőszak végén az izolált bugákat metszőollóval parcellánként megfelelően azonosítva (parcella sorszáma, sor azonosítója) takarítottuk be. Ezt követően meghatároztuk a bugák alábbi tulajdonságait: bugahossz (cm), bugaszélesség (cm), szemtermés mennyisége (g/buga), ezerszemtömeg (g).

### 3.2. A morfológiai jellemzők meghatározása

A bugahányás kezdete (nap) az a nap, amikor a bugák 50%-a megjelenik. Ez alapján a vonal nagyon korai, korai, közepes, kései és nagyon kései éréscsoport határozható meg.

A virágzás napja (nap) az a nap, amikor az állomány 50%-a virágzik.

A növénymagasság (cm) a talajfelszíntől mért távolság a buga legfelső pontjáig. A növénymagasság alapján a vizsgált vonalakat az alábbiak szerint csoportosítottuk:

<b>&lt;120 cm</b>	<b>alacsony,</b>
121-150 cm	közepes
>151 cm	magas.

Buganyak hosszúsága (cm) a virágzati fő tengelynek a zászlóslevéltől a bugáig tartó szakaszának hosszát jellemzi. A buganyak hosszúsága alábbi kategóriáit különböztettük meg:

0-5 cm	hiányzik vagy nagyon rövid,
6-10 cm	rövid,
<b>11-20 cm</b>	<b>közepes,</b>
<b>21-30 cm</b>	<b>hosszú</b>
<b>&gt;30 cm</b>	<b>nagyon hosszú.</b>

A levélszám (db) a főszáron fejlődő levelek számát adja meg. A munkánk során a vizsgált vonalakat az alábbi levélszám kategóriákba soroltuk:

<4 db	nagyon kevés,
4-6 db	kevés,
7-9 db	közepes,
10-12 db	sok,
>12 db	nagyon sok.

### **3.3. A buga- és termés jellemzők meghatározása**

Buga tömörség alapján laza, közepes és tömött bugát különböztettünk meg.

Bugahossz (cm) és szélesség (cm) mérése vonalzóval történt.

A szemtermés (g) cséplése bugánként Wintersteiger laboratóriumi cséplőgéppel végeztük.

Az ezerszemtömeg (g) meghatározásához 100 szemet számoltunk le, majd 0,01 g pontosságú digitális laboratóriumi mérlegen meghatároztuk a leszámolt szemek tömegét, amelyet tízzel szorozva megkaptuk e paraméter értéket. Ennek alapján a beltenyésztett restorer vonalakat az alábbi kategóriákban soroltuk:

<10 g	nagyon alacsony,
11-20 g	alacsony,
<b>21-30 g</b>	<b>közepes,</b>
<b>31-40 g</b>	<b>magas,</b>
>40 g	nagyon magas.

A szemszám (db) a szemtermésből és az ezerszemtömegeből számított érték.

A cséplés, szemtermés lemérés és ezerszemtömeg meghatározás után a szemtermést 10 dkg-os papírzacskóba helyeztük megfelelően azonosítva (parcella szám, sor azonosítója, restorer vonal megnevezése, származási év), sorba rendezve a vetés előkészítésig tartóstárolóban helyeztük el. A vetés előkészítéshez a szemtermést és az ezerszemtömeget figyelembe véve választottuk ki a vetőmagot.

### **3.4. Az eredmények értékelésének módszere**

Az adatok feldolgozása és értékelése Microsoft Excel 2013 szoftverrel történt.

A vonalak értékelésére értékkategóriákat határoztunk meg, amely alapján a rendelkezésre álló alapanyag minden éréscsoportjából kiválasztottuk a szakirodalmi áttekintés alapján meghatározott nemesítési célkitűzéseknek megfelelő vonalakat.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. A hímsteril anyavonalak ('A'-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó apavonalak ('B'-vonalak) jellemzése

Az 'A'-vonal (pollent nem termel) és a 'B'-vonal (pollenadó) jellemzőiben nem tér el egymástól, mert a 'B'-vonal az 'A'-vonal hímsterilitást fenntartó vonala ('A' = 'A' x 'B') (9.1. Melléklet).

Az 'A'1 és a 'B'1 korai vonalak a vizsgálati évben alacsonyak, közepes buganyak hosszúsággal és levélszámmal voltak jellemezhetőek, oldalhajítások képzésére hajlamosak voltak (3. táblázat). Az 'A'2 és 'B'2 kései vonalak alacsonyak, az érésicsoportnak megfelelően rövid, nagyon rövid volt a buga alatti szár rész hosszúsága, a levélszámuk sok volt.

#### 3. táblázat: A hímsteril anyavonalak (A-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó apavonalak (B-vonalak) morfológiai jellemzése

Vonal	Növénymagasság (cm)	Buganyak hossza (cm)	Levélszám (db)	Bokrosodási és oldalhajítás képzési hajlam
'A'1 (korai)	80	15-20	8	oldalhajítások
'B'1 (korai)	90	15-20	8	oldalhajítások
'A'2 (kései)	100	0-10	10	oldalhajítások
'B'2 (kései)	100	0-10	10	nem jellemző

Az 'A'1 és 'B'1 vonal szemszíne vörösesbarna, a toklász szálkával nem rendelkezik. Az anyavonal szemtermése, a szemek száma a hiányos termékenyülés miatt jóval kevesebb (6,6 g; 260 db), mint az apavonalé (24,6 g; 1208 db) (4. táblázat). A kisebb szemszám miatt, a bugában a szemek jobban kiteltek, az ezerszemtömegük nagyobb volt.

