SZENT ISTVÁN EGYETEM

A TERMŐHELY ÉS A TŐSZÁM HATÁSA

különböző rokonsági körökbe tartozó beltenyésztett kukorica törzsek és hibridjeik tulajdonságaira

eltérő évjáratokban

Doktori (PhD) értekezés

Hegyi Zsuzsanna

GÖDÖLLŐ

2003

A DOKTORI ISKOLA

Megnevezése:	Növénytudományi Doktori Iskola
Tudományága:	Növénytermesztési- és kertészeti tudományok
Vezetője:	**Dr. Virányi Ferenc** egyetemi tanár, az MTA doktora SZIE Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar Növényvédelemtani Tanszék
Témavezetők:	**Dr. Jolánkai Márton** egyetemi tanár, az MTA doktora SZIE Növénytermesztési Intézet
	Dr. Pintér János főmunkatárs, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete

Dr. Virányi Ferenc	**Dr. Jolánkai Márton**	**Dr. Pintér János**
A doktori iskola vezetőjének jóváhagyása	A témavezető jóváhagyása	A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék OLDAL

1. BEVEZETÉS **1**

2. CÉLKITŰZÉS **3**

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS **5**

3.1. A kukorica termesztését befolyásoló legfontosabb ökológiai tényezők **5**

3.2. A kukorica – dolgozatban tárgyalt - morfológiai jellemzői **8**

3.2.1. A növény- és csőmagasság 8

3.2.1.1. A növény- és csőmagasság genetikai meghatározottsága 8

3.2.1.2. A termőhely hatása a növény- és csőmagasságra 10

3.2.1.3. Az állománysűrűség hatása a növény- és csőmagasságra 11

3.2.2. A kukorica leveleinek száma és felülete 13

3.2.2.1. Az asszimilációs levélfelület méretére ható tényezők 13

3.2.2.2. A levelek száma, felülete és összefüggésük más tulajdonságokkal 14

3.2.3. A fajta és az állománysűrűség hatása a címer tulajdonságaira 15

3.2.4. A kukorica termése és terméselemei 16

3.2.4.1. A kukorica termésének és terméselemeinek genetikai meghatározottsága 16

3.2.4.2. A termőhely hatása a termésre és a terméselemekre 17

3.2.4.3. Az állománysűrűség hatása a termésre és terméselemekre 17

3.2.4.4. A termés és a terméselemek összefüggése más tulajdonságokkal 19

3.3. A kukorica szemtermésének fehérje- és olajtartalma **22**

3.3.1. A szemtermés fehérje- és olajtartalmának genetikai meghatározottsága 22

3.3.2. A termőhely hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 25

3.3.3. Az állománysűrűség hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 27

3.3.4. A fehérje- és olajtartalom összefüggése a terméssel és az ezerszemtömeggel 27

3.3.5. A szülők-utódok közötti kapcsolat a fehérje- és olajtartalom tekintetében 28

3.4. Reciprok hatások az egyszeres keresztezésekben **29**

3.5. Többváltozós statisztikai módszerek alkalmazása kísérleti adatok értékelésére **31**

4. ANYAG ÉS MÓDSZER **33**

4.1. A kísérletekben vizsgált genotípusok 33

4.2. A vizsgálatok helyei, a kísérletek beállításának körülményei **35**

4.2.1. Növényi tulajdonságok 35

4.2.2. Az egyedi produkció és a terméselemek 36

4.2.3. Beltartalmi vizsgálatok 36

4.3. A kísérleti évek időjárása 37

4.4. A kísérleti adatok értékelése 38

4.4.1. A kísérleti adatok értékelése három- és négytényezős varianciaanalízissel 38

4.4.2. A kísérleti adatok értékelése többváltozós statisztikai módszerekkel 38

4.4.2.1. A kísérleti adatok értékelése főkomponensanalízissel 39

4.4.2.2. A kísérleti adatok értékelése hierarchikus clusteranalízissel 39

4.4.2.3. A kísérleti adatok értékelése diszkriminanciaanalízissel 40

5. EREDMÉNYEK 41

5.1. A vizsgált tényezők hatása a hibridek egyedi produkciójára 41

5.1.1. A tőszám hatása az egyedi produkcióra 42

5.1.2. A tőszám és az évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra 42

5.1.3. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra 43

5.1.3.1. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra 1997-ben 43

5.1.3.2. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra 1998-ban 50

5.1.4. A termőhely és az évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra 56

5.2. A vizsgált tényezők hatása a hibridek növény- és csőeredési magasságára 58

5.2.1. A termőhely és az évjárat kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra 59

5.2.2. A fajta és a termőhely kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra 59

5.2.3. A termőhely és a tőszám kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra 61

5.3. A vizsgált tényezők hatása a hibridek asszimilációs levélfelületének nagyságára 64

5.3.1. Az évjárat hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára 64

5.3.2. A termőhely hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára 66

5.3.3. A fajta hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára **67**

5.3.4. A termőhely és a tőszám kölcsönhatása az asszimilációs levélfelület nagyságára 68

5.4. A vizsgált tényezők hatása a címer elsőrendű elágazásainak a számára 70

5.4.1. A fajta és az évjárat kölcsönhatása a címerágak számára 70

5.4.2. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása a címerágak számára 72

5.5. A vizsgált tényezők hatása a hibridek szemtermésének fehérje- és olajtartalmára 73

5.5.1. A termőhely hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 73

5.5.2. A tőszám hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 75

5.5.3. A fajta hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 77

5.5.4. Az évjárat hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára 78

5.5.5. A fehérje- és olajtartalom összefüggése a vizsgált genotípusoknál 80

5.6. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlító vizsgálata 81

5.6.1. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlítása a tulajdonságok szerint 81

5.6.2. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlítása a heterózis szerint 84

5.7. A kísérleti adatok értékelése többváltozós statisztikai módszerekkel 87

5.7.1. A kísérleti adatok elemzése főkomponensanalízissel 87

5.7.2. A kísérleti adatok elemzése hierarchikus clusteranalízissel 95

5.7.2.1. Az egyenes és a reciprok keresztezések dendrogramja 95

5.7.2.2. A hibridek vizsgált tulajdonságainak dendrogramja 95

5.7.2.3. A kísérletben vizsgált fő tényezők dendrogramja 97

5.7.2.4. A hibridek rokonsági kapcsolatainak dendrogramja 98

5.7.3. A kísérleti adatok elemzése diszkriminanciaanalízissel 99

6. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS KÖVETKEZTETÉSEK 103

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK 111

8. ÖSSZEFOGLALÁS 113

9. SUMMARY 115

10. IRODALOMJEGYZÉK 117

11. MELLÉKLETEK 131

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 167

1. BEVEZETÉS

Magyarország legnagyobb természeti kincse a mezőgazdasági termelésre való képesség. Összterületének 66,5 %-án folyik mezőgazdasági termelés, ez a tevékenység több mint 6 millió hektár területen jelentős hatással van a biológiai sokféleségre. A növénytermesztési ágazat jövőbeni, fenntartható fejlődést kielégítő termelőképessége elsősorban annak a függvénye, hogy a nemesítők a biodiverzitás adta lehetőségekkel élve milyen mértékben lesznek képesek új növényfajták termelésbe vitelére, melyek kevésbé érzékenyek a környezeti hatásokra, betegségeknek ellenállóbbak és egyéb minőségi igényeket is kielégítenek. A biológiai diverzitás leglényegesebb eleme a fajgazdagság, a fajon belül a genetikai diverzitás. Ez a haszonnövény fajoknak is fontos jellemzője, fenntartásuk és további nemesítésük alapja. A nemesítő intézeteknek eddig is, a jövőben pedig még nagyobb szerepe lesz a széles genetikai bázison létrehozott új fajták előállításában, amelyek a környezet nagyobb terhelése nélkül (kevesebb műtrágya és vegyszer felhasználásával) sikerrel termeszthetők akár félintenzív, akár extenzív viszonyok között.

A növényfajták minősítését, a vetőmag szaporítását és forgalmazását Magyarországon törvények védik, illetve rendeletek szabályozzák. Jelenlegi szabályozó rendszerünk megfelel a genfi UPOV (Nemzetközi Fajtavédelmi Szervezet) előírásainak. Az UPOV irányelvek alapja a fajták megkülönböztethetősége, uniformitása és stabilitása (Distinctivity, Uniformity, Stability). Ennek szellemében új hibridjeinkről részletes, morfológiai leírást készítünk. Fajtáinkat - a bejelentést megelőzően - az egész országot behálózó tesztelő bázisokon próbáljuk ki. Vizsgáljuk a biotikus és az abiotikus stresszfaktorokkal szembeni ellenállóképességüket. A hazai helyeken kívül Európában is sok helyen szerepelnek hibridjeink összehasonlító kísérletekben. Ígéretes hibridjeinket szisztematikus agrotechnikai kísérletekben is kipróbáljuk (herbicid, tőszám), ennek köszönhetően azok, amelyek sikeresen túljutottak ezeken a szűrővizsgálatokon, megfelelő szintű alkalmazkodóképességgel is rendelkeznek.

A martonvásári Kutatóintézet hazai és nemzetközi hírnevét a kukoricanemesítés eredményei alapozták meg. Pap Endre itt állított elő - Európában elsőként - beltenyésztéses kukoricahibridet, amelyet Mv 5 néven minősítettek 1953-ban. Ez a szellemi örökség a mai napig arra kötelezi a martonvásári kukoricanemesítőket, hogy mindig időszerű, az aktuális igényeknek megfelelő hibrideket állítsanak elő, és vezessenek be a köztermesztésbe.

2. CÉLKITŰZÉS

A kukorica mint faj igen plasztikus növény. A fajtákban rejlő genetikai potenciál az eltérő termesztési viszonyok között különbözőképpen realizálható. Ha ismerjük fajtáink alkalmazkodó-képességét, azokat a legmegfelelőbb környezetben termeszthetjük, illetve egy adott körzethez a legjobban adaptálódó fajtákat választhatjuk ki. A fajták igényei és teljesítőképességük, viselkedésük egy ökoszisztémában nagyrészt genetikailag stabilizált tulajdonságaiktól függnek. Ezeket a reakciókat a nemesítőknek még a köztermesztésbe vonás előtt meg kell ismerniük. Egyrészt meg kell ismerni a keresztezési típusok hatásait, illetve a genetikai variabilitás (genotípus) nyújtotta lehetőségeket. Az eltérő genetikai összetételű hibridek megválasztása lényeges, terméseredményt befolyásoló tényező lehet. Az adaptálódóképesség egy hazai hibridnél a különböző termőtájakhoz, szélsőséges évjáratokhoz (hideg tavasz, aszály), agrotechnikai stresszhatásokhoz (pl. tőszámsűrítés) való alkalmazkodóképességet is jelentheti.

Kísérleteinkben részletesen vizsgáltuk a széles genetikai bázison létrehozott új kukoricahibridek fontosabb agronómiai tulajdonságait, valamint ezek fenotípusos variabilitását. Arra kerestük a válasz, hogy:

- a makroökológiai hatások (termőhelyek) befolyásolják-e a kukorica egyedi produkcióját és növényi tulajdonságait;
- a mikroökológiai hatások (tőszámsűrítés) milyen mértékben hatnak a vizsgált paraméterekre, alkalmasak-e bizonyos agronómiai tulajdonságokban meglévő olyan különbségek kimutatására, amelyek optimumszinten nem jelennek meg;
- van-e az évjáratnak kimutatható hatása a kukorica fontos, értékmérő tulajdonságaira;
- a genotípusoknak milyen hatása van a vizsgált tulajdonságokra;
- a vizsgált fő tényezők mennyire befolyásolják a kukorica beltartalmi paramétereit;
- a kukorica általunk vizsgált tulajdonságaiban az anyai szülő hatása hogyan nyilvánul meg, van-e kimutatható eltérés az egyenes és a reciprok keresztezések közt;
- milyen a vizsgált paraméterek közötti korrelációs rendszer;
- a kukorica általunk vizsgált tulajdonságai mennyire diszkriminálják a termőhelyeket.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A kukorica termesztését befolyásoló legfontosabb ökológiai tényezők

Az elmúlt évtizedben jelentősen megnőtt az agroökológiai kutatások jelentősége, mivel a fenntartható mezőgazdaságban követelmény a hatékony gazdálkodás. Ismernünk kell a termesztendő növények agroökológiai igényeit, egy adott terület adottságait, e két oldal összhangja az eredményes termelés elengedhetetlen feltétele.

Az agroökológiai tényezőknek két alapvető csoportja van: a klimatikus (hőmérséklet, fény, csapadék, levegő páratartalma) és az edafikus (talajjal összefüggő) hatások (VILLAX 1944).

A kukorica termesztése különböző ökológiai viszonyok között történik. Származását tekintve trópusi eredetű növény. A termesztés, majd az állandó szelekció hatására jelenlegi termesztési körzete nagyon kiterjedt. Figyelmet érdemel, hogy a legnagyobb termést nem a származási helyének tekinthető trópusokon adja, hanem mérsékelt égövi körülmények között, ahol a csapadék és a hőmérséklet elegendő mennyiségben áll rendelkezésre (MENYHÉRT 1979). A kukorica klimatikus igényeit a következőkben foglalhatjuk össze (ÁNGYÁN 1985):

- a téli csapadékigény arra utal, hogy a kukorica jól hasznosítja a talajban raktározott vízkészletet, vagyis fontos a téli csapadék megőrzése;
- az áprilisi magas hőmérséklet lehetővé teszi a korai vetést, egyenletes kelést;
- májusban ismét megnő a csapadék jelentősége, amely a gyors, egyenletes vegetatív fejlődést segíti elő;
- júniusban a nagy napfénytartam és hőmérséklet iránti igény dominál;
- július és az augusztus (virágzás körüli időszak) nagy csapadék-, hőmérséklet- és napfénytartam-igénnyel jellemezhető;
- szeptemberben a kukorica a szemtelítődés és az érés folyamataihoz száraz, meleg, napfényes időt igényel.

A klímaelemek kapcsolatát a kukorica termésével, és azok kedvező értéktartományát az *1. táblázat* mutatja be. A termés kialakításában legnagyobb szerepe a napfényes órák számának van. A klímajellemzők időbeli és térbeli eloszlása szeszélyes, vagyis azonos évjáratban a különböző mérőhelyeken, illetve azonos mérőhelyen a különböző évjáratokban az értékek jelentősen eltérnek.

1. táblázat A klímaelemek kapcsolata a kukorica termésével és azok kedvező értéktartománya

(Magyarországi körülmények között)

Klímajellemzők	Időszak	r^2	Kedvező értéktartomány határai		
			Min. (alsó)	Opt. pont	Max. (felső)
Napfénytartam (h)	IV-IX.	0,8310	1420	1520	1620
Átlaghőmérséklet (^oC)	IV-IX.	0,7576	16,8	17,9	19,0
Csapadékösszeg (mm)	X-IX.	0,5534	500	610	720
Effektív hőösszeg (^oC)	IV-IX.	0,7360	1250	1500	1750

(ÁNGYÁN 1985)

Hazai viszonyaink között a csapadék mennyisége és különösen annak eloszlása a vegetációs periódusban kedvezőtlen (MARTON et al. 1999). A tenyészterület hatását legjobban a csapadék befolyásolja (GYŐRFFY et al. 1965). A kukorica virágzása július közepétől augusztus közepéig tart, vidékenként váltakozva. Az egyes évek változó időjárása következtében ez az időpont hol előbbre, hol későbbre tolódik, ennek következtében júliusban vagy augusztusban lép fel a nagyobb vízigény. A júliusi és az augusztusi vízellátás azért is fontos, mivel ezek a legpáraszegényebb hónapok.

A hőmérséklet elsősorban a tenyészidő elején, a vetés, a kelés, esetleg a fiatal növények növekedése idején fontos klimatikus tényező. A virágzástól a mag beérésig terjedő időben ismét a növény hő- és napfényigénye kerül előtérbe. Ha az idő hűvös és borult, esetleg csapadékos is, akkor az érési idő tetemesen maghosszabbodhat (BERÉNYI 1945).

A napsütés tartama is fontos tényezője a kukorica termelésnek, bizonyos mértékig a meleget is pótolhatja. Hozzávetőleg 200 óra napsütés 1 ^oC átlaghőmérsékletnek felel meg. A párolgás hatása a kukorica termesztésére ugyancsak vitathatatlan. A nagyobb meleg kevés csapadékkal párosulva nagyobb párolgást okoz, a levegő relatív nedvessége pedig csökken (MENYHÉRT 1979), ami növeli a fajlagos vízfelhasználást. WALLACE és BRESMANN (1949) adatai szerint egyetlen tő kukorica meleg, nyári napon 2,5-5 l vizet képes elpárologtatni, ami 170-180 mm-nyi júliusi-augusztusi csapadéknak felel meg.

BERÉNYI (1945) kiszámította az időjárás és a kukorica terméseredményei közötti korrelációkat (*2. táblázat*). A táblázatban csak azokat a megyéket tüntettük fel, ahol a kísérleteink voltak. A táblázat a havi csapadék mennyiségekkel mutatja be az összefüggéseket.

2. táblázat A havi csapadékösszeg és a termésátlag korrelációja néhány megyében

Megnevezés	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember
Fejér	- 0,1608	- 0,2091	0,3949	0,6481	0,1996	- 0,1849
Heves	- 0,0335	0,2816	0,2453	0,5236	0,1365	- 0,1440
Sopron	- 0,2115	0,0926	0,2274	0,2390	0,5347	0,0725
Veszprém	- 0,2836	0,0727	0,0914	0,5540	0,2377	- 0,0121
Zemplén	0,0713	0,2154	0,1443	0,8062	0,1347	0,0262

(BERÉNYI 1945)

Április csapadékával a korrelációk túlnyomó részben negatívok, ami azt jelenti, hogy a vetést megelőzően a száraz időjárás az előnyös, bár a korrelációs értékek nem túl nagyok. Május csapadékával a korreláció pozitív. Júniusban a csapadékigény tovább fokozódik, ennek megfelelően a korrelációs értékek tovább növekednek. A kukorica csapadékigényét tekintve legfontosabb hónap a július. Először, mert a növény igénye ekkor a legnagyobb, másodszor, mert júliusra a legtöbb helyen a csapadék mennyisége csökken. A júliusi csapadékingadozás a szemtermést jobban befolyásolja, mint a hőmérséklet változékonysága. A kukorica terméseredménye és a júliusi csapadék között 0,2 -0,8 volt a korrelációs együttható értéke. A kisebb júliusi csapadék korrelációk a nyugati és az északi peremvidéken figyelhetők meg, ahol alacsonyabb a júliusi hőmérséklet, illetve a növények vegetatív periódusa hosszabb. Bár augusztusban a csapadékigény csökkenőben van, azonban a korrelációs értékek alapján ítélve jelentékeny területen felülmúlja a júniusit (de általában mögötte marad a júliusinak). Szeptemberben a csapadékigényben fordulat áll be. Ekkor - akárcsak áprilisban - csapadékhiányra van szükség a legtöbb évben és az ország területének legnagyobb részén.

POLERECKY (1976) a kukoricatermesztés agrometeorológiai feltételrendszerét elemezve megállapította, hogy a nagy terméshez július-augusztus folyamán 155-180 mm csapadék szükséges. GYENESNÉ et al. (2002b) az egyedi csőtermés produkció és a júliusban lehullott csapadék mennyisége között pozitív, szoros összefüggést állapított meg.

A talaj kultúrállapotára és minőségére a gabonafélék közül a kukorica a legigényesebb, mégis a legkülönfélébb talajokon lehet termeszteni. A kukoricának nagy az alkalmazkodó-képessége, ennek következtében a talajnak a termés kialakításában nincs akkora szerepe, mint más kultúráknál.