A 'A'2 és 'B'2 vonal fehér szemszínű, szálkátlan volt, a bugák állománya tömött volt. Az anya- és apavonal ezerszemtömege közepes, átlagosan 26 g volt.

#### 4. táblázat: A hímsteril anyavonalak (A-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó apavonalak (B-vonalak) buga- és termés jellemzői

Vonal	Szemszín	Szálka	Buga-állománya	Buga szélessége/vastagsága (cm)	Szemtermés buga <sup>-1</sup> (g)	Ezerszemtömeg (g)	Szemszám (db)
'A'1 (korai)	vörösesbarna	nincs	kissé tömött	24,2/5,1	6,6	25	260
'B'1 (korai)	vörösesbarna	nincs	kissé tömött	23,0/7,0	24,6	20	1208
'A'2 (kései)	fehér	nincs	tömött	19,7/4,4	6,5	26	248
'B'2 (kései)	fehér	nincs	tömött	20,4/5,5	32,0	26	1219

## 4.2. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak jellemzése

### 4.2.1. A vizsgált restorer vonalak éréscsoportjának meghatározása a bugázás időpontja alapján

A vonalak éréscsoportba sorolásáról korábbról nem álltak információk a rendelkezésünkre, így az első és egyik legfontosabb feladat a vetés és a bugahányás kezdetének időpontja közötti időintervallum (nap) meghatározása volt, amely alapján lehetőségünk nyílt a vonalak nagyon korai, korai, közép és kései éréscsoportokba történő besorolására (**5. táblázat**). A buga kialakulásának időpontja évenként változhat, a bugahányáshoz a vonal igényeinek megfelelő hőmennyiség szükséges, és a bugahányás időpontját befolyásolja a tenyészidőszak napsütéses óráinak száma is.

**5. táblázat:** A szemescirok vonalak éréscsoportokba történő besorolása (Karcag, 2016, 2017, 2018)

Éréscsoport	Bugahányás időpontjának intervalluma (nap)			Darab vonal
	2016.	2017.	2018.	
<b>Nagyon korai</b>	<57	<47	<52	33
<b>Korai</b>	58-64	48-54	53-60	88
<b>Közepes</b>	65-71	55-61	61-67	18
<b>Kései</b>	72-78	62-68	68-75	9
<b>Nagyon kései</b>	79<	69<	76<	0

Az éréscsoportba sorolás alapján 37 nagyon korai, 88 korai, 18 közép és 9 kései fertilitást helyreállító vonal áll rendelkezésünkre, a korai és kései érésű hímsteril anyavonalakhoz.

Az összevirágzás szempontjából nem célszerű szélsőséges éréscsoportba tartozó vonalakat keresztezni. A keresztezés ugyan megoldható fracionált, eltérő időpontban történő vetéssel, azonban a későbbi vetőmagelőállításnál is nagy odafigyelést, nehézséget igényelne a szülővonalak megfelelő időpontban történő elvetése.

A keresztezéshez kiválasztott vonalak főként a nagyon korai és korai éréscsoportba tartoznak, mert a keresztezés szempontjából az augusztus eleje-közepe utáni időszak már nem kedvező. A kései bugák beérése az időjárási feltételektől függően elhúzódhat, így kérdésessé válik, és nagyobb a kórokozó gombák megtelepedésének, illetve a madár- és egérkárok kialakulásának a veszélye is. A nagyobb szemnedvességtartalommal történő betakarítás szárítást igényel, szárítás nélkül a nagy nedvességtartalom következtében penészedési, bomlási folyamatok indulnak be, romlik a minőség és a csírázóképesség.

A virágzás a vonaltól függően 3-6 nap után következett be.



Az egyes jellemzők alapján, értékkategóriákat határoztunk meg figyelembe véve mind a morfológiai, mind a buga- és termés jellemzőit, amelynek alapján a 152 db vonalból 47 db vonalat választottunk ki keresztezési párnak (9.2. Melléklet).

#### 4.2.2. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak morfológiai jellemzői

A 6-9. táblázatban szemléltetett morfológiai jellemzők alapján jól láthatók az egyes éréscsoportok közötti jelentős különbségek, amelyek minden meghatározott tulajdonságban megnyilvánultak. Az éréscsoport szerint a növénymagasság, a buganyak hossza és a bokrosodási és oldalhajítás képzési hajlam csökkenő, míg a levelek száma növekvő tendenciát mutatott.

A növénymagasság alapján a nagyon korai érésű vonalak az alacsony és közepes kategóriákba sorolhatók. A levélszámuk kevés és közepes, 4-8 db levél volt jellemző vonalanként (6. táblázat). A buganyak hossza közepes és nagyon hosszú, 15-40 cm között változott, amely tulajdonság a nagyon korai vonalak fontos jellemzője. A legnagyobb növénymagasságú (140 cm), és leghosszabb buganyakkal (30-35 cm) rendelkező vonal az 'R'9 volt. A legtöbb vonal bokrosodásra és oldalhajítások képzésre hajlamos volt, amely tulajdonság a koraiságból is adódik, a sarj bugákon és oldalhajításokon lévő szemek később érnek be.