Hazai vizsgálati eredmények szerint (MENYHÉRT és ÁNGYÁN 1987) a kukorica termésátlagát mintegy 30 %-ban a klíma, 20 %-ban az egyéb ökológiai feltételek (domborzat, talajhidrológiai viszonyok) határozzák meg. A másik 50 %-ot a fajta és a technológia adja. Genetikailag nagy termőképességű fajták esetén az agrotechnika, az ökológiai tényezők szerepe jóval nagyobb, mint a fajtaváltoztatással elérhető különbség. Egy megfelelő fajta kifogástalan minőségű vetőmagja sem biztosítéka a jó termésnek, ha számára nincsenek meg a vegetáció során a szükséges felnevelési feltételek (BÁLINT 1980).

3.2. A kukorica - dolgozatban tárgyalt - morfológiai jellemzői

3.2.1. A növény- és csőmagasság

3.2.1.1. A növény- és csőmagasság genetikai meghatározottsága

A kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék között az egyik legerőteljesebb felépítésű növény. A szár magasságát az internódiumok száma és azok hossza határozza meg. Ennek függvényében a növény magassága a fajtától és a termesztési viszonyoktól függően 30 cm és 7 m között változhat. A növény végső magasságát, szárának átmérőjét és bizonyos mértékig potenciális hozamát erősen befolyásolják a szár megnyúlása idején ható környezeti feltételek.

A hőmérséklet és a fotóperiódus az internódiumok számára hatva gyakorol befolyást a szár magasságára. Vannak azonban közvetlenebb hatások, amelyek a vízstresszből, a táplálkozásból, a fény mennyiségéből és minőségéből következnek. A hőmérséklet hat az internódiumok megnyúlására is. Az internódium hossza ennél fogva tükrözi azt a környezetet, amely rá éppen a megnyúlása idején hatott. A nóduszok száma fajtajelző tulajdonság, nem változik olyan mértékben, mint az internódiumok hosszúsága. A nódusz számmal összefüggésben módosul a levelek száma.

A levelek hónaljából erednek a másodrendű hajtások, rajtuk csövek (nőivarú vagy torzsavirágzat) képződnek. A száron legfelül képződött cső az első vagy a főcső. A legfelső cső eredésének magassága a nemesítés szempontjából fontos paraméter. Ha magasabban ered az első cső, alatta több nóduszon fejlődhet még másod-, illetve harmadcső. A betakarítás szempontjából előnyös, ha a csövek közel azonos magasságban helyezkednek el (SURÁNYI és MÁNDY 1955). Ebből a szempontból a hibridek általában kevésbé kiegyenlítettek, mint a beltenyésztett törzsek (FLEISCHMANN 1947).

A morfológiai tulajdonságokat, illetve az egész fenotípust gének (genotípus) határozzák meg, melyek a kromoszómák adott régióiban helyezkednek el. Köztük különböző kölcsönhatások lehetnek. A mennyiségi tulajdonságokat meghatározó gének az ún. QTL-ek (Quantitative Trait Loci). Számos ilyen QTL-t térképeztek fel eddig a növénymagasságra, a csőeredési magasságra

(HUI et al. 1997), eddig összesen 30-at. VELDBOOM et al. (1994) szerint a növénymagasság QTL-jei a magasságra ható minőségi tulajdonságok lókuszainak szomszédságában találhatók.

LEE és VELDBOOM (1993) talált egy markert az 1. kromoszóma hosszú karján, amely szorosan kapcsolt a növénymagasság QTL-jével. Kísérletükben meghatároztak egy szakaszt a genetikai térképen, amely a növénymagasság fenotípusos varianciájának 40 %-áért volt felelős. SCHÖN et al. (1993) szerint a növénymagasságot döntően az 1. kromoszóma rövid karján, a 3. kromoszóma hosszú karján és a 9. kromoszóma hosszú karján található régiók befolyásolják.

BERKE és ROCHEFORD (1995) tizenegy kromoszómarégióba csoportosulva tizennyolc olyan markerlókuszt talált, amelyek a növénymagassággal, kilenc régióban tizennégy olyan markert, amely a csőeredési magassággal mutatott szignifikáns kapcsolatot. RUSSEL (1976) különböző markergéneket tartalmazó genotípusokat vizsgált, hogy megállapítsa a növény- és csőeredési magasság öröklődésére ható génhatásokat.

A kvantitatív tulajdonságok genetikájából a gyakorlati szakembert az érdekli, hogy a termelés során egy növényfajta tulajdonságai mennyire szilárdan öröklődnek, kifejlődésüket a környezeti tényezők mennyire befolyásolják. Adott tulajdonság örökölhetőségi értékszáma (h^2) jelzi, hogy milyen valószínűséggel számíthatunk keresztezési populációk utódjaiban bizonyos tulajdonságok megjelenésére. Minél nagyobb ez a viszonyszám, annál nagyobb fokú a megegyezés a genotípus és a fenotípus, az egyedek várt és valóságos megjelenése között (BÁLINT 1967). A növénymagasság tulajdonságának örökölhetősége igen magas, h^2 = 0,813, miközben a főcső magasságé csak 0,554 körüli érték volt diallél kísérletekben (SCHÖN et al. 1993, DANIEL és BAJTAY 1975, BAJTAY és DANIEL 1976). NAWAR et al. (1992) megbecsülte a genotípusos, a fenotípusos és a kovariancia mértékét a növénymagasságra, de több szerző is talált szignifikáns varianaciát ebben a tulajdonságban (MALVAR et al. 1996, HANSEN és BAGGETT 1977, SUBANDI 1974). A növény- és csőmagasságban tapasztalható szignifikáns variancia az allél-többszöröződésnek (multiple allelia) ill. a dominanciának köszönhető, ez utóbbi mértékét (CORNELIUS és DUDLEY 1976) meg is határozták. Miközben egyes szerzők a domináns (GUO et al. 1986), mások az additív (RUSSEL 1976) hatásokat tartják fontosabbnak a vizsgált két paraméter alakulásában. Voltak olyan szerzők is, akik szerint a növény- és csőmagasságban meglévő különbségek extrakromoszomális hatásoknak tulajdoníthatók (BAYNES és BRAWN 1973).

TROYER és BROWN (1972, 1976), valamint TROYER és LARKINS (1985) megállapították, hogy egyes morfológiai tulajdonságok és a virágzási idő között összefüggés van. A szerzők eredményes szelekciót folytattak korai virágzásra és ezzel együtt csökkent a növény- és csőmagasság is. SING et al. (1967) megállapították, hogy öntermékenyítés hatására a termés, a növény- és csőmagasság csökkent, de ezzel együtt nőtt a hím- és a nővirágzásig eltelt napok száma.

JORGENSON és BREWBAKER (1927), NILSSON-LEISSNER (1927), HAYES és JOHNSON (1939), NANDA (1966) beltenyésztett vonalak és hibridjeik különböző tulajdonságainak összefüggését tanulmányozták. A beltenyésztett törzsek és hibridjeik termése között nem találtak megbízható összefüggést, de pozitív és megbízható kapcsolatot állapítottak meg vetéstől az 50 %-os hím- és nővirágzásig eltelt napok számában, a betakarításkori szemnedvesség tartalomban, valamint a növény- és csőmagasságban. Hasonló eredményekről számolt be GAMA és HALLAUER (1977), DIEM és DOLINKA (1983). LONNQUIST és LINDSEY (1964) 169 S_1 család és rokon, valamint nem rokon teszteren előállított hibridjeik között pozitív, magas valószínűségi szinten megbízható összefüggést talált a betakarításkori szemnedvesség, a növény- és a csőmagasság vonatkozásában.

3.2.1.2. A termőhely hatása a növény- és csőmagasságra

A termőhely EL-SHERBIENY et al. (1991) szerint erősen befolyásolja a növény- és csőmagasságot. Különböző környezetben termesztett kukoricák között jelentős különbségek lehetnek e tekintetben ugyanazon fajta esetén is (WU 1988). DASS et al. (1987) hat helyen, három éven keresztül vizsgálta nyolc kukoricahibrid szemtermését, növény- és csőmagasságát, az érésig és az 50 %-os bibevirágzásig eltelt napok számát. A genotípus és a környezet interakció szignifikáns volt minden vizsgált tulajdonságnál, kivéve a csőmagasságot és az 50 %-os bibevirágzásig eltelt napok számát.

A genotípus és a környezet kölcsönhatása szignifikáns különbségeket eredményezett a növény- és csőmagasságban LEE et al. (1983), RATHER et al. (1999), ZHANG et al. (1995) kísérleteiben. COCKERHAM et al. (1996) a QTL-ek hatásának meghatározása céljából elemezték – egy adott markerlókuszra vonatkozó „derékszögű kontrasztok” elmélete alapján – a kontraszt x környezet kölcsönhatásokat. Az elemzés azt mutatta, hogy a QTL hatások környezettől függetlenek a szemtermés, a növény- és csőmagasság, a cső körüli levelek vonatkozásában, erősen környezet függők viszont a hímvirágzás, a szem szárazanyag és a csőszám vonatkozásában.

BASHEERUDDIN et al. (1999) path-analízissel azt mutatta ki, hogy a silókukorica vizsgált tulajdonságait (növénymagasság, levélszám, növényenkénti levélfelület) és a tulajdonságok közötti kapcsolatokat a környezet befolyásolta. Nyolc helyen vizsgáltak kilenc kukoricafajtát Ecuadorban, két éven keresztül. Az évek és a helyek nem okoztak szignifikáns különbségeket a növény- és csőmagasságban (ALARCON et al. 1995). Ezzel ellentétes megállapításra jutott GYENESNÉ et al. (2002c). Öt termőhelyen vizsgálta 12 egyenes és 12 reciprok hibrid növény- és csőmagasságát. A kísérleti adatok azt mutatták, hogy a termőhely szignifikáns különbségeket okozott a vizsgált tulajdonságokban, miközben a két tulajdonság arányát nem, vagy csak kismértékben befolyásolta.

3.2.1.3. Az állománysűrűség hatása a növény- és csőmagasságra

MENYHÉRT (1979) szerint az optimális tőszámot fajtánként, tájegységenként kísérletekkel kell megállapítani. Az extrém alacsony és magas tőszámokat kivéve az optimumhoz közel álló vagy annál valamivel alacsonyabb tőszámmal érhetjük el a legnagyobb termést. Optimális növényszám esetén legnagyobb az a levélfelület, amely a napenergia teljesebb kihasználását eredményezheti, és ez a végtermék növekedésében juthat kifejezésre. A tőszámnövelés bizonyos határon túl erősen megnöveli a kockázatot. A tőszám optimumpont feletti növelése ellen szól, hogy magasabb és vékonyabb lesz a szár, sűrű állományban nő a megdőlt tövek száma, csökken az egy tőre jutó csőtömeg, csökken az ezerszemtömeg, romlik a beltartalmi érték (kevesebb lesz a fehérje- és olaj-tartalom a szemekben). A nem túl nagy tőszám mellett szól továbbá, hogy a kukoricanövény az optimális termést adó tőszámnál kevesebb tővel elvetve, az ezerszemtömeg növekedésével még maximálisan 20 % hiányt is képes kompenzálni.

3. táblázat A hektáronkénti növényszám hatása a kukorica néhány tulajdonságának alakulására

Növényszám/ha	Szár-magasság cm	Cső-magasság cm	Cső/tő	Csőtömeg g	Szemnedvesség %	Termés t/ha
20 000	225	93	1,29	350	26,6	6,85
30 000	245	103	1,11	350	26,2	8,30
42 000	260	113	1,03	305	26,1	9,10
61 000	265	116	0,94	250	27,5	8,90

(KISING 1962)

A növény- és csőmagasságot a hektáronkénti tőszám azáltal befolyásolja (*3. táblázat*), hogy az állománysűrűségtől függően változnak a megvilágítási viszonyok, ezzel összefüggésben a növények mérete is módosul (ANDREJENKO és KUPERMAN 1961, OBILANA és HALLAUER 1974). SHAHI és SINGH (1988) kísérletében a becsült additív genetikai variancia nagyobb volt, mint a domináns variancia a vizsgált tulajdonságoknál (növény- és csőmagasság, betakarításkori szemnedvesség). Az additív variancia nagyobb volt a sűrűbb állományban.

A tőszám növelése a növények magasságát megnövelte MASON et al. (1974), PARK et al. (1989) kísérletében. Amikor a növények a fényért versengenek a nagyobb termetű növények nagyobb tenyészterületet, így kisebb állománysűrűséget igényelnek, mint kisebb termetű társaik (BEGNA et al. 2000). Tőszám kísérletekben a kukorica a kölcsönös árnyékolás mértékének növekedésével egyre magasabbra nőtt HOZUMI et al. (1955), HASSAN (2000) szerint is. Hasonló

eredményekről számolt be PUCARIC (1974). Kísérletében a vizsgált hibridek növénymagassága lineárisan növekedett az állománysűrűség növekedésével. A főcső inzerció magassága is lineáris kapcsolatban volt minden hibridnél a tőszámmal. A növekedés átlagos mértéke 1000 növényenként 2,17 – 2,39 cm volt. MOLL és KAMPRATH (1977) a termésnövelésre történő szelekció során enyhe növekedést tapasztalt a növény- és csőmagasság különbségében („top” magasság) eltérő tőszámkísérletekben.

SUBANDI (1974) genetikai tanulmányokat folytatott egzotikus populációban, hogy különböző állománysűrűségekben vizsgálja többek között a növény- és csőmagasságot. Mindkét tőszámkísérletben (17 és 68 000 tő/ha) a becsült additív genetikai variancia nagyobb volt, mint a domináns genetikai variancia, ami megnyilvánult a szemtömegben, a csőszámban, a virágzásig eltelt napok számában, a növény- és csőmagasságban. A variancia értéke 0,5 volt, jelezve, hogy a lókuszok többsége kontrollálja a tulajdonságokat. Az additív genetikai variancia és az év interakció változás nagy volt és szignifikánsan különbözött mindkét állománysűrűségben. Mindkét tőszám esetén nagy genetikai kölcsönhatás volt megfigyelhető a szemtermés és a növény-, csőmagasság között.

MASON et al. (1974) kísérletében a nitrogén nem hatott a növénymagasságra, viszont a hektáronkénti tőszám növelésével nőtt a csőeredési magasság. Összefüggést állapítottak meg a csőmagasság és a tenyészidő tartama között. Minél magasabban helyezkedett el a cső a növényen, az érés annál későbbivé vált. A koraiság és az alacsony csőállás között azonban nincsen kizárólagos viszonosság, amint azt FLEISCHMANN megállapította (1947).

GYENESNÉ et al. (2002c) kísérletében a tőszám befolyásolta a növények magassági méreteinek alakulását. A legkisebb növénymagasságokat az 51 000 tő/ha sűrűségben mérték és ebben a sűrűségben volt a legkisebb a főcsövek talajtól mért távolsága is. A tőszám növelésével a növény- és főcsőmagasság növekedett a csapadékkal jól ellátott termőhelyeken. Itt a hibridek a legsűrűbb állományban (94 290 tő/ha) érték el a legnagyobb termőmagasságukat. Viszont a két legszárazabb termőhelyen a növények a 68 880 tő/ha sűrűségben nőttek a legnagyobbra, a 94 390 tő/ha sűrűségben csökkent a vizsgált két paraméter értéke.

3.2.2. A kukorica leveleinek száma és felülete

3.2.2.1. Az asszimilációs levélfelület méretére ható tényezők

DUNCAN (1975) szerint, a kukoricanövény vegetatív fejlődése folyamán fellépő stresszek a szárat jobban érintik, mint a leveleket. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a levelek kialakulása a legkisebb mértékben is független lenne a környezeti feltételektől. Megfigyelések szerint a korai, levelek kialakulásakori környezeti feltételek éppen úgy hatnak a levéllemezek megnagyobbodására, mint a megfelelő feltételek az internódiumok megnyúlására. Ha ezek a feltételek kedvezőtlenek, az éppen akkor kialakuló levéllemezek kisebb felületűek lesznek. Kedvezőbb feltételek között viszont nagyobb asszimiláló felület képződik.

Nemcsak a makroökológiai tényezők, de a mikroökológiai faktorok is hatnak a növényekre, így a tőszámsűrítés is. NÉMET és PINTÉR (1975) kísérletében a növényenkénti levélfelület szignifikánsan csökkent a nagyobb állománysűrűségben. Azt is megfigyelték, hogy a cső alatti levelek eltávolításával a növényenkénti szemtermés kisebb mértékben csökkent, mint amikor a cső fölötti levelek felét eltávolították. A cső fölötti 100 cm^2 levélfelületre jutó szemtermés szignifikánsan nagyobb volt, mint a cső alatti 100 cm^2 levélfelületre jutó szemtermés.

HASSAN (2000) kísérletében az állománysűrűség növelése (50 és 75 ezer tő/ha) a főcső fölötti levélfelület és más tulajdonságok (csőhossz, csőátmérő, 1000 szemtömeg) csökkenését okozta, ugyanakkor nem volt hatással a növényenkénti és a főcső fölötti levelek számára. Ezzel ellentétes megállapításra jutott BONAPARTE és BRAWN (1976), akik azt tapasztalták, hogy az átlagos levélszám nagyobb volt 30 750 növény/ha esetén (16,1 db), mint 123 020 növény/ha sűrűségben (15,7 db). PARK et al. (1989) megfigyelték, hogy az állománysűrűség növekedésével lineárisan nőtt a növénymagasság, a LAI, a kukorica szártermés, de lineárisan csökkent a csőhossz, a csőtömeg és a csövek száma növényenként. Szerző az optimális állománysűrűséget 65 000 tő/ha-ban határozta meg.

MATHUR et al. (1997) megfigyelései szerint a termesztési körülmények befolyásolták a természetes kapcsolatokat néhány tulajdonság között, ilyen volt a növény- és csőmagasság összefüggése a levelek számával, a levélszám és a csőmagasság összefüggése a szemterméssel.

MODARRES et al. (1998) kísérletében vizsgálta a normál (65 000 növény/ha) és a nagy állománysűrűség (130 000 növény/ha) hatását non-leafy normal stature (NLNS) és leafy reduced stature (LRS) hibridekre. A növénymagasság, az internódium hossz, a csőmagasság és a szem szárazanyag tartalma nagyobb volt az NLNS hibrideknél, miközben a cső fölötti levelek száma nagyobb volt az LRS hibrideknél. A növénymagasság, az internódium hossza, a csőmagasság, a szem szárazanyag tartalma nagyobb volt a sűrűbb állományban, miközben a cső fölötti levelek felülete a normál állománysűrűségben volt a legnagyobb, mind az NLNS, mind az LRS hibrideknél.

3.2.2.2. A levelek száma, felülete és összefüggésük más tulajdonságokkal

A vetéstől az 50 %-os hím- és nővirágzásig eltelt napok száma, a betakarításkori szemnedvesség és a növényenkénti összes, valamint a cső feletti levélszám közötti megbízható, pozitív összefüggésről számolt be KULESHOV (1933), CHASE és NANDA (1967), KOVÁCS (1971), ALLEN et al. (1973), SZUNDY és KOVÁCS (1981). Megállapították, hogy különböző évjáratok eltérő időjárása nem változtatta meg lényegesen ezeket az összefüggéseket.

SEKA és CROSS (1995b) megállapítása szerint a szemtömeg elsődleges terméskomponens a kukoricában, amelyet a xenia és az anyai hatások szabályoznak. Kísérletükben azt vizsgálták, hogy a szemtömeget befolyásoló gének a növény méreteire és agronómiai tulajdonságaira hatnak-e? A hektáronkénti növényszám növelése növelte a növényenkénti levélszámot, csökkentette a levélszélességet. A levélfelület korrelációban volt a szemterméssel (r=0,8). A szem növekedési gének befolyásolták a termést a xenia hatásán keresztül, de főleg a növényben lévő gének által.