6. táblázat: A nagyon korai vonalak morfológiai jellemzői (Karcag, 2017)

Vonal	Növénymagasság (cm)	Buganyak hossza (cm)	Levélszám (db)	Bokrosodási és oldalhajítás képzési hajlam
'R'1	140	15-20	6	bokrosodó
'R'2	100	20-25	6	oldalhajítások
'R'3	120	20-25	6	bokrosodó
'R'4	130	25-30	6	oldalhajítások
'R'5	100	15-20	6	nem jellemző
'R'6	120	25-30	6	bokrosodó
'R'7	120	15-20	6	bokrosodó
'R'8	140	15-20	6	bokrosodó
'R'9	140	30-35	6	oldalhajítások
'R'10	110	15-20	4	bokrosodó
'R'11	130	20-25	6	bokrosodó
'R'12	110	30-35	8	bokrosodó
'R'13	120	25-30	8	bokrosodó
'R'14	140	35-40	8	bokrosodó
'R'15	100	15-20	8	oldalhajítások
'R'16	120	10-15	6	bokrosodó

A korai vonalak növénymagassága vonaltól függően 100-150 cm, alacsony-közepes magassági kategóriába sorolható (7. táblázat). A buganyak hossza 10-35 cm között változott,

közepes, illetve nagyon hosszú volt. A levelek száma 6-8 darab volt. A korai érésicsoportba tartozó vonalak közül olyan vonalak is voltak, amelyekre a bokrosodási hajlam egyáltalán nem volt jellemző, azonban a legtöbb vonal jó bokrosodási képességgel rendelkezett.

**7. táblázat:** A korai vonalak morfológiai jellemzői (Karcag, 2017)

Vonal	Növénymagasság (cm)	Buganyak hossza (cm)	Levélszám (db)	Bokrosodási és oldalhajlás képzési hajlam
'R'17	110	15-20	6	nem jellemző
'R'18	120	10-15	8	bokrosodó
'R'19	120	15-20	8	bokrosodó
'R'20	100	15-20	6	nem jellemző
'R'21	150	30-35	8	bokrosodó
'R'22	150	15-20	6	bokrosodó
'R'23	150	20-25	8	bokrosodó
'R'24	100	10-15	8	bokrosodó
'R'25	110	15-20	6	bokrosodó
'R'26	120	20-25	8	bokrosodó
'R'27	100	15-20	8	nem jellemző
'R'28	130	20-25	6	bokrosodó
'R'29	120	10-15	8	nem jellemző
'R'30	120	15-20	8	nem jellemző
'R'31	110	25-30	8	bokrosodó
'R'32	100	10-15	8	bokrosodó
'R'33	110	15-20	8	nem jellemző
'R'34	100	10-15	8	bokrosodó

A közepes érésű vonalak növényt magassága 100-120 cm között változott, alacsony magassági kategóriának felelt meg (**8. táblázat**). A buganyak hossza rövid volt, a levélszám 8-10 darab volt. A bokrosodási és oldalhajlás képzési hajlam nem volt jellemző.

**8. táblázat:** A közepes érésű vonalak morfológiai jellemzői (Karcag, 2017)

Vonal	Növénymagasság (cm)	Buganyak hossza (cm)	Levélszám (db)	Bokrosodási és oldalhajlás képzési hajlam
'R'35	120	5-10	10	nem jellemző
'R'36	120	15-20	8	nem jellemző
'R'37	100	5-10	8	nem jellemző
'R'38	120	5-10	8	nem jellemző
'R'39	110	5-10	10	nem jellemző
'R'40	100	0-10	10	nem jellemző

A kései érés csoport morfológiai jellemzőinek vizsgálata során megállapítottam, hogy a növényt magasság a vizsgált évben alacsony, 110 cm alatti volt; a buganyak hossza pedig nagyon rövid, illetve rövid kategóriába volt sorolható (**9. táblázat**). Az érés csoportba tartozó vonalak

levél száma sok volt (10-12 db), a levelek rövid szártagokon helyezkedtek el, a növények erősen levelesek voltak. Az érési kategória tagjaira a bokrosodás és az oldalhajítás képzési hajlam nem volt jellemző.

**9. táblázat:** A kései érésű vonalak morfológiai jellemzői (Karcag, 2017)

<b>Vonal</b>	<b>Növénymagasság (cm)</b>	<b>Buganyak hossza (cm)</b>	<b>Levélszám (db)</b>	<b>Bokrosodási és oldalhajítás képzési hajlam</b>
'R'41	110	5-10	10	nem jellemző
'R'42	100	0-5	10	nem jellemző
'R'43	80	5-10	10	nem jellemző
'R'44	80	5-10	12	nem jellemző
'R'45	90	5-10	10	nem jellemző
'R'46	80	0-10	10	nem jellemző
'R'47	100	0-5	12	nem jellemző

### 4.2.3. A fertilitást helyreállító (restorer) vonalak buga és termés jellemzői

A bugák számszerűsített jellemzőinek alakulásában jelentős különbségek voltak tapasztalhatók a vizsgált két évjáratban, amely a szemtermés mennyiségében és a szemszám nagymértékű eltérésében is megnyilvánult (10. táblázat).