LŐRINCZ et al. (1977) négy kukoricahibrid kilenc tulajdonságát vizsgálták faktor-analízissel. Az optimális levélfelület indexet és csőszámot 65 000 növény/ha állománysűrűségben tapasztalták. A fajta hatása kifejezett volt a növénymagasság és a levélszám tekintetében, a levélfelület (LAI=Leaf Area Index) pedig a termésre volt hatással. Hasonló megállapításra jutott ATHAR (1979) is, aki az átlagos levélfelület indexet nagy szemtermésnél, közepes N-koncentráció mellett, közepes állománysűrűségben figyelte meg.

ALLEN et al. (1973), MATHUR et al. (1997) természetes kapcsolatokat állapítottak meg a növényenkénti levélszám és a növény-, csőmagasság, valamint a növényenkénti levélszám, csőmagasság és a szemtermés között. MULEBA (1980), MULEBA et al. (1983) trópusi és mérsékelt égövi hibrideket vizsgáltak két helyen (Zaire, USA). Összehasonlították a fiziológiai forrás-tényezőket (LAI) és az apadás-tényezőket (sink factors), mint például szemszám/levélfelület egységet és a szemtömeget, mint a termést korlátozó képességet. Az eredmények azt jelezték, hogy az apadás mértéke volt a korlátozó (limitáló) faktor a trópusi fajta szemtermésénél. A legnagyobb termésű mérsékelt hibrideknél pedig a forrás-tényező (LAI) volt a korlátozó faktor a szemtermésben. A legnagyobb állománysűrűségben nagymértékű csökkenés következett be a szemszám/m^2 levélfelületben a trópusi fajtáknál és két kisebb hozamú mérsékelt fajtánál. FISCHER et al. (1987) párhuzamos szelekciót folytattak a cső fölötti levélfelület sűrűségének csökkentésére, valamint a címerágszám csökkentésére. Az eredmények azt jelezték, hogy a szelekció az egyik, vagy mindkét tulajdonságra szignifikáns különbségeket eredményezett a címerág számban, a cső fölötti levélsűrűségben (LADAE=Leaf Area Density Above the Ear), a szemtermésben és a harvest-indexben. A korreláció a LADAE és az átlagos, maximális levélszélesség között erősen szignifikáns

volt, jelezve, hogy a szelekció a keskeny levelekre eredményesebb lehet, mint a szelekció a LADAE csökkentésére.

EPHRATH et al. (1994) kísérletében erős pozitív korrelációt tapasztalt a csövek száma és a teljes levélfelület között. LEE (1994) kísérletében erect és horizontális levelű hibrideket vizsgált különböző állománysűrűségekben. Növekvő állománysűrűségekben csökkentek a szemtermés komponenseinek értékei, a horizontális levelű hibrideknél volt nagyobb arányú a csökkenés.

3.2.3. A fajta és az állománysűrűség hatása a címer tulajdonságaira

A kukorica vegetatív fejlődésének befejeződését az jelzi, hogy a szár csúcsmerisztémája elkezdi kialakítani a porzós virágzat (kukoricacímer) kezdeményeit. Ezt követően több levélkezdemény a főszáron nem alakul ki (ANDREJENKO és KUPERMAN 1961).

Kutatók megállapításai szerint a címer elsőrendű elágazásainak száma közepes h^2 értékszámmal (0,46) rendelkező, kvantitatív öröklődésű tulajdonság. Az eredmények azt bizonyították, hogy a több címerá gszám domináns a kevés címerág számhoz képest (MOCK és SCHNETZ 1974, COSMIN et al. 1983). GERALDI et al. (1978) kísérletében a címer tömegének, a címerágak számának és a címer hosszának h^2 értékszáma átlagosan 86,1 %, 45,8 % és 28,8 % volt. A címertömeg és a címerágak száma negatív korrelációban volt a szemterméssel, a címerágak számának volt nagyobb a befolyása. A nemesítők munkáját megkönnyítette, hogy a szelekciót végre lehetett hajtani vizuálisan, a címer eltávolítása nélkül. Hasonló megállapításra jutott FRUNZE és GARBUR (1989), kísérletükben a címertömeg és a címerágak száma szintén negatív korrelációban volt a terméssel, a címerágak száma és a címer hossza a tenyészterülettől függően változott. A címerágak száma, a címer hossza és a pollenprodukció szignifikáns csökkenést mutatott 50 000 növény/ha feletti növekvő állománysűrűségben. A 100 000 növény/ha feletti tőszám már nemcsak a címer méreteiben idézett elő változásokat, de a hímvirágzás is megkésett 3-5 nappal. (MOCK és SCHNETZ 1974, COSMIN et al. 1983). MULEBA et al. (1983) kísérletében a kis címerméret nagy szemterméssel és nagy állománysűrítési toleranciával kapcsolódott.

OBILANA és HALLAUER (1974) kísérletében szoros korrelációt találtak a növény- és csőmagasság, valamint a címermagasság és a címerágak hossza között. GYENESNÉ et al. (2001a, 2002a) kísérleti eredményeik alapján azt a következtetést vonták le, hogy a nagy címerág szám domináns tulajdonság a kevés címerág számmal szemben. A hibridek címerág számának kialakításában a több címerággal rendelkező szülő hatása jutott érvényre. Kísérletükben a tőszám növelése a címerágak számának igazolható csökkenését okozta. A beltenyésztett törzseknél a címerágak száma és az egyedi produkció között negatív volt a korrelációs együttható értéke, a hibrideknél laza összefüggést kaptak.

3.2.4. A kukorica termése és terméselemei

3.2.4.1. A kukorica termésének és terméselemeinek genetikai meghatározottsága

A kukorica gazdasági szempontból fontos értékmérő tulajdonságai a kvantitatív jellegek öröklésmenetét követik, melyek kialakulását rendszerint sok gén (poligén) irányítja. Poligénes hatásnál a legtöbb kvantitatív jellegben megnyilvánuló fenotípusos változékonyságnak viszonylag nagy környezeti és ennek megfelelően kisebb genetikai komponense van.

A kukorica terméselemeinek örökölhetőségi értékszámait (h^2) HALLAUER és MIRANDA (1981) publikálták (*4. táblázat*). Kutatási eredményeik alapján azt tapasztalták, hogy a szemsorszám az a terméskomponens, amelyet a környezeti feltételek a legkevésbé befolyásolnak.

4. táblázat A kukorica terméselemeinek h^2 értékszámai

Tulajdonság	h^2 értékszám (%)
Termés, g	18,7
Tövenkénti csőszám, db	39,0
Csőhossz, cm	38,1
Csőátmérő, cm	36,1
Szemsorszám, db	57,0
Csutkaátmérő, cm	37,0
Szemtömeg, g	41,8
Ezerszemtömeg, g	28,1

(HALLAUER és MIRANDA 1981)

A terméselemek változékonyságának vizsgálatánál két kérdés merül fel (GYENESNÉ 2000a, 2000b). Egyrészt, hogy a különböző terméselemek mennyire befolyásolják a törzsek vagy az egyszeresek termését, másrészt az egyes terméselemek mennyire jellemzik az egyes törzseket és egyszeres keresztezéseket, illetve mennyire állandóak vagy változóak a környezet hatásától függően? VENENI (1974) a terméselemek változékonyságát vizsgálva azt tapasztalta, hogy a csövenkénti szemtömeg a legváltozékonyabb az évek és a fajták tekintetében (CV=16,8-35,4 %), ezt követte a csőhossz (CV=9,2-15,6 %) és a csőátmérő (CV=4,66-8,24 %).

GYENESNÉ et al. (2002b) a terméselemek stabilitásvizsgálata során azt állapították meg, hogy az egyedi csőtermés produkció (CV=9,3-42,4 %), a szemtömeg (CV=17,5-30,0 %), valamint az ezerszemtömeg (CV=11,1-20,3 %) a legváltozékonyabb tulajdonságok közé tartoznak. Közepes változékonyságot tapasztaltak a főcső hosszúságánál (CV=7,1-13,3 %), míg a legállandóbb, a környezet által a legkevésbé befolyásolt terméselemnek a szemsorszám bizonyult (CV=6,6-9,2 %).

3.2.4.2. A termőhely hatása a termésre és a terméselemekre

A terméselemek közül mint legfontosabbakat kiemelhetjük a tövenkénti csőszámot, a szemsorszámot, az ezerszemtömeget, valamint a szem:csutka arányt, vagyis a morzsolási %-ot. KAPÁS (1961) vizsgálatai során arra kereste a választ, hogy a terméselemek közül melyek azok, amelyek leginkább fajtajellemzők, illetve a legváltozékonyabbak. Megállapításai szerint az évek hatása leginkább a tövenkénti csőszám változásában mutatkozott meg, az éveknek jelentős hatása ezenkívül még az ezerszemtömeg alakulására volt. Az egyes éveknek - a helyek és a fajták átlagában - a szemsorszámra és a szem:csutka arányra nem volt befolyásuk. A terméselemek alakulására a helyeknek - a fajták és az évek átlagában - nem volt hatásuk. Véleménye szerint hazánkban az évhatásnak nagyobb jelentősége van, mint a helyhatásnak. PAVLICIC (1974) kísérletében a csőhossz függött a genotípustól és a környezettől, azonban a soronkénti szemek száma variált a legnagyobb mértékben. E tulajdonság a hőmérséklettől és a páratartalomtól erősebben függött, mint a genotípustól. SALAZAR és HALLAUER (1986) tömegszelekciót folytattak a csőhosszra, amelyben a kiindulási fajta az iowa-i hosszú csövű volt. A rövidebb csőre hatásosabb volt a szelekció, mint a hosszabb csőre, ami indirekt, szignifikáns csökkenést okozott a növénymagasságban. Az a szubpopuláció, amelyből a hosszabb csöveket szelektálták ki, nagyobb érzékenységgel reagált a környezeti hatásokra.

MATHUR et al. (1997) azt figyelték meg kísérleteik során, hogy miközben a környezeti feltételek befolyásolták a növény- és csőmagasság kapcsolatát a szemterméssel, addig a terméselemek (szemsorszám, szemszám, csőhossz és ezerszemtömeg) kapcsolata állandó maradt a szemterméssel, azt a környezet a legkisebb mértékben sem módosította.

3.2.4.3. Az állománysűrűség hatása a termésre és a terméselemekre

Hazánkban a köztermesztésben lévő kukoricahibridek száma nagy, a választék bőséges. Éppen ezért nehéz feladat - a nagyszámú hibrid közül - az ökológiai adottságokhoz legjobban adaptálódó fajta kiválasztása (SÁRVÁRI és SZABÓ 1998), majd ezt követően fajtánként a hektáronkénti tőszám meghatározása. A kukorica genetikailag meghatározott sűrítési reakciója ismert (PINTÉR et al. 1994). Sűrűbb állományban több tápanyagot (BOCZ 1992, LAP és BERZSENYI 1993), vizet (MENYHÉRT 1985, BOCZ 1992) és fényt igényelnek a hibridek, mint a ritkább állományban, alapvető a genetikailag meghatározott tápanyag, víz- és fényigény.

GYŐRFFY (1979) szerint az optimálisnál sűrűbb állományban a kukorica nemcsak, hogy kisebb csöveket terem, hanem igen gyakran a tövek meddők lesznek. Ha pedig a szükségesnél nagyobb egy-egy növény tenyészterülete, az így kedvezőbb körülmények közé került

növényegyedek termőképessége szintén nem nő arányosan a tenyészterülettel. Nagy termést a kukoricától csak akkor várhatunk, ha a tenyészterület összhangban van a termést kialakító éghajlati és talajviszonyokkal, és az adott fajta igényeivel. A kukoricacsövek mérete és tömege a hektáronkénti növényszám növelésével, azaz a tenyészterület csökkenésével természetszerűen csökken. Ez a csőnagyság, ill. súlycsökkenés azonban nem arányos a növényszám növekedésével, hanem mérsékeltebb (GYŐRFFY et al. 1965). LOYAL (1960) többéves vizsgálatai szerint egyes években a hibridek közötti terméskülönbségeket minden esetben a második cső okozta. Ugyanez vonatkozik az évek és a tenyészterületek közötti különbségekre is.

BÁLINT (1974) szerint öntözés esetén 100 ezer tő/ha-nál várható a legnagyobb termés. Ezt az állománysűrítést és az árnyékolást jól tűrő hibridekkel lehet elérni (I'só 1969). A tőszám növelésével nőtt a hektáronkénti szemtermés VENENI (1974) kísérletében, de csökkentek a cső méretei. Ugyanakkor CASSANTI (1975) az állománysűrűség növelésével a szemtermés nagyobb arányú csökkenését tapasztalta. Hasonló eredményre jutott KHALIFA et al. (1984), kísérletükben a hektáronkénti tőszám megkétszerezése (35 714) a csövenkénti szemtömeget 72,5-145,5 g-ról 45,0-127,5 g-ra, az ezerszemtömeget 250,0-432,5 g-ról 222,5-422,5 g-ra csökkentette. A tőszám növelése VEZ (1974) eredményei szerint is az ezerszemtömeg és a növényenkénti szemszám csökkenését okozta. Hasonló tendenciát tapasztalt HASSAN (2000) a csőhossz, a csőátmérő, a soronkénti szemek száma és az ezerszemtömeg tekintetében, növekvő állománysűrűség esetén. A termés kialakításában legnagyobb szerepe a csőhossznak, a soronkénti szemek számának, valamint az ezerszemtömegnek volt. Együttes hozzájárulásuk a teljes szemterméshez 84,96, 95,07 és 82,16 % volt.

SOTOMAYOR et al. (1980) kétféle növényszámmal vetette kísérletét (45 000 és 90 000 tő/ha). Megállapította, hogy a termés szignifikánsan nem növekedett a nagyobb állománysűrűségben. LUCAS és REMISON (1984) kísérletében a tőszám nem befolyásolta a szem:csutka arányt, azaz a morzsolási %-ot. GYENESNÉ et al. (2002b) eredményei szerint a hibridek egyedi csőtermés produkciója (az egy növényen termett összes cső tömege) legnagyobb mértékben a tenyészterület nagyságától függött. A tőszám növelésével az egyedi teljesítmény csökkent. Ez egyrészt a főcső méretének csökkenésével magyarázható, másrészt azzal, hogy nagyobb állománysűrűségben (68 880, 94 390 tő/ha) a másodcsövek nem fejlődtek ki. Kísérletükben a szemtömeg:csutkatömeg aránya a genotípusoknál átlagosan 85:15 volt, ezt az arányt sem a termőhely, sem a tőszám, sem az évjárat nem módosította.

3.2.4.4. A termés és a terméselemek összefüggése más tulajdonságokkal

A beltenyésztéses kukoricanemesítés kezdeti szakaszában SHULL (1910) volt az, aki elsőként rámutatott a beltenyésztett törzsek és egyszeres keresztezéseik néhány tulajdonságának kapcsolatára és ennek nemesítési értékére. E felfedezés után sok szerző a fenotípusos tulajdonságok összefüggését, azok átöröklését a szülők és a hibridutódok között korrelációs analízissel vizsgálta (COLLINS 1916, RICHEY 1924, RICHEY és MAYER 1925, JONES és MANGELSDORF 1926, NILSSON-LEISSNER 1927, BROWN 1953, CAMACHO 1962, HERCZEGH 1970, MASON és ZUBER 1976, KOVÁCS 1970, DHAIF 1976, GAMA és HALLAUER 1977). JENKINS (1929) adatai szerint a hibridek szemtermése és szüleik terméselemei közötti összefüggés laza volt. JOHNSON és HAYES (1936), KOZELNICKY (1952), JORREGROZA és HARPSTEAD (1965), NANDA (1966) nem megbízható összefüggésről számoltak be a beltenyésztett szülővonalak és teszter keresztezéseik között a termésben. LENG (1963) megállapította, hogy beltenyésztett vonalaknál semmilyen megbízható összefüggés nem volt a terméselemek, valamint ezek és a szemtermés között. Ugyanakkor a belőlük származó hibrideknél a szemsorszám és a termés között negatív, a soronkénti szemszám és a termés között pedig pozitív, megbízható összefüggést talált.

FREY (1971) szerint a gyakorlati nemesítő számára a terméselemek tanulmányozása nem túl hasznos, mert egyfelől általában a szemtermés és a terméselemek közötti összefüggés nem szignifikáns, másfelől a körülményeknek jelentős hatása van ezekre a korrelációkra.

GAMA és HALLAUER (1977) tanulmányozta 160 S_7 törzs és 320 kétvonalas hibridje tulajdonságainak összefüggését. Azonos tulajdonságok esetén az összefüggés általában laza volt, néhány esetben megbízható pl. a csőmagasságnál, és a hímvirágzásig eltelt napok számánál. A szerzők megállapították azt is, hogy a beltenyésztett törzsek és hibridjeik termése közötti korrelációs koefficiens nagyon kicsi volt és nem szignifikáns. Ennek alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a morfológiai tulajdonságokra szelektált beltenyésztett vonalakból nem mindig sikerül előállítani jó termőképességű hibrideket.

Az előbbi megállapításokkal ellentétes következtetések is találhatók az irodalomban. Sok szerző azt hangsúlyozza, hogy a termésre, valamint a terméselemekre történő szelekció hasznos lehetne a beltenyésztett törzsek előállítása során. Különösen abban az esetben, amikor az általános kombinálódó képességre nemesítenek a termésben, valamint a terméselemekben.

OBILANA és HALLAUER (1974) vizsgálta a BSSS szintetikus populációból származó 247 S_6 vonal különböző tulajdonságainak összefüggéseit. Megállapították, hogy a termés és a koraisági tulajdonságok közötti összefüggés általában laza volt. Ugyanakkor a termés és a terméselemek között az esetek többségében szoros összefüggést találtak. A legszorosabb összefüggés a termés és a szemhosszúság között volt (0,76). A beltenyésztett vonalak szemtermése és a szemsorszám között

0,56, a szemtermés és a csőhosszúság közt 0,58, míg a szemtermés és a csőátmérő közt 0,62, közepes, pozitív volt a korrelációs együttható értéke.

SPRAGUE és EBERHART (1977) több kutató és saját eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a beltenyésztett vonalakon belül pozitív, szignifikáns összefüggések találhatók a termés és a növénymagasság, a csőhosszúság, a csőátmérő, valamint a növényenkénti csőszám között. Ugyanakkor megbízható, de negatív összefüggést találtak a szemtermés és a nővirágzásig eltelt napok száma, valamint a betakarításkori szemnedvesség között. A szerzők szignifikáns, pozitív összefüggésekről számoltak be a hibrideken belül a termés és a csőhosszúság, a csőátmérő, valamint a növényenkénti csőszám között. SZUNDY (1981) a különböző heterozigóta szintű anyákon előállított hibridpopulációkban is megbízható összefüggésről számolt be a szemtermés és a csőhossz, a soronkénti szemszám, valamint az ezerszemtömeg között.

CARLONE és RUSSEL (1987) kísérletében a csőhossz volt az a terméskomponens, amely a legerősebben korrelált a terméssel. CORTEZ-MENDOZA és HALLAUER (1979) eredményei szerint a csőhossz növelésére irányuló szelekciót nem kísérte növényenkénti szemtermés növekedés, viszont a csőhossz csökkentésére irányuló szelekció a szemtermés szignifikáns csökkenését vonta maga után. KABIR (1988) megbízható összefüggésről számolt be a betakarításkori szemnedvesség és a virágzásig eltelt napok száma, a csőátmérő, valamint a csőhossz között a vizsgált vonalakban.

MCKEE et al. (1974) 120 hibridet vizsgáltak különböző éréskategóriákban, különböző helyeken. Azt találták, hogy a szemtermés összefügg a növénymagassággal. ATHAR és MOHAMMAD (1979) a növénymagasság, a csőmagasság, az 1000 szemtömeg és a szemtermés között pozitív korrelációt számított ki. KAMEL et al. (1979) kísérletében a korai vetésidő optimális volt a legtöbb tulajdonság, többek között a növénymagasság tekintetében. Szignifikáns, pozitív korrelációt találtak a növénymagasság és a szemtermés között. DIEM és DOLINKA (1985) arra a következtetésre jutott, hogy a vizsgált hibrideknél a szemtermés szoros kapcsolatban volt a növény- és csőmagassággal.

XU (1986) 40 kukorica hibridnél vizsgálta többszörös korreláció és path-analízis segítségével bizonyos tulajdonságok összefüggését. Megállapította, hogy a növénymagasság, a csőhossz, a csővastagság, a szemsorszám, a soronkénti szemszám és az ezerszemtömeg 92,8 %-ban meghatározták az egyedi produktivitás variációját. Az egyedi produktivitás a csővastagsággal volt a legszorosabb korrelációban (0,84). A soronkénti szemszámmal a korrelációs együttható értéke szintén jelentős volt (0,53). Ugyanakkor a szemsorszám és az egyedi produkció között negatív volt az együttható értéke (–0,52), jelezve, hogy a csövenkénti szemsorszám növekedése az egyedi produkció csökkenéséhez vezethet. A növénymagasság összefüggése az egyedi produkcióval 0,47

volt. ONN (1989) szignifikáns korrelációt mutatott ki a termés és a csőtömeg, a termés és a csőhossz, valamint a termés és a növénymagasság között.

TROYER (1990) koraiságra szelektált háromféle állománysűrűségben. A korai virágzásra történő szelekció - négy cikluson keresztül - átlagosan 0,8 nappal rövidítette meg a virágzásig eltelt napok számát, 10 g/kg-mal kisebb lett a szemnedvesség, 4 cm-rel csökkent a növénymagasság, 2,7 cm-rel a csőmagasság, 0,2 nappal rövidült a bibe késése, 0,15 t/ha-ral (3%) kisebb lett a szemtermés és 4 %-kal kevesebb lett a törött szár. A szemtermésben megfigyelhető csökkenést a növényi méretek csökkenésével magyarázták (r=0,98), amit valószínűleg a csökkent fotoszintetikus kapacitás idézett elő.

HEGYI et al. (2003a) kísérletében a főcső fölötti asszimilációs levélfelület pozitív, közepes korrelációban volt az egy növényre jutó csőtömeggel, a korrelációs együtthető értéke 0,68 volt. A növénymagasság és az egy növényre jutó csőtömeg között az összefüggés pozitív és szoros volt (0,802).

3.3. A kukorica szemtermésének fehérje- és olajtartalma

3.3.1. A szemtermés fehérje- és olajtartalmának genetikai meghatározottsága

A kukoricahibridek megválasztásánál a minőségi paraméterek ma még nem játszanak fontos szerepet. A különböző felhasználási célok mégis indokolják a hibridek beltartalmi jellemzőinek és az agrotechnikai tényezők minőséget befolyásoló hatásának ismeretét. Az újabb és újabb hibridek köztermesztésbe vonása pedig igényli az ezirányú vizsgálatok folyamatosságát.

A hazánkban termesztett abraktakarmányok közül a kukoricának van a legnagyobb keményítőértéke és a legkisebb nyersfehérje tartalma (GUNDEL 1985). A megtermelt kukoricának közel 70 %-a takarmányként hasznosul, ami az összes takarmánygabona 65-70 %-a. Nem elhanyagolható az a mennyiség sem, amelyet az ipar használ fel. A világpiacon legnagyobb mennyiségben forgalmazott sárga, lófogú kukoricaszem kémiai összetételét az *5. táblázat* mutatja be.

5. táblázat A szemeskukorica kémiai összetétele (Yellow No. 2 szabvány)

Összetevő	Átlag (%)	Szélső értékek (%)
Szárazanyag	89	87,0 - 91,0
Keményítő	72	64,0 - 78,0
Fehérje	10	9,3 - 10,7
Olaj	4,4	4,0 - 4,8
Nyers rost	2,2	2,1 - 2,3
Hamu	1,2	0,9 - 1,5

(INGLETT 1970)

A kukoricaszem keményítőtartalma az endospermiumban halmozódik fel, itt található a szem összes fehérjetartalmának 80 %-a is. Már a XIX. században kimutatták, hogy az összes fehérjetartalom 40 %-át a zein alkotja, amely gyenge minőségű fehérje, mivel nem tartalmaz triptofánt és lizint, mely aminosavak az állati takarmányozásban nélkülözhetetlenek (GYŐRFFY és I'SÓ 1970). Azonkívül, ha a kukoricában több a fehérje, akkor annak nagyobb %-a zein, vagyis gyengébb minőségű protein (MYBURGH 1946). DOBBINS et al. (1950) megállapították, hogy az a fehérje, amelyből a kukoricaszem kevesebbet tartalmaz nagyobb biológiai értéket képvisel (pl. lizin)

A kukoricaolaj hasznos melléktermék a keményítőgyártásnak és a magas energiaértékű állati takarmány alkotó eleme. Elsősorban a szem csírájában található. A kukoricacsíra a szemnek

kb. 10 %-a. A csíra 35 %-a olaj, ez a szemben található olaj 84 %-a. A héj és az endospermium olajtartalma kisebb 1,3-2,3 %, illetve 1,0-1,3 % (EARLE et al. 1946). A csíra fehérjetartalma 20 %, ez a szem összes fehérjetartalmának csupán egyötöde, viszont értékesebb, mint az endospermiumban lévő (MITCHELL és BEADLES 1944) (*6. táblázat*).

6. táblázat A kukorica csíra és az endospermium fehérjeösszetétele

Fehérjefrakció	Csíra %	Endospermium %
Albumin	0,9	1,9
Globulin	39,4	26,3
Glutelin	54,0	28,0
Zein (prolamin)	5,7	43,8

(GECZKY 1987)

A csíraarány növelése kedvező hatással van az értékesebb fehérjefrakciók arányának növelésére, ugyanakkor a szem olajtartalma is nagyobb lesz (EARLE et al. 1946, SPRAGUE és BRIMHALL 1949). SCHNEIDER et al. (1952) megállapították, hogy a nagy olajtartalmú kukorica nagyobb biológiai értékkel bír, mint az alacsony. A nagy olajtartalom értékét az adja, hogy energiaértéke közel 2,5-szerese a keményítőének.

A kukoricaszem fizikai jellemzői az ezerszemtömeg, a sűrűség, a héj-csíra-endospermium aránya, a keménység és az üvegesség. Azonos víztartalommal a szem sűrűsége és a szem fehérjetartalma között pozitív, a sűrűség és az olajtartalom között negatív összefüggés van. A sűrűség a szemtípus szerint változik. A sima szemű (flint) szemtípusok sűrűsége nagyobb, következésképpen a fehérjetartalmuk is nagyobb, a lófogú típusoké kisebb (KISS Iné és MENYHÉRT 1985).

A kukorica - tápértékének javítása érdekében - elsősorban fehérje- és olajtartalmának gyarapítására, valamint a fehérje minőségének módosítására szorul. A szántóföldi termesztésben a területegységre eső nagy kukoricatermések rendszerint kisebb arányban tartalmaznak fehérjéket. Viszont azok a fajták, amelyek 12 %-nál több fehérjét tartalmaznak általában kisebb termést hoznak (SPRAGUE 1955).

A kukorica fehérje- és olajtartalmának kutatása több mint száz évet ölel fel. A kukoricaszem kémiai összetételének megváltoztatását kiválogatással HOPKINS (1899) kezdte meg. A *Burr White* lófogú kukoricafajtát vizsgálta, és megállapította a kémiai összetevők egyedi változékonyságát. Az általa vizsgált 50 kukoricacsőben a nyersfehérje tartalom 8,35-13,88 % szélső értékek között változott, átlagosan 10,95 % volt. A mintacsövek olajtartalma 3,95-6,02 %, átlagosan

4,73 % volt. HAYES és GARBER (1919), EAST és JONES (1920), HAYES (1922) olyan beltenyésztett törzseket izoláltak, amelyek 15-18 % nyersfehérjét tartalmaztak.

HUNTER 1947-ben tette közzé adatait, melyek szerint a kukorica átlagos fehérjetartalma 10 év alatt 9,5 %-ról 8,5 %-ra csökkent. Ez az 1 %-os csökkenés véleménye szerint két és negyed-millió tonna szójaliszttel egyenértékű károsodást jelentett, ami egy országnak súlyos gazdasági veszteséget jelent. Ez a körülmény a meglévő hibridek vizsgálatára ösztönözte a kutatókat. Ennek során 579 gyakorlatban bevezetett illinois-i hibrid beltartalmi elemzését végezték el. A hibridek fehérjetartalma 7,85-12,45 % között változott. Ez a vizsgálat önmagában kevésnek bizonyult a fehérjetartalom fokozására, ezért elkezdődött a több évtizedig tartó szelekció. Az illinois-i Állami Egyetemen végzett nemesítői munka eredményeként 76 ciklus után az eredeti fajta 12 %-os fehérjetartalmát 26 %-ra, olajtartalmát 85 ciklus alatt 4,4 %-ról 22 %-ra sikerült növelni (WOODWORTH és JUGENHEIMER 1949, WOODWORTH et al. 1952, LENG 1962, DUDLEY 1973, 1974).

A fajtákban tapasztalt eltérő fehérjetartalom, a környezeti tényezők hatására jelentkező nagyfokú variabilitás az öröklődési viszonyok tanulmányozását sürgették. EAST és JONES (1920) nagyszámú keresztezés alapján kezdte vizsgálni a fehérjetartalom öröklődését. A munkát FREY (1949) folytatta. Két kukoricakeresztezésben tanulmányozta a fehérje, és az egyes fehérje alkotórészek öröklődését (*7. táblázat*). Az egyikben a szülők az illinois-i nagy és kis fehérjetartalmú törzsek voltak, a másikban a Hy és a 198 vonalak szerepeltek (IHP, ILP, Hy*J198).

7. táblázat A fehérje- és olajtartalom alakulása különböző kukorica populációkban

Populáció	Fehérje	Olaj
	%	
P_1	17,2	7,2
P_2	7,2	2,1
F_1	6,6	1,7
F_2	9,6	3,3
B_{c1}	11,2	4,3
B_{c2}	6,8	1,9

(FREY 1949)

P_1 =IHP; P_2 =ILP; F_1, F_2 =IHP*ILP; B_{c1} = F_1* IHP; B_{c2} = F_1*ILP

A két kombináció vizsgálata alapján arra a következtetésre jutott, hogy a kis fehérjetartalom dominál a nagy felett. Ez nemesítési szempontból azt jelenti, hogy legalább két nagy fehérjetartalmú vonal szükséges ahhoz, hogy nagyobb fehérjearányú hibridet állítsunk elő. A vizsgált keresztezések adataiból megállapította a fehérjetartalmat meghatározó gének számát is.

Számításai szerint a fehérjetartalmat 22 gén határozza meg. Ezek közül valószínűleg kevés számú főgén és nagyszámú módosító gén vesz részt a tulajdonság kialakításában. A fehérjetartalom örökölhetőségi értékszáma LAMBERT et al. (1974) becslése szerint 0,67.

STUDENT (1934) kalkulációja szerint a nagy olajtartalom öröklődésében legalább 20-40 gén, esetleg 200-400 gén vehet részt. SPRAGUE és BRIMHALL (1949) kísérletük folyamán bizonyos hibrideknél megállapították az alacsony olajtartalom részleges dominanciáját, másoknál az öröklésmenet intermedier volt, míg találtak olyan hibridet is, ahol bizonyos jelek a nagy olajtartalom dominanciáját mutatták. HALLAUER és MIRANDA (1981) szerint a kukorica olajtartalmának h^2 értékszáma 0,77.

3.3.2. A termőhely hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

A vizsgált beltartalmi paramétereknél hosszantartó kiválogatás után is megmarad a változékonyság. Ennek okainak feltárása a genetikai és a környezeti variancia meghatározását igényelte. Az első vizsgálatokkal arra keresték a választ, hogy a fajták fehérjetartalma termőhelyenként és évjáratonként milyen ingadozást mutat. A *National Research Council* vizsgálatának részletes adatai nagy különbségeket tártak fel a kukorica fehérjetartalmát tekintve az USA különböző tájövezetei között (SPRAGUE 1955). A középnyugati államokban a kukorica nyersfehérje tartalma 8,84 % volt, a déli államokban mért 8,54 %-kal szemben. Némi különbség az olajtartalomban is adódott, azonban csak részben estek egybe a földrajzi tájakkal. GENTER et al. (1956) Virginia államban, öt termőhelyen, három hibridben vizsgálták meg a szemek fehérjetartalmát 1948-1949-ben. A három hibrid átlagosan 11,2; 9,7 és 10,4 % fehérjetartalommal rendelkezett. A termőhelyenkénti maximális eltérés 3,7; 3,3 és 2,7 %, az évjáratonkénti 1,2; 0,8 és 0,4 %-os volt. JUGENHEIMER (1950) azt tapasztalta kísérletei során, hogy a nagy olajtartalom megnyilvánulását a környezet nem befolyásolta olyan mértékben, mint a nagy fehérjetartalmat. Az olajtartalom és a terméshozam között negatív összefüggést talált, de nem olyan erőset, mint a fehérjetartalom és a termés között.

8. táblázat A termőhely hatása kukoricatörzsek és hibridjeik nyersfehérje tartalmára (%)

Termőhely	Mpf	Mpf x Fk	Fk
Bodorfa	9,5	7,4	8,1
Kecskemét	10,0	10,6	9,3
Nagykálló	9,7	8,6	8,5
Tordas	9,5	8,7	7,9

(BÁLINT és KOVÁCS 1956)

Hazai fajtákban a fehérjetartalom termőhelyenkénti változásáról elsőnek BÁLINT és KOVÁCS (1956) közölt adatokat. A fajták közötti különbség 2,6-4,3 %, míg a termőhely okozta maximális eltérés 2,4-5,5 % volt (*8. táblázat*). A szerzők foglalkoztak a kukorica fehérjetartalmának öröklődési viszonyaival is, mely a környezeti tényezők (termőhely, agrotechnika, ökológiai viszonyok) hatására nagyfokú variabilitást mutatott (BÁLINT et al. 1958). A genotípus és a termőhely interakció hatott a fehérje- és az olajtartalom alakulására RUTZ et al. (1978) kísérletében is.

A fehérje- és olajtartalom genetikai eredetű változékonysága és a környezeti feltételektől való erős függősége arra ösztönözte a kutatókat, hogy agrotechnikai eljárásokkal javítsák a beltartalmi paraméterek arányát. HAMILTON et al. (1951) megállapították, hogy a közepesen termékeny talajról származó szem mérete 26 %-kal elmaradt a trágyázott talajról származótól, a csíra a szemben 17 %-kal kisebb teret foglalt el a normálhoz képest. A nem trágyázott parcelláról származó szemtermésben a foszfor, az olaj és a fehérje aránya egyaránt alatta maradt a normál szemének.

A növények táplálkozása szempontjából az egyik kérdés, hogyan és milyen mértékben lehet céltudatos tápanyagellátással befolyásolni a szerves és a szervetlen anyagok képződését. Gödöllői kemizálási tartamkísérletben a műtrágyák évenkénti alkalmazása nagyobb mértékben növelte a nyersfehérje tartalmat, mint a nagy dózisban, több évre, előre kiadott mennyiség. Az évjárat hatása hat-hétszer, az alkalmazásmódé háromszor nagyobb volt, mint a hatóanyag szinteké. Mindezeket is figyelembe véve KOVÁCS (1994) szerint a környezeti tényezők és a növények örökletes tulajdonságai befolyásolják a szem kémiai összetételének kialakulását, a műtrágyázás hatása a kémiai összetétel megváltoztatására általában korlátozott. ÁRENDÁS et al. (2003) azt tapasztalták, hogy igazolhatóan nőtt a nyersfehérje koncentráció a N-trágyák hatására azokban a hibridekben, amelyek foszforral, illetve foszforral és káliummal megfelelően ellátott talajon fejlődtek.

VENENI (1971) összefüggést állapított meg a kukoricaszemek olajtartalma és a klimatikus körülmények között. Az átlagos hőmérséklet alatt csökkent a szemek olajtartalma. JAHN-DEESBACH és MACHEMER (1976), COSMIN et al. (1983) szerint a korai hibridek olajtartalma többnyire nagyobb volt, mint a későn érőké. Erre a jelenségre magyarázatul szolgálhat az is, hogy a korai hibridek szemtípusa többnyire flint, vagy semi-dent.

3.3.3. Az állománysűrűség hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

A fehérjetartalom nemcsak a genotípus és a termőhely függvénye, de nagymértékben befolyásolja a tenyészterület nagysága is (EKE et al. 1984). Az állománysűrűség hatását a kukoricaszemek aminosavösszetételére GYŐRFFY (1958) is vizsgálta. Megállapította, hogy a nagyobb állománysűrűség következtében jelentkező fehérjetartalom mennyiségi csökkenése N-műtrágyázással ellensúlyozható.

Az állománysűrítés hatását vizsgálta a termésre és a beltartalomra ZSCHEISCHLER és HEPTING (1974). 70-90 ezer növény/ha állományból származó mintákat hasonlított össze. Amíg az állománysűrítéssel a termés szignifikánsan nőtt, addig a fehérjetartalom szignifikánsan csökkent. A legkorábbi hibridnél kapták a legnagyobb fehérje- és olajtartalmat (11,8 %, 5,5 %), ami azonban nem járt együtt a legnagyobb ezerszemtömeggel.

CLONINGER et al. (1975) háromféle állománysűrítésben (40, 60, 80 ezer tő/ha), három betakarítási időt (október 1., november 1., december 1.) alkalmazva vizsgálták a szem minőségére ható tényezőket. Eredményeik szerint az átlagos fehérjetartalmat nem befolyásolták a betakarítási időpontok, de 10,2 %-ról 10,0 %-ra csökkent a fehérjetartalom a nagyobb állománysűrítésben. Az olajtartalom a betakarítási időtől függően 3,80-3,68 % volt, a késői betakarításkor csökkent.

Növényszám kísérletben PROKSZÁNÉ és HARMATI (1988) a fehérje- és olajtartalom vonatkozásában a legjobb eredményeket a 40 ezer tő/ha sűrítésből származó mintáknál kapták. Eredményeik szerint, az általuk vizsgált N-szinteken, csapadékos évjáratban alacsonyabb volt a kukoricahibridek fehérjetartalma, mint száraz években (PROKSZÁNÉ et al. 1995). GYENESNÉ et al. (2001b, 2002a) hasonló eredményekről számoltak be. Tág térállásban (51 ezer tő/ha) volt legnagyobb a hibridek fehérje- és olajtartalma, ami a tőszám növelésével igazolhatóan csökkent.

3.3.4. A fehérje- és olajtartalom összefüggése a terméssel és az ezerszemtömeggel

FREY (1949) megállapította, hogy az egy növényre eső szemtermés negatív korrelációban áll a fehérjetartalommal. JUGENHEIMER (1959) 145 standard vonal fehérjetartalmának elemzését végezte el, meghatározta az ezerszemtömeget is. A vizsgált paraméterek közötti kapcsolat 0,243 korrelációs együtthatóval volt jellemezhető, de a laza összefüggések miatt korrelációtörő variánsokat is nagy számban kapott. Hasonló eredményre jutott BREJ (1970), aki az ezerszemtömeg és a fehérjetartalom között szintén laza (r = 0,31) összefüggést talált.

BÁLINT (1977) megállapítása szerint az ezerszemtömeg változás nemcsak a termés mennyiségére van hatással, de a beltartalmi tulajdonságokra is. Az ezerszemtömeg nagyságára klimatikus és biotikus faktorok egyaránt hatnak. Zártabb növényállományban kisebb csövek

fejlődnek, a túlzott állománysűrítés miatt lecsökken az ezerszemtömeg és relatíve megnő a szemek fehérjetartalma. PÁSZTOR et al. (1998) debreceni hibridek, valamint szülőtörzseik beltartalmi tulajdonságai és az ezerszemtömeg közötti kapcsolatot vizsgálva jutottak arra a következtetésre, hogy az ezerszemtömeg gyarapodásával a keményítő és az olajtartalom is növekszik. MILLER és BRIMHALL (1951) adatai szerint 2,8-8,0 % olajtartalom esetén nincs számottevő összefüggés az olajszázalék és a termés között.