A nagyon korai vonalak szemszíne vörösesbarna és barnásvörös, a bugaállományuk laza vagy kissé tömött volt. A szemtermésük 2017-ben 8,6-40,1 g, 2018-ban pedig 18,3-37,8 g tartományban változott. Mindkét évben stabil szemtermése volt az 'R'12 és az 'R'15 vonalnak.

**10. táblázat:** A nagyon korai vonalak buga- és termés jellemzői (Karcag 2017, 2018)

Vonal	Szem-szín	Szálka	Buga-állománya	Év	Buga szélessége/vastagsága (cm)	Szemtermés buga <sup>-1</sup> (g)	Ezerszem-tömeg (g)	Szem-szám (db)
'R'1	vörösesbarna	nincs	kissé tömött	2017	19,1/5,0	14,4	28	514
				2018	20,4/8,1	30,2	27	1134
'R'2	barnásvörös	nincs	kissé tömött	2017	19,0/6,3	13,9	20	695
				2018	22,3/7,8	22,3	20	1134
'R'3	barnásvörös	nincs	laza	2017	17,7/5,3	12,3	18	696
				2018	24,2/9,3	30,4	27	1125
'R'4	vörösesbarna	nincs	laza	2017	24,5/5,7	8,6	21	410
				2018	24,2/9,0	19,5	20	993
'R'5	vörösesbarna	van	kissé tömött	2017	23,1/6,7	10,5	19	541
				2018	21,8/6,3	24,5	25	995
'R'6	narancsvörös	nincs	kissé tömött	2017	18,7/7,3	18,9	13	1454
				2018	16,3/8,6	18,3	21	890
'R'7	vörösesbarna	nincs	laza	2017	16,5/5,9	12,2	17	718
				2018	21,5/7,9	19,1	29	668
'R'8	vörösesbarna	nincs	laza	2017	18,5/6,5	16,8	18	933
				2018	26,8/8,9	31,3	29	1080
'R'9	vörösesbarna	nincs	kissé tömött	2017	20,4/6,0	15,6	17	918
				2018	23,8/8,2	20,6	23	884
'R'10	barnásvörös	van	laza	2017	19,0/6,5	26,7	30	890
				2018	22,3/9,4	23,1	32	720
'R'11	barnásvörös	van	laza	2017	15,5/5,6	17,4	28	621
				2018	21,3/8,6	25,5	31	833
'R'12	vörösesbarna	nincs	kissé tömött	2017	19,1/8,5	24,3	14	1736
				2018	18,4/7,0	17,8	14	1244
'R'13	vörösesbarna	nincs	laza	2017	-	-	-	-
				2018	21,1/9,3	27,2	27	1021
'R'14	barnásvörös	nincs	kissé tömött	2017	16,9/4,6	22,3	27	840
				2018	22,3/7,3	23,9	21	1138
'R'15	vörösesbarna	van	kissé tömött	2017	21,4/5,6	40,1	31	1308
				2018	25,8/9,4	37,8	23	1620
'R'16	vörösesbarna	van	kissé tömött	2017	19,1/5,0	11,8	15	787
				2018	26,9/7,2	19,4	26	755
Az összes (37 darab) korai vonal átlaga				2017	18,7/6,3	16,1	20	847
				2018	21,1/7,1	18,4	26	751

A korai éréscsoportba tartozó vonalak laza és kissé tömött bugájúak voltak, amely jellemzők a nemesítési célnak a legjobban megfelelnek, mivel a kevésbé tömött bugában, a tenyészidőszak végére a szemek egyöntetű beérése biztosabb lehet (**11. táblázat**). Az ezerszemtömeg terén jelentős változatosságot volt tapasztalható (2017-ben 14-39 g, 2018-ban 12-35 g).