3.3.5. A szülők-utódok közötti kapcsolat a fehérje- és olajtartalom tekintetében

A kukoricának csak szénhidráttermelő növényként való értékelése lényegesen megváltozott, amikor MERTZ et al. (1964) kimutatták, hogy az o_2 mutánsban a glutelinarány lényegesen megnőtt a zein terhére. Világviszonylatban elsőnek oldották meg az opaque-2 (o_2) mutánsok indukált előállítását a kukoricában BÁLINT et al. (1970), MENYHÉRT és KOVÁCSNÉ (1970).

9. táblázat A szülők és az utódok átlagos fehérje- és olajtartalma, valamint a heterózis mértéke a vizsgált tulajdonságoknál

Genotípusok	Fehérje %		Olaj %		Heterózis %			
					fehérje		olaj	
	o_2	normal	o_2	normal	o_2	normal	o_2	normal
Szülők átlaga	12,66	11,72	3,11	3,41	-	-	-	--
Utódok átlaga	9,94	10,85	3,28	3,44	-	-	-	-
Főátlag	10,72	11,10	3,23	3,43	-20,70	-7,40	6,80	2,84

(GUPTA et al. 1975)

Martonvásáron GUPTA et al. (1975) diallél keresztezésben vizsgálták opaque és az analóg normál kukoricahibridek morfológiai tulajdonságait, a termést és a fontos terméskomponenseket (*9. táblázat*). Az o_2 genotípusok fehérjetartalma átlagban 10,72 %, a normál típusoké 11,10 % volt. Ugyanilyen sorrendben az olajtartalmuk 3,23, ill. 3,43 % volt. Az o_2 beltenyésztett törzsek átlagos fehérjetartalma nagyobb volt (12,66 %), mint az analóg normál vonalaké (11,72 %). Ugyanakkor az egyszeres keresztezésű hibridjeik fehérjetartalma elmaradt (9,94 %) a normál hibridekétől (10,85 %). Sem az o_2, sem a normál hibridek nem múlták felül a szülői átlagot. Az o_2 hibridek olajtartalma kisebb volt (3,28 %), mint a normál hibrideké (3,44 %), viszont a szülők átlagához képest a heterózis nagyobb mértékű volt az o_2 (6,80 %), mint a normál hibrideknél (2,84 %).

3.4. Reciprok hatások az egyszeres keresztezésekben

A köztermesztésben lévő hibridek egyszeres és kettős keresztezéseinek nagyüzemi előállításakor előfordulhat, hogy a szülőtörzsek eredeti sorrendjét meg kell változtatni. A hibrid kukorica nemesítés gyakorlatában ismert esetek, amikor a szülőtörzs, szülőtörzsek vagy szülői egyszeres keresztezések helyének megváltoztatásával nemcsak a szem színében és alakjában, hanem a hibrid koraiságában, a termőképesség és más fontos tulajdonságok tekintetében lényeges változások következnek be (KOVÁCS 1963). A szülők felcserélését indokolhatja az is, hogy az egyes vonalak plazmaállománya sem egyformán játszik szerepet az agronómiai tulajdonságok kialakításában. A szülők szerepének felcserélésével adott esetben megoldható a gazdaságosabb vetőmagelőállítás (NAGY 1982).

A kukoricanemesítés korai szakaszában amerikai kukoricanemesítők megállapították, hogy az egyenes és a reciprok keresztezések azonos értékűek, különbségek nem mutathatók ki köztük (SCHULL 1910, EAST és HAYES 1912). WILLIAMS és WELTON (1915) munkájukban idézik SHULL (1910) megállapítását, mely szerint két beltenyésztett törzzsel előállított egyszeres keresztezés (egyenes és reciprok) a termőképesség és a legfontosabb tulajdonságok tekintetében egyenlőek. Nem sokkal később viszont JONES (1918) arról számolt be, hogy az egyenes és a reciprok keresztezéseknél részleges anyai hatás mutatkozott.

RICHEY (1920) fajtahibridek és egyszeres keresztezések vizsgálata során teljes és megbízható anyai hatást mutatott ki. ROSSMANN és STANIFORTH (1949) a fagy hatását vizsgálták különböző nedvességtartalommal betakarított beltenyésztett törzsekre és hibridekre. Kísérleteik során arra a következtetésre jutottak, hogy a hidegtűrő képességet - bár az apai szülő is befolyásolta -, de azt alapvetően az anya határozta meg. Hasonló eredményről számolt be PAVLOV (1951) és több más kutató is. BAUMAN (1950) kísérleteiben kimutatta az anyai hatást a kezdeti fejlődésre (early vigor), a nővirágzás idejére, a növény- és csőmagasságra, a csőhosszra és a termés alakulására. FLEMING et al. (1960) négyvonalas hibrideken vizsgálta a citoplazma hatását. A növény- és csőmagasság vizsgálata során megbízható különbségeket talált (P=5 %-os szinten) az egyenes és a reciprok keresztezések között. A legtöbb esetben a hibrid a citoplazmát adó anyai szülő fenotípusát tükrözte. A csőmagasság vonatkozásában kapott kivételek alapján azonban szerző azt a következtetést is levonta, hogy az anyaként használt vonal „per se” értékeléséből nem mindig lehet következtetni a hibrid adott tulajdonságára.

KOVÁCS (1963) az egyenes és a reciprok anyai egyszeres keresztezésekből előállított *Martonvásári 1* és *Martonvásári 1/A* hibridekről négy év kísérleti eredményei alapján megállapította, hogy termőképességük megegyezett.

Földrajzilag eltérő helyekről származó fajták hibridjeinek F_1 nemzedékét és BC származékait tanulmányozta BHAT és DHAWAN (1969). A növény- és csőmagasságra szignifikáns citoplazma hatást mutattak ki. Megállapították azt is, hogy a citoplazma hatásának kifejezésre jutását az évjárati különbségek jelentős mértékben befolyásolták. A kapott eredmények értelmezésére egy hipotézist dolgoztak ki, mely szerint a vizsgált tulajdonságok kettős kontroll alatt állnak, a sejtmag génjeinek és a citoplazmának az ellenőrzése alatt. Feltételezték, hogy a citoplazma hatása csak a plazmon szenzitív gének egy bizonyos küszöbénél érvényesül. Ha citoplazma hatás jelentkezik az F_1-ben és eltűnik a BC (back cross) generációban, ez azoknak a géneknek a következménye lehet, melyeket bevittek a BC-vel a hibridbe.

GARWOOD et al. (1970) a citoplazma hatását vizsgálták az olajtartalomra, a zsírsavakra, a növény- és csőmagasságra hét beltenyésztett vonal egyenes és reciprok keresztezéseiben. Fenti tulajdonságokra néhány hibridnél citoplazma hatást figyeltek meg. A meglehetősen kis különbségek miatt a szerzők úgy ítélték meg, hogy a citoplazma hatását a vizsgált tulajdonságokra nem lehet kizárni, azonban széleskörűen nem felhasználható hatás.

Tíz fajta minden lehetséges kombinációjában, két különböző helyen vizsgálta a citoplazma hatását KALSY és SHARMA (1971). Az egyik kísérleti helyen 7, a másikon 3 kombinációnál találtak különbséget az egyenes és reciprok keresztezések között a növénymagasságban. A csőmagasságban egyik helyen 8, a másik helyen 7 esetben volt különbség. A szerzők azt is megfigyelték, hogy 3 fajta - melyeknek kromoszómáin kevesebb volt a knobok száma - jelentősebb citoplazma hatást mutatott. Néhány citoplazma vagy sokkal aktívabb volt a citoplazma hatás kiváltásában, vagy gyakrabban lépett interakcióba a sejtmag genetikai anyagával.

Nagyon különböző fehérjetartalmú beltenyésztett vonalakból képzett reciprok keresztezéseket vizsgáltak négy helyen POLLMER et al. (1979). Nem szignifikáns, reciprok különbségeket figyeltek meg a fehérjetartalomban és a kezdeti fejlődésben (early vigor). A szemtömegben, a cső szárazanyag tartalmában, a növény- és csőmagasságban a reciprok különbségek szignifikánsak voltak. Minden vizsgált tulajdonságnál a reciprok és a környezet interakció statisztikailag igazolható volt.

NAGY (1982) eltérő tenyészidejű törzsek egyszeres keresztezéseinél négy tulajdonságot vizsgált (75 %-os címervirágzásig eltelt napok száma, betakarításkori szemnedvesség %, betakarításkori szárszilárdsági hiba %, növényenkénti száraz szemtermés g/növény). Szignifikáns plazmahatást csak egy törzs esetén talált az egy növényre eső száraz szemtermés vonatkozásában. Véleménye szerint az anyai hatás legfeljebb virágzásig mutatható ki. A növényenkénti szemtermést tekintve a korai anyán előállított keresztezés heterózistöbblete a kedvezőbb plazma-gén kapcsolatnak köszönhető.

NAGY (1985) 14 korai SC hibrid és azok reciprok változatainál vizsgálta a levélszámot, a csőmagasságot, a csőhosszúságot, a csutkatömeget, a szemsorszámot, a csőtömeget, a szemtömeget, az ezerszemtömeget, a morzsolási %-ot és az olajtartalmat. Az összehasonlított adatpárok negyed részénél P=5%, vagy azt meghaladó szinten megbízható eltérést tudott kimutatni. Két tulajdonságnál (levélszám, csutkatömeg) az apai szülő nagyobb gyakorisággal határozta meg az F_1 generáció értékét. A morzsolási %-ra vonatkozó megfigyelések nem adtak egyértelmű eredményt. A vizsgált tulajdonságok többségénél (csőmagasság, csőhosszúság, szemsorszám, csőtömeg, szemtömeg, ezerszemtömeg, olajtartalom) az anyai szülő nagyobb befolyását lehetett bizonyítani.

LETCHWORTH és LAMBERT (1998) 12 kukorica hibrid és a beltenyésztett vonalak beltartalmi paramétereit vizsgálta. A reciprok keresztezéseket kiértékelve egy erős anyai hatás mutatkozott a fehérjetartalomban, ugyanakkor a pollen hatás nem volt megfigyelhető. A hibridek között szignifikáns különbségek mutatkoztak olajtartalomban is, ami szintén az anyai hatást jelezte.

HEGYI et al. (2003b) 12 egyenes és 12 reciprok hibridet hasonlítottak össze különböző tulajdonságok alapján. A megbízható eltérések előfordulásának gyakorisága szempontjából a 11 vizsgált tulajdonság közül ki kell emelni a növény- és főcsőmagasságot, a szemtömeget és az ezerszemtömeget. Néhány hibridpárnál szignifikáns különbségek voltak a fehérjetartalomban, míg olajtartalom tekintetében az egyenes és a reciprok hibridek között statisztikailag igazolható eltérés nem volt. A többváltozós módszerrel elkészített dendrogram alapján megállapítható volt, hogy minden hibridpár közös clusterbe került. A hibridpároknál vizsgálták a heterózist a szülőkhöz képest. A növényi tulajdonságokban és a terméselemekben a heterózis jelentős volt, az egyenes és a reciprok hibrideknél azonos mértékű. A vizsgált beltartalmi tulajdonságoknál nem mutatkozott heterózis, a hibrid utódok nem érték el a szülők átlagát. Mind az egyenes, mind a reciprok hibrideknél ugyanezt a jelenséget figyelték meg.

3.5. Többváltozós statisztikai módszerek alkalmazása kísérleti adatok értékelésére

A többváltozós statisztikai módszerek lehetővé teszik olyan mintasorozatok öszehasonlítását, amelyek variabilitása több ok következményének tekinthető (SOUTHWOOD 1984). Geometriailag is jól áttekinthetőek, ábrázolásuk nagy segítséget nyújt az eredmények helyes értelmezéséhez és megítéléséhez (SVÁB 1979, CASTANON 1998a, 1998b). A szakirodalomban számos publikáció található, amelyekben kukoricahibrideket ilyen módon értékeltek, akár a citoplazma hatások eldöntésére (SEKA és CROSS 1995a), hibridek közötti genetikai távolság becslésére (BANCHERO et al. 2000, MELO et al. 2001), illetve kvantitatív tulajdonságok korrelációs struktúrájának kimutatására (KE 1987, LETAL et al. 1997, HEGYI 2003c).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérletekben vizsgált genotípusok

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének kukorica tenyészkertjében, 1996-ban hét beltenyésztett kukorica törzzsel tizenkét hibridet állítottunk elő, valamint ezek reciprok változatait is. A vizsgálatokhoz olyan martonvásári nemesítésű alapanyagokat választottunk, amelyek részben új törzsek voltak, illetve olyanokat is, amelyek szülői komponensként már szerepeltek államilag elismert hibridekben. A kísérleti anyag kiválasztásánál az is szempont volt, hogy közel azonos virágzási idővel rendelkezzenek.

Az első kísérleti évben (1996) frakcionálás nélkül, egyidőben elvetettük a szülőtörzseket és létrehoztuk a keresztezési kombinációkat. Két évre elegendő vetőmag mennyiséget állítottunk elő. A vizsgált szülőtörzsek néhány tulajdonságát az *10. táblázatban* foglaltuk össze. A törzsek csöveit az *M 1. ábrán* mutatjuk be (M=Melléklet).

10. táblázat A kísérletben szereplő szülőtörzsek néhány tulajdonsága

Törzs	***Rokonsági kör***	***Szemtípus***	***Hímvirágzás****	***Nővirágzás*****
HMv 1	Iodent	Lófogú	76	78
HMv 2	Iodent	Lófogú	81	83
HMv 3	Iodent	Lófogú	84	82
HMv 4	B 37	Lófogú	77	78
HMv 5	B 37	Lófogú	78	79
HMv 6	Mindszent-pusztai sárga	Lófogú	78	79
HMv 7	Mindszent-pusztai sárga	Sima, keményszemű	79	79

* A vetéstől az 50 %-os hímvirágzásig eltelt napok száma

** A vetéstől az 50 %-os nővirágzásig eltelt napok száma

Az egyenes és a reciprok hibridek előállítási vázlatát, kombinációs képletüket és jelölésüket a *11.* és a *12. táblázat* tartalmazza (a törzsek, hibridek jelölése kódolással történt). Az egyszeres keresztezési kombinációk közül azokat neveztük egyenesnek, amelyekben anyai szülőként - egy kivételével (*HMv 6*) – minden törzs szerepelt, és három törzs (*HMv 1, HMv 3, HMv 5*) 3-3 apaként használt törzzsel jól kombinálódott.

A kísérletben szereplő egyszeres keresztezések közül az *Mv 8* és *Mv 12*, valamint ezek reciprok változatai testvérvonal keresztezések voltak.

11. táblázat Az egyenes és a reciprok hibridek előállítási vázlata

♀ \ ♂	***HMv 1***	***HMv 2***	***HMv 3***	***HMv 4***	***HMv 5***	***HMv 6***	***HMv 7***
HMv 1			Mv 1	Mv 2	Mv 3		
HMv 2				Mv 4			
HMv 3	Mv 1 R			Mv 5	Mv 9 R	Mv 6	Mv 7
HMv 4	Mv 2 R	Mv 4 R	Mv 5 R		Mv 8		
HMv 5	Mv 3 R		Mv 9	Mv 8 R		Mv 10	Mv 11
HMv 6			Mv 6 R		Mv 10 R		Mv 12 R
HMv 7			Mv 7 R		Mv 11 R	Mv 12	

12. táblázat Az egyenes és a reciprok hibridek jelölése, valamint kombinációs képletük

Egyenes hibridek		***Reciprok hibridek***	
Mv 1	HMv 1 x HMv 3	***Mv 1R***	HMv 3 x HMv 1
Mv 2	HMv 1 x HMv 4	***Mv 2R***	HMv 4 x HMv 1
Mv 3	HMv 1 x HMv 5	***Mv 3R***	HMv 5 x HMv 1
Mv 4	HMv 2 x HMv 4	***Mv 4R***	HMv 4 x HMv 2
Mv 5	HMv 3 x HMv 4	***Mv 5R***	HMv 4 x HMv 3
Mv 6	HMv 3 x HMv 6	***Mv 6R***	HMv 6 x HMv 3
Mv 7	HMv 3 x HMv 7	***Mv 7R***	HMv 7 x HMv 3
Mv 8	HMv 4 x HMv 5	***Mv 8R***	HMv 5 x HMv 4
Mv 9	HMv 5 x HMv 3	***Mv 9R***	HMv 3 x HMv 5
Mv 10	HMv 5 x HMv 6	***Mv 10R***	HMv 6 x HMv 5
Mv 11	HMv 5 x HMv 7	***Mv 11R***	HMv 7 x HMv 5
Mv 12	HMv 7 x HMv 6	***Mv 12R***	HMv 6 x HMv 7

4.2. A vizsgálatok helyei, a kísérletek beállításának körülményei

1997-1998-ban a huszonnégy hibridet véletlen blokkelrendezésű kísérletben, öt eltérő termőhelyen (Keszthely, Gönc, Gyöngyös, Sopronhorpács, Martonvásár), három ismétlésben vizsgáltuk. Mindkét évben május első hetében (május 1-6.) végeztük el a vetést. A termőhelyek kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy megfelelően reprezentálják az országban megtalálható ökológiai különbségeket. Az értekezésben Sopronhorpácsot a táblázatokban vagy a diagramokon Sopronh. rövidítéssel jelöltük.

A hibrideket mind az öt termőhelyen háromféle (51 000, 68 880 és 94 390 tő/ha), a szülőtörzseket egyféle (51 000 ezer tő/ha) állománysűrűségben értékeltük. Az eltérő növényszámokat jelölt zsinórok és vetőpuska segítségével állítottuk be. A kétsoros parcellák nettó mérete 5,6 x 1,4 m = 7,84 m^2 volt.

A vizsgálatokat Martonvásáron és Gyöngyösön csernozjom talajon, Keszthelyen, Göncön és Sopronhorpácson barna erdőtalajon végeztük. A kísérleti területekre mindkét évben az őszi alapművelés előtt 400 kg/ha komplex műtrágyát juttattunk ki (15:15:15 NPK). Tavasszal - a magágykészítést megelőzően - 200 kg/ha mennyiségű NH_4NO_3-at dolgoztunk a talajba. A gyomok ellen preemergensen kijuttatott PRIMEXTRA 500 FW (20 % atrazin+30 % metolaklór) vegyszerrel védekeztünk (6 l/ha). A továbbiakban a gyomok irtását már csak mechanikusan, sorközkultivátorral végeztük.

4.2.1. Növényi tulajdonságok

A növénymorfológiai tulajdonságokat a szántóföldön mértük, virágzás után (augusztus végén, szeptember elején). Minden termőhelyen, ismétlésenként és genotípusonként 5-5 növényt mértünk, amelyeket az azonosíthatóság érdekében megjelöltünk.

Az alábbi növényi tulajdonságokat mértük:

- a növénymagasságot (a talaj felszínétől a címer csúcsáig);
- a csőmagasságot (a talaj felszínétől a főcsövet tartó nódusz magasságáig);
- a főcső fölötti levelek hosszúságát;
- a főcső fölötti levelek szélességét;
- megszámoltuk a cső fölötti levelek számát;
- megszámoltuk a címerágak (elsőrendű elágazások) számát.

A növényenkénti levélfelületet a MONTGOMERY-féle (1906) képlettel számoltuk ki:

$$levélfelület = \frac{3 \; x \; átlagos \;\; levélhosszúság \; x \;\; átlagos \;\; levélszélesség}{4} \; x \; levélszám$$

4.2.2. Az egyedi produkció és a terméselemek

Minden termőhelyen, ismétlésenként és genotípusonként az 5 jelölt növény teljes termését betakarítottuk. A mintacsövek tömegállandóságig történő szárítását és feldolgozását Martonvásáron végeztük. A vizsgált növényi részek tömegeit 15 %-os nedvességtartalomra átszámítva hasonlítottuk össze.

Az alábbi terméselemeket vizsgáltuk:

- az egyedi produkciót (az egy növényen megtermett összes cső tömege alapján);
- a főcsövek szemtömegét (a főcső tömegének és csutkatömegének különbözete alapján);
- a főcsövek ezerszemtömegét;
- a főcsövek szemsorszámát;
- a főcsövek soronkénti szemszámát;
- a főcsövek hosszát.

4.2.3. Beltartalmi vizsgálatok

A beltartalmi vizsgálatokat a ZX-50 típusú, közeli infrasugár átbocsátásán alapuló (Near Infralight Transmittance) készülékkel végeztük. A gyorselemző megfelel a Nemzetközi Szabványosító Szervezet 202. számú ajánlásának a gabonaipar részére, illetve az EU vonatkozó követelményeinek. Ennek a spektroszkópiai módszernek az előnye a gyorsaság mellett, hogy nem, vagy alig igényelnek mintaelőkészítést, roncsolás és vegyszermentes a használatuk.

A mérés elve a NIR technikában: a különböző minták ismeretlen paramétereinek mennyiségi, minőségi analízise a mintákban lévő különböző molekulák és a közel infravörös fény (near infra red) kölcsönhatásán alapszik. A vizsgálat során a mintákat megvilágítjuk meghatározott hullámhosszú (géptípustól függően 650-2500 nm) közeli infravörös fénnyel. Az elektromágneses tartomány NIR régiójából származó fény megvilágítja a termékmintákat. Ennek a fénynek, illetve energiának egy részét a molekuláris összetétel elnyeli. Az elnyelt energiát méri az optikai rendszer, az elektronika ez alapján kialakítja a vizsgálati eredményeket. Az adatok értékeléséhez a készüléket kalibrálni kell. A kalibráció abból áll, hogy az elektronikus rendszer konstansok segítségével egy hullámhossz térképet alkot, és a vizsgálatok során ennek alapján végzi - kellő pontossággal - a méréseket. Az általunk használt ZX-50 készüléket kukorica minták vizsgálata esetén fehérje-, olaj- és nedvességtartalom meghatározására kalibrálták.

4.3. A kísérleti évek időjárása

A termőhelyeket jellemző időjárási adatokat táblázatokban foglaltuk össze (*M 1-5. táblázat*). A két kísérleti évre és az egyes termőhelyekre vonatkozó időjárási adatokat, valamint ugyanezen időjárási paraméterek egyes termőhelyekre vonatkozó 30 éves adatsorait az Országos Meteorológiai Szolgálat bocsátotta rendelkezésünkre.

A kísérleti évek időjárása a csapadék mennyisége és eloszlása tekintetében jelentősen különbözött egymástól a kukorica tenyészidőszakában. Az 1997-es év extrém száraz évjáratnak volt mondható. Sopronhorpácstól eltekintve minden termőhelyen a sokévi átlagánál jóval kevesebb csapadék hullott a tenyészidőszakban. A legtöbb csapadék a sopronhorpácsi termőhelyen esett (457,8 mm), 60,4 mm-rel több, mint a sokévi átlag. A keszthelyi és a gönci termőhelyen közel azonos volt a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége (339,3; 348,4 mm), a gyöngyösi területre 254,2 mm eső esett. A legkevesebb eső a martonvásári termőhelyet öntözte (228 mm), ami a sokévi átlagnál 52,3 mm-rel kevesebb volt. Martonvásáron - a vízhiányból származó kedvezőtlen hatások mérséklésére - július első hetében (a kukorica virágzása előtt) 80 mm csapadéknak megfelelő öntözővizet juttattunk ki a területre. A kukorica fejlődése szempontjából 1997-ben a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban az aszály ellenére kedvező volt. Igaz, hogy két termőhelyen a májusi (Gyöngyös) és a júniusi csapadék mennyisége (Martonvásár) elmaradt a sokévi átlagtól, viszont a kukorica virágzása idején (július) minden termőhelyen a sokéves átlagot jelentősen meghaladó eső hullott a kísérleti területekre. Júliusban a legtöbb eső a sopronhorpácsi termőhelyen hullott (147,7 mm), de az arid klímájú gyöngyösi termőhelyen is 108,7 mm csapadékot mértek.

1998-ban, a vegetációs időszakban a 30 éves átlagot meghaladó csapadékot mértek minden termőhelyen. A legtöbb eső a gönci területre esett (565,5 mm), de a keszthelyi téren is 500 mm felett volt a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége (529,6 mm). A másik három kísérleti téren (Sopronh., Martonvásár, Gyöngyös) is több eső esett, mint az előző évben. A csapadék eloszlása ugyanakkor kedvezőtlenebb volt a kukorica fejlődése szempontjából, mint 1997-ben. Több termőhelyen csapadékhiány mutatkozott azokban a hónapokban, amikor a kukorica intenzív növekedése miatt ezt igényelte volna. Így májusban Keszthelyen, júniusban Gyöngyösön és Sopronhorpácson a sokévi átlagnál kevesebb eső esett. A termőhelyeken a júliusi csapadék mennyisége elmaradt az 1997-évben mért adatoktól, bár a sokéves átlagot meghaladta. Martonvásáron júliusban, a kukorica virágzása előtt ismét 80 mm csapadéknak megfelelő öntözővizet juttattunk ki. 1998-ban - Gönctől eltekintve - a legtöbb csapadék augusztusban hullott, abban a hónapban, amikor a kukorica csapadékigénye már mérsékeltebb.

1997-ben a vegetációs időszakban a havi középhőmérsékleti értékek elmaradtak a 30 éves átlagtól. Egyedül a gyöngyösi termőhelyen mértek melegebbet a sokévi átlagnál. A legalacsonyabb

hőmérsékleteket a gönci (15,7 ^{o}C), a legmagasabbakat a gyöngyösi és a martonvásári termőhelyen mérték (17,4 ^{o}C). 1998-ban a vegetációs időszak havi középhőmérsékleti értékei elérték, illetve meghaladták a sokévi átlagot. A legmelegebbet a gyöngyösi területen mérték, júliusban 21,8 ^{o}C fokot, 1,1 ^{o}C-al nagyobb értéket, mint a sokévi átlag.

A hőmérsékleti adatokkal összhangban a hőségnapok száma jóval több volt 1998-ban, mint azt megelőzően (kivéve Martonvásárt, ahol 1997-ben volt több). 1997-ben a keszthelyi termőhelyen csupán 3 hőségnapot jegyeztek fel, miközben a martonvásári területen 43-at. A hőségnapok okozta légköri aszály elsősorban 1998-ban sújtotta a kísérleti területeket. A legkevesebb hőségnapot ismét Göncön jegyezték fel (14 nap), a legtöbbet Gyöngyösön (31 nap) és Martonvásáron (36 nap).

A termőhelyeket jellemző időjárási paraméterek alapján megállapítottuk, hogy az 1997-es tenyészidőszak csapadékban szegényebb és hűvösebb volt, mint az 1998-as év. Ugyanakkor a vegetációs időszak csapadékeloszlása – a kukorica kritikus periódusait figyelembe véve - 1997-ben volt kedvezőbb. A hőségnapok okozta légaszály 1998-ban nagyobb mértékben sújtotta a növényeket, mint 1997-ben, elsősorban a virágzás idején, júliusban.

4.4. A kísérleti adatok értékelése

4.4.1. A kísérleti adatok értékelése három- és négytényezős varianciaanalízissel

Minden évben elvégeztük a háromtényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérletek variancianalízisét. Értékeltük a kezelések fő hatásait és a kölcsönhatásokat. Majd a második lépcsőben, a kísérletek befejezését követően módunk nyílott arra, hogy az *AGROBASE'99* négytényezős variancianalízissel az évek hatását is figyelembe vegyük. A kezelések hatásainak kiértékelésekor a három- és négytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérletek elemzése során SVÁB (1981) útmutatásai szerint jártunk el.

4.4.2. A kísérleti adatok értékelése többváltozós statisztikai módszerekkel

Kísérleti adatainkat főkomponensanalízissel, hierarchikus clusteranalízissel és diszkriminanciaanalízissel is értékeltük. A többváltozós módszerekkel kiszámított mesterséges változók a megfigyelési változók összefüggésrendszerére épülnek. A mesterséges változók kiszámításának elsősorban ott van értelme, ahol a megfigyelési változók legalább egy része korrelál egymással.

4.4.2.1. A kísérleti adatok értékelése főkomponensanalízissel

A főkomponensanalízis a többváltozós módszerek közül az egyik legfontosabbnak tekinthető. A vizsgált változók csoportosítására alkalmas módszer az egymás közötti korrelációjuk alapján. Felismerhető, hogy mely változók tartoznak össze, hány ilyen csoport van, csoporton belül milyen irányú - pozitív vagy negatív -, és mennyire szoros a változók összefüggése. A módszer legfontosabb erénye, hogy nemcsak két-két változó összefüggésére kapunk választ, mint a kétváltozós korrelációs koefficienssel, hanem egyszerre áttekinthetjük az összes változó egymás közötti korrelációs rendszerét. A változócsoport mögött gyakran felismerhető egy szakmailag jól értelmezhető közös komponens, amit közös okváltozónak vagy háttérváltozónak nevezhetünk. A változók csoportosulását ábrázolni is lehet. A koordinátarendszer tengelyei a $\boldsymbol{p}$ számú megfigyelési változóból számított ún. főkomponensek. A $\boldsymbol{p}$ számú változót egy-egy pont reprezentálja, egymáshoz viszonyított helyzetük ábrázolja a változók összefüggésrendszerét.

Gyakran előfordul a kiértékelés során, hogy egyes X változók értékei több faktorba szóródnak szét. Ennek vagy az az oka, hogy nincsenek változócsoportok, vagy a változócsoportok több tengely által közrefogott szektorokban helyezkednek el és nem ismerhetők fel. Utóbbi esetet feltételezve a tengelyek elforgatásával olyan helyzetet lehet teremteni, hogy a tengelyek áthaladjanak a csoportokon. Az értékelés során a forgatáshoz a Varimax módszert használtuk, amely a tengelypárok derékszögű forgatásán alapszik.

A főkomponensanalízis *Q-technikáját* alkalmaztuk, mely a korrelációs koefficienseket az $\boldsymbol{X}$ alapadat mátrixból sor irányában számítja ki, és abban az esetben lehet előnyösen alkalmazni, ha a megfigyelési egységek száma kisebb, mint a változók száma, tehát $n < p$. Kísérletünkben ez a feltétel teljesült.

4.4.2.2. A kísérleti adatok értékelése hierarchikus clusteranalízissel

A clusteranalízis a megfigyelések (vagy a változók) osztályozásának egy módszere. A diszkriminanciaanalízissel szemben itt nincsenek előre megadott osztályok, a feladat éppen ezeknek a létrehozása. Természetes elvárás, hogy azok a megfigyelések kerüljenek egy osztályba (clusterbe), amelyek a legközelebb vannak egymáshoz, illetve a leginkább hasonlóak egymáshoz. Ezért az elemzés kezdetekor meg kellett határozni, hogy miként mérjük a megfigyeléseink közötti távolságot. Vizsgálataink során a standard euklideszi távolságot használtuk. A hierarchikus módszernél a távolság definíciója mellett meg kellett adni a cluster összevonási szabályt is. Vagyis, ha már több elemű, nagyobb clustereink is vannak, akkor hogyan definiáljuk a közöttük lévő távolságot. Elemzéseink során a legjobban strukturált dendrogramot előállító, átlagos kapcsolású

(average linkage) módszert használtuk. Ennek lényege, hogy két nagy cluster távolsága az összes elemük közötti páronkénti távolságok átlaga lesz.

A hierarchikus clusteranalízis dendrogramjait használtuk fel az egyenes és a reciprok hibridpárok közötti összefüggés ábrázolására, a vizsgált változók közötti kapcsolatok, valamint a termőhelyek, a tőszámok és az évjáratok közötti összefüggések bemutatására. A dendrogram a hierarchikus cluster megoldások lépéseinek vizuális megjelenítése úgy, hogy bemutatja az összefüggő clusterokat és az összefüggések távolságainak értékeit lépésenként. Az összekapcsolt függőleges vonalak kijelölik az összetartozó változókat (megfigyelési egységeket). A dendrogram átméretezi az aktuális távolságokat egy 0-tól 25-ig terjedő érték közé, megőrizve a lépések közötti távolságok arányait.

4.4.2.3. A kísérleti adatok értékelése diszkriminanciaanalízissel

A diszkriminanciaanalízis két vagy több csoport szétválasztására alkalmas módszer, több kvantitatív változó együttes figyelembevétele alapján. A kiértékeléskor a kettőnél több csoportra kidolgozott módszert használtuk. A kísérletbe bevont hibridek kvantitatív változóinak együttes értékelésekor azt vizsgáltuk, hogy az egyedek mekkora biztonsággal sorolhatók be egyik vagy másik csoportba, és milyen a csoportok (kísérletünkben a termőhelyek) közötti kapcsolat. A dolgozatban grafikus ábrázolással szemléltettük a változók csoportosulását az egyes termőhelyeken, majd a termőhelyek összefüggéseit a változók csoportosulásának hasonlósága alapján.

A számításokat *IBM* kompatibilis számítógépen az *ANOVA 3*, az *AGROBASE'99* négytényezős *ANOVA* programjának felhasználásával végeztük el. A többváltozós analíziseket az *SPSS 11.0 for Windows* programcsomag segítségével hajtottuk végre. A kísérleti adatok értékelése során SVÁB (1979) és az *SPSS* szoftvercsomag útmutatásai szerint jártunk el.

5. EREDMÉNYEK

5.1. A vizsgált tényezők hatása a hibridek egyedi produkciójára

A *13. táblázatban* az egyedi produkció *MQ* értékeit és az F-érték szignifikanciaszintjeit tüntettük fel. A vizsgált tulajdonságnál a kezelések fő hatásai és a kölcsönhatások szignifikánsak voltak P=0,1 %-os szinten. Először a kezelések fő hatásait értékeltük. Az *MQ* értékek alapján megállapítottuk, hogy a hibridek egyedi produkciójára a tőszám hatása volt a legnagyobb, ezt követte a termőhely befolyása. A vizsgált tényezők közül az évjárat hatása csak a harmadik helyre került, a fajta hatása volt a legkisebb. A kölcsönhatások közül a termőhely x évjárat interakció volt a legerősebb, míg a leggyengébb a fajta x tőszám x évjárat hármas kölcsönhatás volt.

13. táblázat A fajta, a termőhely, a tőszám és az évjárat hatása a hibridek egyedi produkciójára

A négytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérlet varianciaanalízisének eredménytáblázata

Tényezők	***FG***	***MQ***
Fajta (A)	23	118 155,386***
Termőhely (B)	4	698 907,843***
Tőszám (C)	2	1 008 188,024***
Évjárat (D)	1	687 189,689***
A x B	92	9 091,905***
A x C	46	11 663,745***
A x D	23	7 739,457***
B x C	8	56 132,581***
B x D	4	129 484,834***
C x D	2	92 895,502***
A x B x C	184	6 150,382***
A x B x D	92	4 651,053***
A x C x D	46	4 281,563***
B x C x D	8	32 490,369***
A x B x C x D	184	4 587,193***
Hiba	1438	75,282

Szignifikanciaszintek jelölése: ***P=0,1 %, **P=1 %, *P=5 %

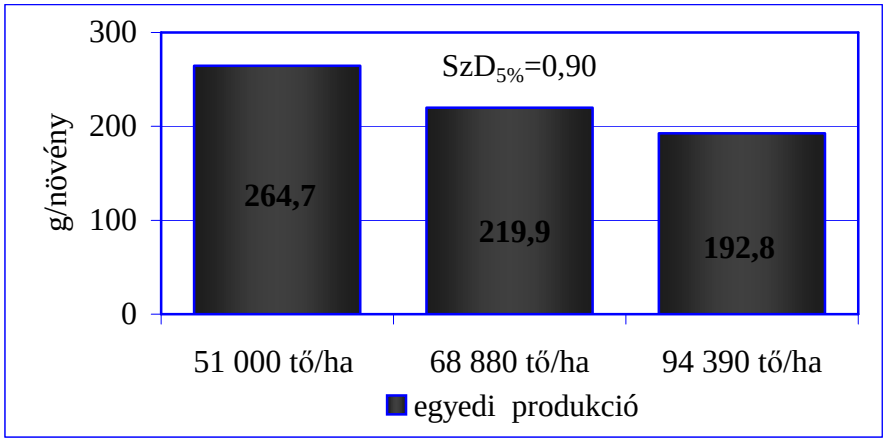
5.1.1. A tőszám hatása az egyedi produkcióra

A varianciaanalízis eredménytáblázata alapján megállapítottuk, hogy az egyedi produkcióra legnagyobb hatást a tenyészterület nagysága gyakorolta. A hibridek a legnagyobb egyedi csőtömeg produkciókat (a vizsgált tényezők átlagában) az 51 000 tő/ha állománysűrűségben érték el (264,7 g/növény) (*1/a. ábra*). Ebben a tőszámkísérletben, kedvező klimatikus adottságok mellett (Gönc, Sopronhorpács) a hibridek másodcsöveket is hoztak. A hektáronkénti tőszám növelése az egyedi produkció igazolható csökkenését okozta. A 68 880 tő/ha sűrűségben a hibridek egyedi csötömeg produkciója már csak 219,9 g volt, 44,8 g-al kisebb teljesítményt értek el (17 %), mint a tág térállásban termesztett növények. Ennek elsősorban az volt az oka, hogy a kisebb tenyészterület (kevesebb tápanyag és víz) már csak a főcső kinevelésére volt elegendő, és a főcső méretei is csökkentek a tág térállásban termesztett hibridekével szemben. A tőszám további növelése 94 390 tő/ha-ra az egyedi teljesítményeket tovább rontotta (192,8 g), átlagosan 27 g-al volt kisebb a hibridek teljesítménye (12 %).

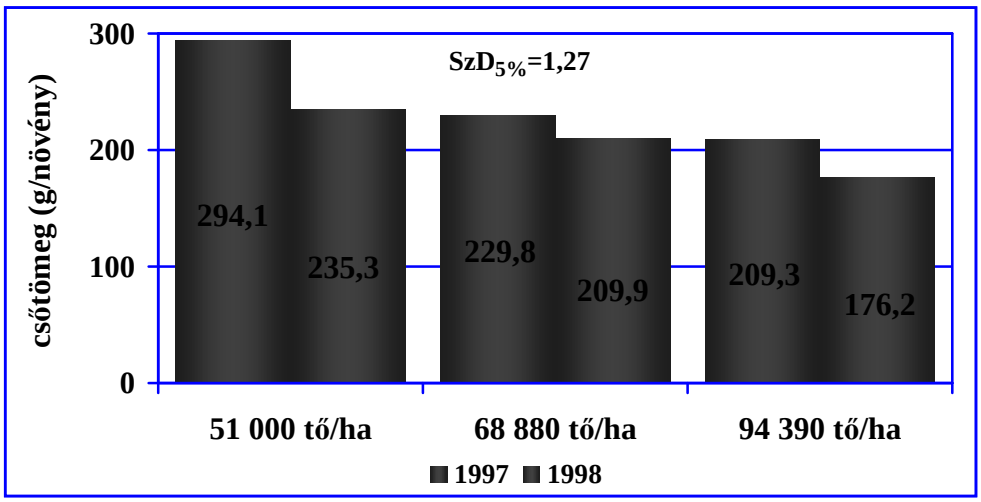
5.1.2. A tőszám és az évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra

1997-ben a hibridek (egyenes és reciprok keresztezések átlagában) a legnagyobb egyedi produkciókat az 51 000 tő/ha állománysűrűségben érték el (294,1 g/növény) (*1/b. ábra*). A tőszám növelése 68 880 tő/ha-ra az egyedi produkció átlagosan 22,0 %-os csökkenését okozta (229,8 g/növény). A tőszám további növelése 94 390 tő/ha-ra átlagosan 8,9 %-os termésveszteséggel járt (209,3 g/növény).