**11. táblázat:** A korai vonalak buga- és termés jellemzői (Karcag 2017, 2018)

Vonal	Szem-szín	Szálka	Buga-állománya	Év	Buga szélessége/ vastagsága (cm)	Szemtermés buga <sup>-1</sup> (g)	Ezerszem- tömeg (g)	Szem- szám (db)
'R'17	narancs- vörös	van	kissé tömött	2017	16,0/3,1	3,9	26	150
				2018	27,0/8,4	46,9	28	1674
'R'18	vöröses- barna	nincs	kissé tömött	2017	19,0/8,4	8,9	34	262
				2018	27,2/8,9	47,0	19	2538
'R'19	vöröses- barna	nincs	kissé tömött	2017	17,5/8,0	2,3	-	-
				2018	29,2/10,0	7,3	17	4137
'R'20	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	19,0/7,8	9,0	33	272
				2018	21,8/8,0	32,4	31	1040
'R'21	fehér	van	laza	2017	16,0/5,0	12,5	15	833
				2018	22,6/9,5	26,2	20	1332
'R'22	vöröses- barna	nincs	laza	2017	19,3/5,9	17,1	29	590
				2018	22,1/10,2	18,4	18	1043
'R'23	fehér	van	laza	2017	16,0/5,6	12,8	14	914
				2018	21,9/8,8	35,4	21	1658
'R'24	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	23,1/11,2	22,2	39	569
				2018	25,3/8,6	39,0	14	2723
'R'25	barnás- vörös	nincs	laza	2017	20,0/7,3	25,8	14	1840
				2018	28,9/9,2	26,2	23	1141
'R'26	vöröses- barna	van	laza	2017	17,6/6,6	17,2	18	938
				2018	24,8/10,4	38,3	26	1828
'R'27	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	17,3/7,3	18,7	24	779
				2018	24,3/9,3	38,3	30	1262
'R'28	barnás- vörös	nincs	laza	2017	14,4/6,6	13,6	21	638
				2018	27,2/9,9	46,6	35	1319
'R'29	vöröses- barna	nincs	laza	2017	17,3/5,0	19,1	20	955
				2018	21,5/10,0	35,2	20	1790
'R'30	narancs- vörös	van	laza	2017	20,3/6,6	20,9	17	1208
				2018	22,0/9,5	49,9	27	1826
'R'31	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	19,5/3,8	9,4	18	522
				2018	27,2/8,0	35,4	15	2362
'R'32	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	19,6/6,8	19,4	25	776
				2018	25,0/10,5	38,4	12	3196
'R'33	barnás- vörös	nincs	laza	2017	21,3/5,2	42,9	29	1479
				2018	24,8/11,2	54,3	36	1495
'R'34	barnás- vörös	nincs	kissé tömött	2017	18,7/3,9	7,6	31	380
				2018	25,7/9,5	41,0	14	2926
<b>Az összes (88 darab) korai vonal átlaga</b>				2017	<b>18,5/6,1</b>	<b>17,2</b>	<b>23</b>	<b>857</b>
				2018	<b>21,5/8,0</b>	<b>30,4</b>	<b>23</b>	<b>1469</b>

A közepes érés csoportba tartozó vonalak laza és kissé tömött bugájúak voltak, mindössze egyetlen vonal, az 'R'36 nem rendelkezett szálkával (**12. táblázat**). Az 'R'39 vonal bugáira a laza bugaállomány mellett, a nagy számszám volt jellemző mindkét vizsgálati évben (2017-ben 1894 db, 2018-ban 1967 db).

**12. táblázat:** A közepes érésű vonalak buga- és termés jellemzői (Karcag, 2017, 2018)

Vonal	Szem-szín	Szálka	Buga-állománya	Év	Buga szélesség/ vastagsága (cm)	Szem-termés buga <sup>-1</sup> (g)	Ezerszem-tömeg (g)	Szem-szám (db)
'R'35	fehér	van	kissé tömött	2017	19,5/7,2	17,6	38	463
				2018	22,4/7,3	28,7	37	782
'R'36	fehér	nincs	kissé tömött	2017	16,8/5,2	13,9	26	533
				2018	20,0/7,3	75,7	27	2768
'R'37	barnás-vörös	van	kissé tömött	2017	20,5/5,6	11,0	20	550
				2018	23,5/7,2	53,5	18	2916
'R'38	narancs-vörös	van	laza	2017	16,2/6,9	12,1	21	576
				2018	24,5/7,2	43,8	22	2023
'R'39	vöröses-barna	van	laza	2017	23,5/6,0	32,2	17	1894
				2018	29,6/9,5	57,0	29	1967
'R'40	vöröses-barna	van	kissé tömött	2017	22,0/7,7	19,2	14	1371
				2018	26,1/8,5	65,6	25	2625
<b>Az összes (18 darab) közepes érésű vonal átlaga</b>				2017	<b>18,7/5,8</b>	<b>16,5</b>	<b>18</b>	<b>899</b>
				2018	<b>22,5/7,0</b>	<b>46,4</b>	<b>25</b>	<b>1989</b>

A kései érécsoportba tartozó kiválasztott vonalak kissé tömött, tömött bugájúak voltak (**13. táblázat**). Amíg a szemtermésük és a szemszámuk 2017-ben alacsony volt (4,9-17,0 g, 188-708 db), addig míg 2018-ban jóval magasabb értéket értek el (37,0-64,9 g, 1762-2415 db). A vonalak mindegyike közepes ezerszemtömeeggel rendelkezett. A legnagyobb szemtermés tömeget 2018-ban az 'R'46 vonal érte el.

**13. táblázat:** A kései érésű vonalak buga- és termés jellemzői (Karcag, 2017, 2018)

Vonal	Szem-szín	Szálka	Buga-állománya	Év	Buga szélessége/ vastagsága (cm)	Szemtermés buga <sup>-1</sup> (g)	Ezerszem-tömeg (g)	Szem-szám (db)
'R'41	barnás-vörös	van	tömött	2017	16,2/6,0	9,3	29	321
				2018	18,3/6,7	54,6	24	2245
'R'42	fehér	nincs	kissé tömött	2017	-	-	-	-
				2018	23,2/8,3	55,2	27	2071
'R'43	narancs-vörös	van	laza	2017	16,0/6,4	17,0	24	708
				2018	26,5/6,5	37,0	21	1762
'R'44	vörös-barna	van	kissé tömött	2017	16,0/3,2	10,8	19	568
				2018	25,3/6,5	52,6	29	1814
'R'45	fehér	nincs	kissé tömött	2017	16,0/3,5	4,9	26	188
				2018	23,5/6,0	48,5	27	1819
'R'46	narancs-vörös	nincs	tömött	2017	21,1/6,0	15,9	32	497
				2018	25,0/6,7	64,9	24	2667
'R'47	sárgás	nincs	kissé tömött	2017	18,7/4,8	12,3	28	435
				2018	26,3/6,5	49,1	20	2415
<b>Az összes (9 darab) kései vonal átlaga</b>				2017	<b>17,4/5,2</b>	<b>12,1</b>	<b>28</b>	<b>435</b>
				2018	<b>22,6/6,5</b>	<b>42,0</b>	<b>23</b>	<b>1740</b>

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A MATE Karcagi Kutatóintézetben fenntartott fertilitást visszaállító (restorer) vonalak változatos genetikai alapanyagot nyújtanak a nemesítői munka számára. A 152 db vonalból összesen 47 db vonalat választottunk ki a legfontosabb morfológiai jellemzők (növénymagasság, buganyak hossza, levélszám, a bugaszerkezet, bugaszélesség és vastagság, bugánkénti terméstömeg és szemszám, szemszín és szálkásság, ezerszemtömeg) vizsgálatára a különböző éréscsoportból.

A vizsgálati eredményeink szinkronban voltak *Jóvér et al. (2014)* korábbi megállapításaival és megerősítették, hogy a Karcagi Kutatóintézetben rendelkezésre álló beltenyészett cirokvonalak genetikai variabilitást képviselnek. *Jóvér et al. (2014)* eredményeivel összhangban valamennyi vizsgált morfológiai, illetve produktivitási mutató esetében lehetőség nyílt olyan vonalak azonosítására, amelyek mért vagy számított eredményei már számottevően meghaladták a vizsgált vonalak átlagát. E kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező vonalak célirányos keresztezési partnerként történő alkalmazása jelentős mértékben hozzájárulhat az adott nemesítési célkitűzések elérését elősegítő, kiemelkedő produktivitású, illetve kedvező környezeti tűrőképességű hibridkombinációk kialakításához, végső soron pedig a MATE Karcagi Kutatóintézetben végzett ciroknemesítési tevékenység sikerességéhez.

A jelenlegi feltételek a kutatóintézetben a konvencionális nemesítési módszerek alkalmazására nyújtanak lehetőséget. A vonalak értékelése, illetve a keresztezési párok meghatározása során számos jellemzőt kell figyelembe venni, összetetten értékelni a morfológiai, valamint buga- és termés jellemzőket. E feladat teljesítésének elősegítése érdekében egy értékelési rendszer dolgoztunk ki az egyes vonalak morfológiai, illetve produktivitási jellemzőinek intervallum kategóriákba történő besorolásával. E kategóriák ismerete – megítélésünk szerint – értékes információkat szolgáltathat a legigéretesebb keresztezési partnereknek az összes rendelkezésre álló restorer vonalból történő kiválasztásához. Az általunk kiválasztott restorer vonalak lehetőséget nyújtanak a rendelkezésre álló anyavonalakkal való keresztezésre, a keresztezés eredményeként létrejövő kétvonalas szemescirok hibridkombinációk vizsgálatára és összehasonlítására, különböző évjáratban történő értékelésére. A pozitív szelekcióval kiválasztott vonalak 4-6 éven át megismételt visszakeresztezésével új, fertilitást visszaállító vonalakat állíthatunk elő.



## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat helyszíne a MATE Karcagi Kutatóintézet volt, ahol lehetőségünk volt 152 darab fertilitást visszaállító (restorer) vonal tenyészkertben való fenntartása során a tenézsziidőszakban megfigyeléseket végezni. A vonalanként a rendelkezésre álló parcellák három-három sorában a lehető legjobb növény egyedeket kiválasztottuk és izoláltuk. A tenézsziidőszak végén az izolált vonalakat begyűjtöttük és a bugák legfontosabb jellemzőit meghatároztuk.

A rendelkezésre álló adatok alapján intervallum kategóriákat alakítottunk ki, mely alapján minden érécsoportból kiválasztottuk a jövőbeli keresztezési alapanyagot. A legtöbb kiválasztott restorer vonal a nagyon korai és korai vonalak közül került ki, mert ezeknek a vonaloknak a beérése a hazai időjárási viszonyaink között biztosabb. A laza és a kissé tömött bugájú vonalak egyenletesebben érnek be, viszont bokrosodásra és oldalhajtás képzésre hajlamosabbak, amely az állomány érésének elhúzódásához vezethet. A betakarítás időpontjára a szemek nem egyöntetűen érnek be.

A közép és kései érécsoport tagjai közül is választottunk ki keresztezési párokat, mert az érés elhúzódása ellenére, jelentős potenciál rejlik bennük. A kitolódó érés miatt a betakarításkor az időjárási körülményektől függően, viszonylag nagy szemnedvesség tartalom okozhat problémát, mivel a termés szárítása lehet szükséges.