1998-ban a hibridek (egyenes és reciprok keresztezések átlagában) egyedi produkciója a tőszámkísérletekben kisebb volt, mint 1997-ben. A hibridek ismét az 51 000 tő/ha sűrűségben érték el a legnagyobb átlagos teljesítményüket (235,3 g/növény). A tőszám növelése 68 880 tő/ha-ra az átlagos egyedi hozam 10,8 %-os csökkenését okozta (209,9 g/növény). Az állománysűrűség növelése 94 390 tő/ha-ra tovább mérsékelte a teljesítményeket (176,2 g/növény). Az előző tőszámhoz képest 16,1 %-os volt a termésveszteség. 1997-ben a legritkább és a legsűrűbb állomány között 28,8 %-os, 1998-ban 25,1 %-os volt a terméscsökkenés.



1/a. ábra A tőszám hatása az egyedi produkcióra a vizsgált tényezők átlagában



1/b. ábra A tőszám x évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra a vizsgált tényezők átlagában

5.1.3. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra

5.1.3.1. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra 1997-ben

A hibridek a legnagyobb teljesítményeket 1997-ben az ***51 000 tő/ha*** kísérletben érték el (*14. táblázat*). Ebben az állománysűrűségben két termőhelyen a kukoricák másod-, illetve harmadcsöveket is hoztak. Sopronhorpácson 1,4; Göncön 1,3 volt az egy növényre jutó csövek száma. Ezzel magyarázható, hogy a legnagyobb termőhelyi átlagot a Sopronhorpácson (398,8 g/növény) és a Göncön termesztett kukoricák érték el (325,2 g/növény). A másik három termőhelyen (Keszthely, Gyöngyös, Martonvásár) a növények csak a főcsövet nevelték ki, a

hibridek átlagos teljesítménye a főátlag alatt maradt (289,5; 195,3; 271,2). A reciprok hibridek átlagos teljesítménye alapján a termőhelyek sorrendje az egyenes hibridekével megegyezően alakult.

A genotípusokat a termőhelyeken egyenként is értékeltük. A főátlagot meghaladó teljesítményeket azok a hibridek érték el, amelyek több csövet is hoztak. Így Göncön az *Mv 4* és az *Mv 9*, Sopronhorpácson az *Mv 4, Mv 7, Mv 9* és *Mv 11* hibridek 500 g/növény feletti csőtömeget produkáltak. A hibridek reciprok változatait ugyanez a teljesítmény jellemezte. A hibridek gyöngyösi termőhelyen elért eredményei rontották az átlagos hozamukat. Ezen az arid klímájú termőhelyen a hibridek a potenciális termőképességüktől messze elmaradó termést hoztak.

A ***68 880 tő/ha*** sűrűségben a hibridek egyedi csőtermés produkciója csökkent (*15. táblázat)*. A legnagyobb mérvű hozamcsökkenés a sopronhorpácsi növényeknél következett be. Ebben a tőszámkísérletben már csak néhány hibrid hozott másod-, illetve harmadcsöveket. Göncön az egy növényre jutó csövek száma 1,1, a többi termőhelyen 1,0 volt. Így ebben a kísérletben a főcső nagysága határozta meg elsősorban a hibridek teljesítményét. A legnagyobb átlagos hozamot a Keszthelyen nőtt kukoricák érték el (265,8 g/növény), ettől az eredménytől igazolhatóan különbözött a Sopronhorpácson és a Martonvásáron termesztett kukoricák produkciója (256,8; 258,9 g/növény). A gönci termőhelyen a hibridek átlagos teljesítménye 92 g-mal maradt el a tág térállásban elért eredményektől (233,3 g/növény). A Gyöngyösön termesztett növényeket főátlag alatti hozam jellemezte (136,1 g/növény). A reciprok keresztezések teljesítményei alapján a termőhelyek sorrendje megegyezett az egyenes hibridekével ebben a tőszámkísérletben is.

A főátlagot meghaladó termést értek el az *Mv 3, Mv 6, Mv 7, Mv 9, Mv 10* és az *Mv 11* hibridek, valamint ezek reciprok változatai is. Ebben a tőszámkísérletben legnagyobb termést az *Mv 9* és reciprok változata Göncön érte el (453,4; 441,2 g/növény). A legkisebb hozam az *Mv 8* hibridpárt jellemezte a gyöngyösi kísérleti téren (93,6; 102,4 g/növény).

A tőszám további növelése ***94 390 tő/ha-ra*** az egyedi produkció további csökkenését okozta (*16. táblázat*). Négy termőhelyen közel azonos volt a hozamcsökkenés, a gyöngyösi termőhelyen a hibridek átlaga szignifikánsan nem különbözött az előző tőszámkísérletben elért eredményeiktől (140,0 g/növény). Ebben az állománysűrűségben az egy növényre jutó csőszám minden termőhelyen 1 volt, meddőséget nem okozott az állománysűrítés. A legnagyobb átlagos teljesítmény a Keszthelyen nőtt kukoricákat jellemezte, ettől igazolhatóan nem különbözött a Sopronhorpácson termesztett növények termése (237,1; 233,6 g/növény). A martonvásári (229,3 g/növény) és a sopronhorpácsi eredmények szignifikánsan nem különböztek. A gönci kukoricák átlaga a kísérleti főátlag közelében volt (209,6 g/növény), a legkisebb átlaghozamot ismét a gyöngyösi termőhelyen érték el a növények (140 g/növény). A reciprok hibridek átlagos teljesítménye alapján a termőhelyek sorrendje ismét megegyezett az egyenes hibridekével.

A legsűrűbb állományban azok a hibridek értek el főátlag feletti teljesítményeket, amelyek a másik két tőszámkísérletben is jól szerepeltek, így az *Mv 4, Mv 6, Mv 7, Mv 9, Mv 10* és *Mv 11*. Kivételt képezett az *Mv 2* hibrid, amely jobb eredményt ért el a legsűrűbb állományban, mint a 68 880 tő/ha kísérletben. Ebben az állománysűrűségben a legnagyobb hozamot az *Mv 4* és reciprok változata Sopronhorpácson érte el (354,0; 361,3 g/növény), a legkisebb teljesítményt az *Mv 8* és reciprok változata a gyöngyösi kísérleti téren (74,3; 80,2 g/növény). (A *14-16. táblázatokban* azokat a hibrideket emeltük ki „boldosítva", amelyek teljesítménye a termőhelyi átlagot meghaladta.)

A hibridek stabilitásvizsgálatát az egyedi produkció variációs koefficiensének (CV %) kiszámításával végeztük el a termőhelyek átlagában (*14-16. táblázatok*). A fajták varianciája jelentős volt és eltért egymástól. Az 51 000 tő/ha kísérletben a CV (%) 17,12-47,12, a 68 880 tő/ha kísérletben 18,50-42,72; a 94 390 tő/ha kísérletben 14,77-32,12 közötti intervallumban változott. Azokat a hibrideket jellemezte a szélsőséges termésingadozás, amelyek egy vagy két termőhelyen másodcsöveket is hoztak, a gyöngyösi eredményeik pedig nem érték el a főátlagot. A termőhelyi átlagok alapján megállapítható volt, hogy az egyedi produkció csökkenésével kisebbek lettek a CV (%) értékek is, azonban egyes hibrideknél ettől eltérő tendenciát is megfigyeltünk (*Mv 7, Mv 10*). Az egyedi produkció variációs koefficiensének értékei a reciprok hibrideknél ugyanúgy alakultak, mint az egyenes keresztezésekben. Mind az egyenes, mind a reciprok hibrideknél azokat tekintettük stabil termőképességűeknek, melyek termése az egyes termőhelyeken elérte a kísérleti főátlagot, közepes CV (%) érték mellett. Ennek a kritériumnak legjobban az *Mv 6* hibridpár felelt meg. Az *Mv 4, Mv 7, Mv 9, Mv 10* és *Mv 11* hibridpárokat is stabil termőképességűnek tekintettük, azzal a megjegyzéssel, hogy bizonyos környezeti feltételek között – speciális alkalmazkodóképességüknek köszönhetően – kiugró teljesítményre is képesek. Alacsony termésszinten az *Mv 12* hibridpárt is stabil termőképességűnek tekinthetjük.

Az egyes termőhelyeken a tőszámok átlagában is kiszámítottuk a hibridek egyedi produkciójának variációs koefficiens értékeit (*17. táblázat*). A legkisebb CV (%) értékeket a Martonvásáron és a Keszthelyen termesztett hibridek esetében kaptuk, ezeken a termőhelyeken a hibridek tőszámsűrítésre adott reakciói a legjobbak voltak (9,25; 11,9 %). A legnagyobb CV (%) értékek azokat a hibrideket jellemezték, amelyek a termőhely kedvező klimatikus viszonyai miatt másodcsöveket is hoztak. Ez az oka annak, hogy a sopronhorpácsi kísérletben a növények a legnagyobb átlagtermést a legnagyobb CV (%) érték mellett produkálták (30,0 %). A gönci kísérletben is a kukoricák egyedi produkcióját nagy CV (%) érték jellemezte (26,4 %). A gyöngyösi növények alacsony termésszinten produkáltak, nagy CV (%) érték mellett (23,4 %).

14. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1997-ben

51 000 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	274,7	205,1	147,5	251,2	256,1	***226,9***	***22,58***
Mv 2	**286,7**	224,3	**220,1**	352,7	259,3	***268,6***	***20,22***
Mv 3	**317,3**	**369,7**	**209,6**	276,5	**298,4**	***294,3***	***19,90***
Mv 4	**313, 0**	**511,3**	**205,4**	**661,2**	**286,4**	***395,5***	***47,12***
Mv 5	280,7	316,3	**201,4**	370,3	266,5	***287,0***	***21,75***
Mv 6	**345,0**	**393,7**	**232,5**	**428,1**	**314,4**	***342,7***	***22,06***
Mv 7	284,0	318,8	**215,8**	**584,1**	**291,4**	***338,8***	***41,99***
Mv 8	238,0	185,0	117,9	199,3	163,4	***180,7***	***24,57***
Mv 9	**315,1**	**603,0**	**241,3**	**581,2**	**312,1**	***410,5***	***41,05***
Mv 10	**343,6**	309,7	**211,3**	305,0	**324,3**	***298,8***	***17,12***
Mv 11	**291,0**	307,1	**201,7**	**540,1**	**299,4**	***327,9***	***38,45***
Mv 12	185,3	159,0	138,7	235,2	182,5	***180,2***	***20,07***
Átlag	***289,5***	***325,2***	***195,3***	***398,8***	***271,2***	***296,0***	***25,18***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	284,5	213,5	152,4	248,5	239,8	***227,7***	***21,61***
Mv 2R	**291,2**	229,4	**217,0**	368,4	251,6	***271,5***	***22,50***
Mv 3R	**311,0**	**358,2**	**205,4**	266,2	**286,8**	***285,5***	***19,75***
Mv 4R	**309,1**	**502,5**	**209,8**	**652,2**	**280,1**	***390,8***	***46,58***
Mv 5R	282,3	308,2	**192,6**	358,3	264,0	***281,8***	***21,64***
Mv 6R	**339,3**	**382,3**	**228,4**	**419,2**	**323,1**	***338,5***	***21,31***
Mv 7R	**292,3**	**323,7**	**203,1**	**576,3**	**293,4**	***337,8***	***41,68***
Mv 8R	234,6	178,1	116,0	198,1	158,4	***177,0***	***24,99***
Mv 9R	**288,3**	**600,2**	**238,8**	**572,2**	**315,4**	***403,0***	***42,14***
Mv 10R	**311,2**	302,8	**205,3**	305,6	**337,4**	***292,5***	***17,31***
Mv 11R	**294,3**	298,7	**210,6**	**529,4**	**303,3**	***327,2***	***36,46***
Mv 12R	180,5	148,5	129,3	228,6	178,0	***173,0***	***21,78***
Átlag	***284,9***	***320,5***	***192,4***	***393,6***	***269,3***	***292,1***	***25,17***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

15. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1997-ben

68 880 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	**267,0**	230,7	104,2	198,0	242,4	***208,5***	***30,38***
Mv 2	242,5	**244,3**	**145,9**	235,7	255,7	***224,8***	***19,89***
Mv 3	**282,3**	222,7	126,5	231,7	**293,2**	***231,3***	***28,60***
Mv 4	**288,0**	176,3	**176,4**	220,0	**283,0**	***228,7***	***23,97***
Mv 5	250,3	163,3	**140,7**	241,7	246,3	***208,4***	***25,07***
Mv 6	**280,2**	221,4	**179,3**	**323,0**	**287,0**	***258,2***	***22,15***
Mv 7	**278,5**	**352,9**	**159,2**	**287,0**	**281,2**	***271,8***	***25,76***
Mv 8	195,3	169,4	93,6	196,3	149,0	***160,7***	***26,36***
Mv 9	**315,5**	**453,4**	**152,3**	**286,0**	**292,3**	***299,9***	***35,69***
Mv 10	**342,9**	189,4	118,4	**402,0**	**336,5**	***277,8***	***42,72***
Mv 11	261,7	226,3	127,7	**301,3**	**272,3**	***237,8***	***28,24***
Mv 12	185,3	149,3	109,0	158,7	168,3	***154,1***	***18,50***
Átlag	***265,8***	***233,3***	***136,1***	***256,8***	***258,9***	***230,2***	***23,46***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	261,3	228,6	103,2	207,8/	255,7	***211,3***	***30,37***
Mv 2R	238,1	**248,6**	**154,7**	242,7	241,2	***225,1***	***17,56***
Mv 3R	**292,3**	227,0	127,8	225,7	**287,2**	***232,0***	***28,60***
Mv 4R	**286,3**	169,0	**168,5**	233,4	**278,3**	***227,1***	***25,08***
Mv 5R	257,7	158,0	**149,7**	246,3	239,4	***210,2***	***24,72***
Mv 6R	**279,1**	212,7	**168,3**	**315,2**	**300,0**	***255,1***	***24,43***
Mv 7R	**280,0**	**348,4**	171,9	**281,0**	**283,0**	***272,9***	***23,27***
Mv 8R	189,3	158,2	102,4	185,5	155,2	***158,1***	***21,99***
Mv 9R	**321,7**	**441,2**	**144,3**	**292,0**	**284,3**	***296,7***	***35,71***
Mv 10R	**338,3**	193,4	123,0	**388,9**	**333,7**	***275,5***	***40,66***
Mv 11R	258,7	219,8	136,3	**285,4**	**268,7**	***233,8***	***25,49***
Mv 12R	179,3	142,7	112,4	168,3	174,5	***155,4***	***17,95***
Átlag	***265,2***	***229,0***	***138,5***	***256,0***	***258,4***	***229,4***	***22,95***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

16. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1997-ben

94 390 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	**254,0**	203,4	**161,0**	188,2	**243,7**	***210,1***	***18,42***
Mv 2	**257,3**	**244,3**	**180,2**	215,4	**262,7**	***232,0***	***14,77***
Mv 3	180,2	153,2	**141,7**	**268,3**	**245,0**	***197,7***	***28,44***
Mv 4	**260,7**	201,7	**167,8**	**354,0**	**249,4**	***246,7***	***28,64***
Mv 5	233,7	187,4	132,3	231,3	173,0	***191,5***	***22,19***
Mv 6	**306,0**	**257,7**	**169,7**	**268,3**	**283,5**	***257,0***	***20,26***
Mv 7	**302,7**	209,0	118,4	217,4	222,2	***213,9***	***30,57***
Mv 8	177,2	147,0	74,3	189,2	153,3	***148,2***	***30,20***
Mv 9	**242,4**	**276,3**	**182,0**	230,8	**250,4**	***236,4***	***14,68***
Mv 10	**253,6**	199,4	106,3	**266,5**	**279,3**	***221,0***	***32,12***
Mv 11	224,5	**306,8**	**152,3**	214,3	**245,0**	***228,6***	***24,38***
Mv 12	153,2	129,5	94,5	160,0	144,0	***136,2***	***19,07***
Átlag	***237,1***	***209,6***	***140,0***	***233,6***	***229,3***	***209,9***	***19,29***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	**256,7**	206,4	**158,2**	194,5	**241,0**	***211,4***	***18,43***
Mv 2R	**251,3**	**242,4**	**191,2**	221,4	**255,4**	***232,3***	***11,40***
Mv 3R	178,2	148,3	**145,3**	**264,8**	**238,6**	***195,0***	***27,74***
Mv 4R	**252,7**	205,4	**172,3**	**361,3**	**252,3**	***248,8***	***28,72***
Mv 5R	**239,0**	187,0	128,4	225,0	181,4	***192,2***	***22,50***
Mv 6R	**305,4**	**264,3**	**161,4**	**266,0**	**279,4**	***255,3***	***21,55***
Mv 7R	**300,0**	**212,5**	117,0	216,0	217,8	***212,7***	***30,49***
Mv 8R	171,0	146,3	80,2	201,0	163,0	***152,3***	***29,49***
Mv 9R	**235,4**	**281,3**	**190,4**	222,4	**241,8**	***234,3***	***14,05***
Mv 10R	**248,2**	200,0	98,2	**257,0**	**281,5**	***217,0***	***33,50***
Mv 11R	218,6	**295,4**	**142,3**	208,6	**236,0**	***220,2***	***24,99***
Mv 12R	148,5	123,3	100,0	155,3	137,2	***132,9***	***16,57***
Átlag	***233,8***	***209,4***	***140,4***	***232,8***	***227,1***	***208,7***	***18,88***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

17. táblázat A hibridek egyedi produkciójának variációs koefficiense (CV %) a tőszámok átlagában 1997-ben

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	3,9	7,2	21,6	16,0	3,1	***10,4***
Mv 2	8,6	4,9	20,4	27,7	1,4	***12,6***
Mv 3	27,4	44,5	27,8	9,2	10,6	***23,9***
Mv 4	9,1	62,9	10,8	54,9	7,5	***29,0***
Mv 5	9,3	37,0	23,8	27,5	21,5	***23,8***
Mv 6	10,5	31,2	17,4	23,9	5,7	***17,7***
Mv 7	4,4	25,6	29,7	53,7	14,1	***25,5***
Mv 8	15,3	11,4	22,9	2,7	4,8	***11,4***
Mv 9	14,5	36,8	23,6	51,5	11,1	***27,5***
Mv 10	16,5	28,7	39,5	21,5	9,6	***23,2***
Mv 11	12,9	16,6	23,5	47,9	10,0	***22,2***
Mv 12	10,6	10,3	19,8	23,7	11,8	***15,2***
Átlag	***11,9***	***26,4***	***23,4***	***30,0***	***9,25***	***20,2***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	5,6	5,3	21,6	16,0	3,1	***10,3***
Mv 2R	10,6	4,1	20,4	27,7	1,4	***12,8***
Mv 3R	27,6	43,4	27,8	9,2	10,6	***23,7***
Mv 4R	10,0	62,6	10,8	54,9	7,5	***29,2***
Mv 5R	8,4	36,6	23,8	27,5	21,5	***23,6***
Mv 6R	9,8	30,4	17,4	23,9	5,7	***17,4***
Mv 7R	3,5	24,6	29,7	53,7	14,1	***25,1***
Mv 8R	16,5	10,0	22,9	2,7	4,8	***11,4***
Mv 9R	15,4	36,2	23,6	51,5	11,1	***27,6***
Mv 10R	15,4	26,4	39,5	21,5	9,6	***22,5***
Mv 11R	14,7	16,5	23,5	47,9	10,0	***22,5***
Mv 12R	10,7	9,6	19,8	23,7	11,8	***15,1***
Átlag	***12,4***	***25,5***	***23,4***	***30,0***	***9,3***	***20,1***

5.1.3.2. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása az egyedi produkcióra 1998-ban

A hibridek a legnagyobb egyedi produkciókat 1998-ban is az ***51 000 tő/ha*** állomány-sűrűségben érték el (*18. táblázat*). Ebben a tőszámkísérletben a hibridek teljesítményének a nagyságát ismét a másod-, illetve harmadcsövek megjelenése határozta meg. Göncön az egy tőre jutó csövek száma 1,4, Sopronhorpácson 1,1 volt. Ennek megfelelően a legnagyobb átlagos hozamokat a hibridek a gönci és a sopronhorpácsi termőhelyeken érték el (258,3; 257,7 g/növény). A másik három termőhelyen az egy növényre jutó csövek száma 1,0 volt. A keszthelyi kísérletben nőtt kukoricák átlagos hozama igazolhatóan nem különbözött a martonvásári eredménytől (237,1; 234,7 g/növény). A legkisebb átlagos termés a gyöngyösi termőhelyen jellemezte a növényeket (193,8 g/növény). A hibridek reciprok változatai ugyanazon termésszinteket értek el az egyes termőhelyeken, mint az egyenes keresztezések.