A teljes nemesítési alapanyag felhasználásával, további vizsgálatával, módszereink fejlesztésével lehetőségünk van még további restorer vonalak kiválasztására kombinálódóképességüknek meghatározására, páronkénti keresztezésére.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék a szakdolgozatom elkészítésében nyújtott segítségéért, szakmai jellegű támogatásáért köszönetet nyilvánítani konzulensemnek, **Dr. Zsigrai György** tudományos munkatársnak, a MATE Karcagi Kutatóintézet Növénynevelési és Fajtafenntartási Osztály dolgozóinak, osztályvezetőjének **Dr. Czibalmos Róbertnek** és az intézeti kollégáknak, valamint a Kutatóintézet igazgatójának **Dr. Zsembeli Józsefnek**.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ábrahám É. B., Blaskó L., Lazányi J. (2010): Cirok. In: Lazányi János szerkesztette. Növénynevelés és fajtafenntartás az Észak-Alföldi régióban. Debrecen. 100-101.
2. Ábrahám É. B., Kuroli G., Németh L., Reisinger P., Csathó P., Árendás T., Németh T., Fodor N. (2012): Cirokfélék. In: Radics L. szerkesztette Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés. 3. Egyéb takarmánynövények. Agroinform Kiadó. 151-166.
3. Jolánkai M. (szerkesztette) (2005): Növénytermesztés. 1. Gabonafélék. Szemes cirok. Mezőgazda Kiadó. 335-338.
4. Bányai L. (1968): Cirok fajtagyűjteményben végzett morfológiai és fenológiai vizsgálatok eredményei. Agrobotanika. Tápiószéle. Országos Agrobotanikai Intézet. IX. kötet. 155-170.
5. Barabás Z., Bányai L. (1985): A cirok és a szudánifű. Magyarország Kutúrlórája. IX. Budapest. Akadémiai Kiadó.
6. Barabás Z., Faragó L. (1980): A hibrid szemescirok. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest.
7. Bedő Zoltán (szerkesztette) (2005): A vetőmag születése. A vetőmagtermesztés elmélete és gyakorlata. Barnabás Beáta, Lángné Molnár Mária. A vetőmag-előállítás virágzásbiológiai alapjai. A kukorica vetőmagtermesztése. Szundy Tamás. Agroinform Kiadó és Nyomda.
8. Berenji, J., Dahlberg, J. (2004): Perspectives of sorghum in Europe. Journal of Agronomy and Crop Science. 190. 337.
9. Chrappán Gy., Fazekas M., Lazányi J. (1993): Cirok. In: Lazányi J. szerkesztette A Debreceni Egyetem Kutatóhelyein nemesített és fenntartott növényfajták. Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen. 52-53.
10. Chrappán Gy., Fazekas M., Lazányi J., Siklósiné Rajki E. (1997): In: Fazekas M. szerkesztette. Amit a cirok- és madáreleség-félékről tudni kell. Szemescirok. 10-30.
11. Conner, A. B., Karper, R. E. (1927): Hybrid vigor in sorghum. Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin. 359. 256-266.
12. Csapó J. (szerkesztette) (2023): NÉBIH Szántóföldi Növények Nemzeti Fajtajegyzéke.  
23. <https://portal.nebih.gov.hu/-/nemzeti-fajtajegyzek>
13. FAOSTAT <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

14. Harris, H. B., Cummins, D. G., Burns, R. E. (1970) Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging. *Agronomy Journal*. 62. (5) 633-635.
15. Hayes, H. K., Immer, F. R. (1942): *Methods of plant breeding*. Mc Graw-Hill Book Company. 1<sup>st</sup> Edition. 43.
16. Hayes, H. K., Immer, F. R., Smith, D. S. (1955): *Methods of plant breeding*. Mc Graw-Hill Book Company. 2<sup>nd</sup> Edition.
17. Heinrich, G. M., Francis, C. A., Eastin, J. D. (1983): Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Science*.
18. Heszky L. (2014): *Tanuljunk géntechnológiául*. 44. Növekedésben és fejlődésben módosított GM-fajok és -fajták. *Transzgénikus hímsterilitás és hibrid-előállítás*. Agrofórum. 68-72.
19. House, L. R. (1985): *A guide to sorghum breeding*. ICRISAT.
20. Huaiqing, H., Zhigang, L., Chuanyuan, L., Cheng, L., Hong, L., Yuanming, L., Xiaoyuan, W., Zhiquan, L., Li, S., Hai-Chun, J. (2021): Sorghum breeding in the genomic era: opportunities and challenges. *Theoretical and Applied Genetics*. 134. 1899-1924.
21. Gul, I., Saruhan, V., Basbag, M. (2005) Determination of yield and yield components and relationship among the components of grain sorghum cultivars grown as main crop. *Asian Journal of Plant Sciences*. 4. (6) 613.
22. Izsáki Z., Kruppa J. (szerkesztette) (2022): In: *Szántóföldi növények vetőmagtermesztése. 2. Vetőmagtermesztési technológia*. Gabonafélék, hüvelyesek, gyökér- és gumós növények. Palágyi A. *Cirokfélék*. 181-217.
23. Jóvér J., Czibalmos Á., Puskás Á., Győri Z. (2014): *Cirok vonalak értékelése*. 205-209. In: Veisz O. (szerkesztette). *XX. Növénynevelési Tudományos Nap. Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban*. Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága.
24. Józsa L. (1976): *A takarmánycirokok termesztése és felhasználása*. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 22.
25. Kapás S. (1997): *Növényfajták és növénynevelítők*. *Cirokfélék*. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Budapest. 167-169.
26. Kirby, J. S. (1935) *Manifestations of heterosis in grain sorghum*. Dissertation. Iowa State University of Science and Technology. Iowa. 101.
27. Kumar, A. A. (2016): In: Rakshit S., Wang J. H. (edited). *The sorghum genome*. Chapter 2. Botany, Taxonomy and Breeding. Springer International Publishing. 27-45.