A főátlagot meghaladó hozamokat érték el az *Mv 4, Mv 5, Mv 6, Mv 7, Mv 9, Mv 10* és *Mv 11* hibridpárok (egyenes és reciprok). A legkisebb átlagos teljesítményt az *Mv 8* és *Mv 12* hibridpárok érték el. A legnagyobb egyedi produkciót az *Mv 4* hibridpár érte el a gönci termőhelyen (459,0; 442,4 g/növény).

A tőszám növelése ***68 880 tő/ha***-ra az egyedi produkció átlagosan 11 %-os csökkenését okozta (*19. táblázat*). A legnagyobb mértékű csökkenés a sopronhorpácsi kukoricáknál következett be (20 %), a legkisebb termésvisszaesés pedig a keszthelyi kukoricákat jellemezte (6 %). Ebben az állománysűrűségben már csak a Göncön termesztett hibridek hoztak másodcsöveket, itt az egy tőre jutó csőszám 1,4 volt. A másik négy termőhelyen tövenként már csak egy cső jellemezte a növényeket. Ennek köszönhetően a gönci kísérletben volt a legnagyobb a hibridek átlagos teljesítménye (257,9 g/növény), ezt követte a keszthelyi átlagtermés (224,7 g/növény). A sopronhorpácsi és a martonvásári eredmények igazolhatóan nem különböztek (203,0; 207,1 g/növény), a főátlag alatti volt a hibridek átlagos hozama, csakúgy, mint a gyöngyösi kísérletben a kukoricáké (157,8 g/növény).

A főátlagot meghaladó eredményeket érték el az *Mv 2, Mv 3, Mv 6, Mv 7* és az *Mv 9* hibridpárok. Az *Mv 4* és az *Mv 11* hibridek a tőszámsűrítésre érzékenyebben reagáltak, a főátlag alatt maradt a teljesítményük. A legnagyobb tövenkénti csőtömeg az *Mv 9* hibridpárt jellemezte a gönci termőhelyen (396,4; 388,2 g).

A tőszám további növelése ***94 390 tő/ha***-ra, az egyedi produkció átlagosan 16 %-os csökkenését okozta (*20. táblázat*). A hibridek legnagyobb mértékű hozam csökkenése a gyöngyösi és a sopronhorpácsi kísérletben következett be (13 %), a legkisebb mértékű termés visszaesés a keszthelyi és a gönci kísérletben jellemezte a hibrideket. Ebben a tőszámkísérletben minden termőhelyen 1,0 volt a tövenkénti csőszám, meddőséget egyik termőhelyen sem okozott a

tőszámsűrítés. A legnagyobb átlagos teljesítményt ebben a tőszámkísérletben is a gönci termőhelyen érték el a hibridek (214,6 g/növény). A keszthelyi kísérletben is 200 g/növény felett volt a hibridek egyedi produkciója (208,3 g/növény). A martonvásári területen a hibridek átlagtermése szignifikánsan nagyobb volt, mint a sopronhorpácsi termőhelyen nőtt növényeké (176,6; 156,7 g/növény). A hibridek ismét a gyöngyösi termőhelyen hozták a legkisebb csöveket, ennek megfelelően itt volt a legkisebb a hibridek átlagos hozama (123,2 g/növény). A reciprok hibridek átlagos hozamai igazolhatóan nem különböztek az egyenes keresztezésekétől. A kísérleti főátlagot ebben a tőszámkísérletben több hibrid elérte, mivel két termőhelyen - Gyöngyösön és Sopronhorpácson - gyenge volt a hibridek teljesítménye. A legnagyobb egyedi produkciót az *Mv 10* hibridpár érte el Keszthelyen. (A *18-20. táblázatokban* azokat a hibrideket emeltük ki „boldosítva", amelyek teljesítménye a termőhelyi átlagot meghaladta.)

A tőszámkísérletekben 1998-ban is elvégeztük a hibridek stabilitásvizsgálatát a termőhelyek átlagában (*18-20. táblázatok*). A hibridek egyedi teljesítménye kisebb volt, mint az előző évben. Ennek köszönhetően a CV (%) értékek is szűkebb intervallumban változtak. Az 51 000 tő/ha sűrűségben 8,8-33,2, a 68 880 tő/ha sűrűségben 7,0-38,8, a 94 390 tő/ha sűrűségben 8,2-27,9 intervallumban változott a hibridek egyedi produkciójának CV (%) értéke. Jó termésstabilitás jellemezte az *Mv 3*, valamint az *Mv 6*, *Mv 7* és az *Mv 9* hibridpárokat. Ezek a hibridek a legtöbb termőhelyen a főátlagot meghaladó eredményt értek el.

A tőszámok átlagában is elvégeztük a hibridek stabilitásvizsgálatát az egyes termőhelyeken a variációs koefficiens értékek alapján (*21. táblázat*). A legoptimálisabb értékeket a hibridek átlagában a keszthelyi és a martonvásári termőhelyeken kaptuk (8,5; 14,5 %). A gönci és a sopronhorpácsi kísérletben a hibridek jó teljesítményt értek el, nagy CV (%) érték mellett (20,8, 25,2 %). A legalacsonyabb termésszintet a gyöngyösi hibridek érték el, az egyedi produkció relatív szórása itt volt a legnagyobb (26,8 %). A reciprok hibridek egyedi produkcióinak variációs koefficiens értékei az egyenes hibridekével megegyezően alakultak.

18. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1998-ban 51 000 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	217,3	197,2	168,2	222,3	**244,7**	***210,0***	***13,7***
Mv 2	**245,2**	200,7	**212,4**	237,4	**243,2**	***227,8***	***8,8***
Mv 3	**261,7**	186,4	**202,5**	**273,5**	**237,0**	***232,2***	***16,1***
Mv 4	**249,0**	**459,0**	**211,7**	254,7	**286,4**	***292,2***	***33,2***
Mv 5	229,3	**389,4**	190,8	**274,2**	231,0	***262,9***	***29,1***
Mv 6	**286,7**	**269,7**	**207,6**	**289,6**	**251,3**	***261,0***	***12,8***
Mv 7	**244,0**	**322,5**	**309,8**	**260,3**	**253,0**	***277,9***	***12,8***
Mv 8	159,4	123,0	161,4	190,7	170,0	***160,9***	***15,3***
Mv 9	**248,0**	**304,5**	**252,7**	**381,0**	**263,0**	***289,8***	***19,2***
Mv 10	**300,7**	**263,2**	137,7	**293,0**	**257,2**	***250,3***	***26,2***
Mv 11	**249,0**	247,3	178,7	**281,4**	**238,3**	***238,9***	***15,7***
Mv 12	155,4	137,0	92,3	134,3	141,7	***132,1***	***17,9***
Átlag	***237,1***	***258,3***	***193,8***	***257,7***	***234,7***	***236,3***	***11,1***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	211,4	201,0	170,3	217,4	**243,7**	***208,8***	***12,76***
Mv 2R	**249,0**	192,4	**206,6**	240,4	**238,2**	***225,3***	***10,84***
Mv 3R	**252,3**	200,3	**192,4**	**265,5**	**253,4**	***232,8***	***14,51***
Mv 4R	**238,4**	**442,4**	**200,7**	240,0	**279,3**	***280,2***	***33,86***
Mv 5R	237,2	**378,4**	**190,2**	**266,4**	231,7	***260,8***	***27,28***
Mv 6R	**295,4**	**256,8**	**198,2**	**279,5**	**265,0**	***259,0***	***14,30***
Mv 7R	**243,5**	**315,7**	**299,4**	**255,0**	**255,0**	***273,7***	***11,60***
Mv 8R	162,0	127,4	151,6	188,4	158,2	***157,5***	***13,90***
Mv 9R	**260,0**	**298,5**	**244,8**	**371,4**	**266,3**	***288,2***	***17,51***
Mv 10R	**309,7**	252,2	140,3	**286,4**	**249,0**	***247,5***	***26,26***
Mv 11R	**252,5**	250,0	185,3	**290,0**	**235,5**	***242,7***	***15,60***
Mv 12R	144,2	145,2	100,4	140,4	140,0	***134,0***	***14,13***
Átlag	***238,0***	***255,0***	***190,0***	***253,4***	***234,6***	***234,2***	***11,23***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

19. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1998-ban

68 880 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	221,7	**234,2**	131,0	187,4	**226,3**	***200,1***	***21,3***
Mv 2	**233,0**	**335,5**	**208,3**	**225,0**	**231,0**	***246,6***	***20,5***
Mv 3	216,0	**252,0**	154,0	**227,3**	**234,0**	***216,7***	***17,2***
Mv 4	**238,2**	206,3	**181,4**	**232,0**	176,4	***206,9***	***13,7***
Mv 5	**236,0**	**267,0**	122,0	189,4	**207,7**	***204,4***	***26,7***
Mv 6	**265,4**	**319,0**	**226,4**	**234,3**	**221,0**	***253,2***	***16,0***
Mv 7	**243,7**	**305,2**	155,0	**228,0**	**232,3**	***232,8***	***23,0***
Mv 8	169,0	163,0	129,4	147,3	151,7	***152,1***	***10,1***
Mv 9	**266,0**	**396,4**	115,3	**253,3**	**252,4**	***256,7***	***38,8***
Mv 10	219,7	222,3	**179,7**	187,2	**222,3**	***206,2***	***10,2***
Mv 11	224,4	**243,0**	155,0	184,0	187,7	***198,8***	***17,5***
Mv 12	162,3	150,4	136,2	141,3	142,3	***146,5***	***7,0***
Átlag	***224,7***	***257,9***	***157,8***	***203,0***	***207,1***	***210,1***	***17,3***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	**230,3**	240,4	140,2	190,0	**238,7**	***207,9***	***20,7***
Mv 2R	**225,7**	**338,2**	**199,7**	**232,7**	**229,0**	***245,1***	***21,9***
Mv 3R	220,0	**248,0**	**162,0**	**226,0**	**229,3**	***217,1***	***15,0***
Mv 4R	**242,7**	202,2	**178,4**	**240,0**	180,4	***208,7***	***15,0***
Mv 5R	**229,4**	**258,4**	116,8	179,4	208,4	***198,5***	***27,2***
Mv 6R	**272,4**	**320,0**	**218,4**	**226,4**	**229,0**	***253,2***	***16,9***
Mv 7R	**246,4**	**300,4**	147,2	**224,0**	**236,4**	***230,9***	***23,9***
Mv 8R	176,0	148,4	128,4	139,7	158,0	***150,1***	***12,1***
Mv 9R	**265,3**	**388,2**	122,3	**248,0**	**246,4**	***254,0***	***37,1***
Mv 10R	220,7	226,3	**172,0**	195,4	**217,8**	***206,4***	***10,9***
Mv 11R	216,8	238,2	149,4	192,0	192,0	***197,7***	***16,8***
Mv 12R	158,4	159,3	135,0	140,3	140,0	***146,6***	***7,8***
Átlag	***225,3***	***255,7***	***155,8***	***202,8***	***208,8***	***209,7***	***17,4***
$SzD_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

20. táblázat A hibridek egyedi produkciója termőhelyenként 1998-ban

94 390 tő/ha (g/növény)

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***	***CV (%)***
			Egyenes hibridek				
Mv 1	**229,0**	**220,0**	**128,0**	116,3	**199,4**	***178,5***	***26,4***
Mv 2	**217,3**	**224,7**	**154,0**	156,4	**193,0**	***189,1***	***15,6***
Mv 3	**209,0**	199,7	99,0	**184,3**	**186,3**	***175,7***	***22,4***
Mv 4	**238,7**	**236,3**	**129,3**	**180,7**	174,0	***191,8***	***21,5***
Mv 5	**225,3**	**215,0**	100,0	**164,3**	175,7	***176,1***	***25,2***
Mv 6	201,0	**231,7**	**165,4**	155,4	**179,0**	***186,5***	***14,6***
Mv 7	**218,3**	**243,0**	103,3	**160,0**	**183,3**	***181,6***	***26,7***
Mv 8	138,0	132,0	108,2	108,0	133,0	***123,8***	***10,5***
Mv 9	**222,0**	**235,4**	107,4	**205,3**	**211,4**	***196,3***	***23,2***
Mv 10	**251,4**	**238,0**	108,0	155,4	**197,5**	***190,1***	***27,9***
Mv 11	186,7	186,0	**170,2**	**183,2**	149,0	***175,0***	***8,2***
Mv 12	162,7	213,0	105,6	110,7	137,0	***145,8***	***27,0***
Átlag	***208,3***	***214,6***	***123,2***	***156,7***	***176,6***	***175,9***	***19,2***
SzD$_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	
			Reciprok hibridek				
Mv 1R	**236,2**	**229,3**	**132,0**	124,3	**191,3**	***182,6***	***28,8***
Mv 2R	**224,3**	**218,4**	**156,8**	148,3	**203,3**	***190,2***	***18,6***
Mv 3R	**212,0**	200,4	104,0	**192,0**	178,0	***177,3***	***24,1***
Mv 4R	**232,7**	**240,2**	121,3	**177,0**	**191,6**	***192,6***	***24,9***
Mv 5R	**231,7**	213,4	98,5	154,3	**180,4**	***175,7***	***29,9***
Mv 6R	200,0	**232,0**	**158,4**	151,0	**188,2**	***185,9***	***17,6***
Mv 7R	**210,0**	**239,7**	104,0	155,0	**196,7**	***181,1***	***29,1***
Mv 8R	140,2	135,4	109,2	109,0	141,3	***127,0***	***13,0***
Mv 9R	**225,0**	**242,0**	98,2	**198,7**	**208,4**	***194,5***	***28,9***
Mv 10R	**258,4**	**229,4**	100,0	151,3	**192,5**	***186,3***	***33,7***
Mv 11R	190,2	194,4	**165,4**	**189,0**	149,0	***177,6***	***11,0***
Mv 12R	155,4	**219,2**	109,2	115,3	134,0	***146,6***	***30,2***
Átlag	***209,7***	***216,2***	***121,4***	***155,4***	***179,6***	***176,4***	***22,2***
SzD$_{5\%}$			***5,2***			***3,4***	

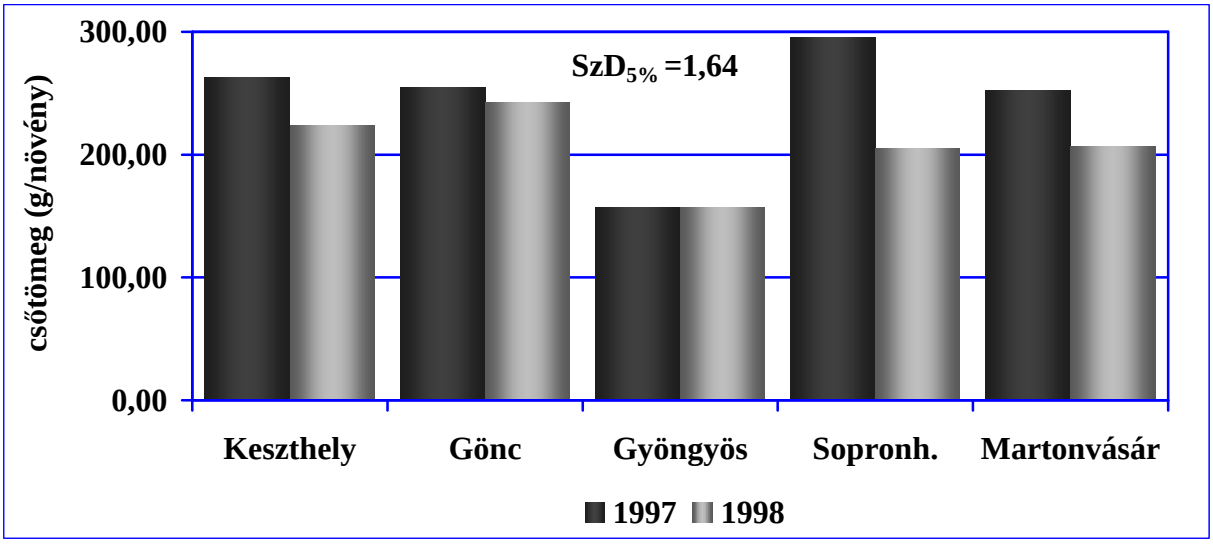
21. táblázat A hibridek egyedi produkciójának variációs koefficiense (CV %) a tőszámok átlagában 1998-ban

Genotípus	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	***Átlag***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	2,6	8,6	15,7	30,8	10,2	***13,6***
Mv 2	6,0	28,4	17,0	21,2	11,8	***16,9***
Mv 3	12,5	16,3	34,1	19,5	13,0	***19,1***
Mv 4	2,5	45,9	23,9	17,0	30,3	***23,9***
Mv 5	2,3	30,8	34,4	27,5	13,6	***21,7***
Mv 6	17,8	16,0	15,6	29,8	16,7	***19,2***
Mv 7	6,3	14,4	56,7	23,7	16,1	***23,4***
Mv 8	10,2	15,1	20,1	27,8	12,2	***17,1***
Mv 9	9,0	25,9	51,6	32,4	11,3	***26,0***
Mv 10	15,9	8,5	25,4	34,0	13,3	***19,4***
Mv 11	14,3	15,2	7,1	26,1	23,4	***17,2***
Mv 12	2,6	24,3	20,2	12,5	2,1	***12,3***
Átlag	***8,5***	***20,8***	***26,8***	***25,2***	***14,5***	***19,2***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	5,7	9,1	15,7	27,0	12,9	***14,1***
Mv 2R	6,0	31,1	17,0	24,7	8,1	***17,4***
Mv 3R	9,4	12,7	34,1	16,1	17,5	***18,0***
Mv 4R	2,1	43,8	23,9	16,6	25,0	***22,3***
Mv 5R	1,7	30,1	34,4	29,4	12,4	***21,6***
Mv 6R	19,5	16,8	15,6	29,5	16,9	***19,7***
Mv 7R	8,7	14,1	56,7	24,2	13,0	***23,3***
Mv 8R	11,3	7,7	20,1	27,5	6,4	***14,6***
Mv 9R	8,8	23,8	51,6	32,6	12,2	***25,8***
Mv 10R	17,0	6,0	25,4	32,6	12,9	***18,8***
Mv 11R	14,2	12,9	7,1	25,7	22,5	***16,5***
Mv 12R	4,9	22,5	20,2	11,0	2,5	***12,2***
Átlag	***9,1***	***19,2***	***26,8***	***24,7***	***13,5***	***18,7***