28. Lazányi E. (1978): A hibridek életképessége. *Korunk*. 11. 959-963.
29. Pásztor K. (1987): *Agrogenetika*. Debrecen. 76, 133-147.
30. Pepó P. (2010): *Növénynevelés*. Debrecen.
31. Poehlman, J. M., Sleper, D. A. (1995): *Breeding field crops*. Iowa State University Press. 4. kiadás. 356.
32. Reddy, P. S. (2017): Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: Patil J. V. *Milletts and sorghum. Biology and genetic improvement*. Wiley Blackwell. 1-33.
33. Rooney, W. L. (2004): Sorghum improvement – integrating traditional and new technology to produce improved genotypes. *Advances in Agronomy*. 83. 48-62.
34. Somogyi N. (2019): A cirok termesztése a globális kihívások fényében. *Agrofórum Online*. <https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-cirok-termesztese-a-globalis-kihivasok-fenyeben/> (2023.10.19)
35. Spitkó T. 2010. In vitro dihaploid kukoricavonalak szövettenyésztési eredményei és kombinálódó-képesség vizsgálata. Doktori (PhD értekezés) Martonvásár. 30.
36. Staggenborg, S. A., Dhuyvetter, K. C., Gordon, W. B. (2008): Grain sorghum and corn comparisons: yield, economic and environmental responses. *Agronomy Journal*. 11.
37. Stephens, J. C. (1934): Anthesis, pollination and fertilization in sorghum. *Journal of Agricultural Research*. 49. (2) 135-136.
38. Unger, P. W., Baumhardt, R. L. (1999) Factors related to dryland grain sorghum yield increases: 1939 through 1997. *Agronomy Journal*. 91. 874.
39. Tolk, J. A., Schwartz, R. C. (2017): Do more seeds per panicle improve grain sorghum yield? *Crop Science*. 57. 490-496.
40. Wall, J. S., Blessin, C. W. (1969): Composition and structure of sorghum grains. *Cereal Science Today*. 14. (8) 264.
41. http1: <https://www.agronaplo.hu/hirek/heti-fokusz-valos-alternativaja-a-cirok-a-kukoricanak-mit-mutatnak-a-2022-evi-tapasztalatok>. 2023.11.04
42. http2: <https://www.agronaplo.hu/termekinformaciok/a-cirok-helyettesitheti-a-kukoricat-az-aszalyos-tersegekben> 2023.11.04

## 9. MELLÉKLETEK

### 9.1. Hímsteril anyavonalak ('A'-vonalak) és a hímsterilitást fenntartó apavonalak ('B'-vonalak)

'A'1, 'B'1  
korai



'A'2, 'B'2  
kései



### 9.2. Fertilitást visszaállító (restorer) vonalak Nagyon korai

'R'1



'R'2



'R'3



'R'4



'R'5



'R'6



'R'7



'R'8



'R'9



'R'10



'R'11



'R'12



'R'13



'R'14



'R'15



'R'16



**Korai**

**'R'17**



**'R'18**



**'R'19**



**'R'20**



**'R'21**



**'R'22**



**'R'23**



**'R'24**



**'R'25**



**'R'26**



**'R'27**



**'R'28**



**'R'29**



**'R'30**



**'R'31**



**'R'32**



**'R'33**



**'R'34**



**Közepes**

**'R'35**



**'R'36**



**'R'37**



**'R'38**



**'R'39**



**'R'40**



**Kései**

**'R'41**



**'R'42**



**'R'43**



**'R'44**



**'R'45**



**'R'46**



**'R'47**





## 10. NYILATKOZAT

### NYILATKOZAT

DR. MURÁNYI ESZTER (név) (hallgató Neptun azonosítója: EZ4QQD)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Karácsony év 2023. 11. hó 13 nap

  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: DR. MURÁNYI ESZTER  
A Hallgató Neptun kódja: EZUQQD  
A dolgozat címe: KÉTUOMALAS SZEMESCIROK HIRŐDOKOMBINÁCIÓK ELÁLLÍTÁSÁNA  
SZOLGÁLTATÓI VONALAK ÜZSGÁLLATA ÉRTEKELÉSI  
A megjelenés éve: 2023 RENDSZER KEZELÉSI  
A konzulens intézetének neve: MATE KARCAGI KUTATÓINTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: \_\_\_\_\_

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: Karcag 2023 év 11 hó 13 nap

Murányi Ester  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölnendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölnendő.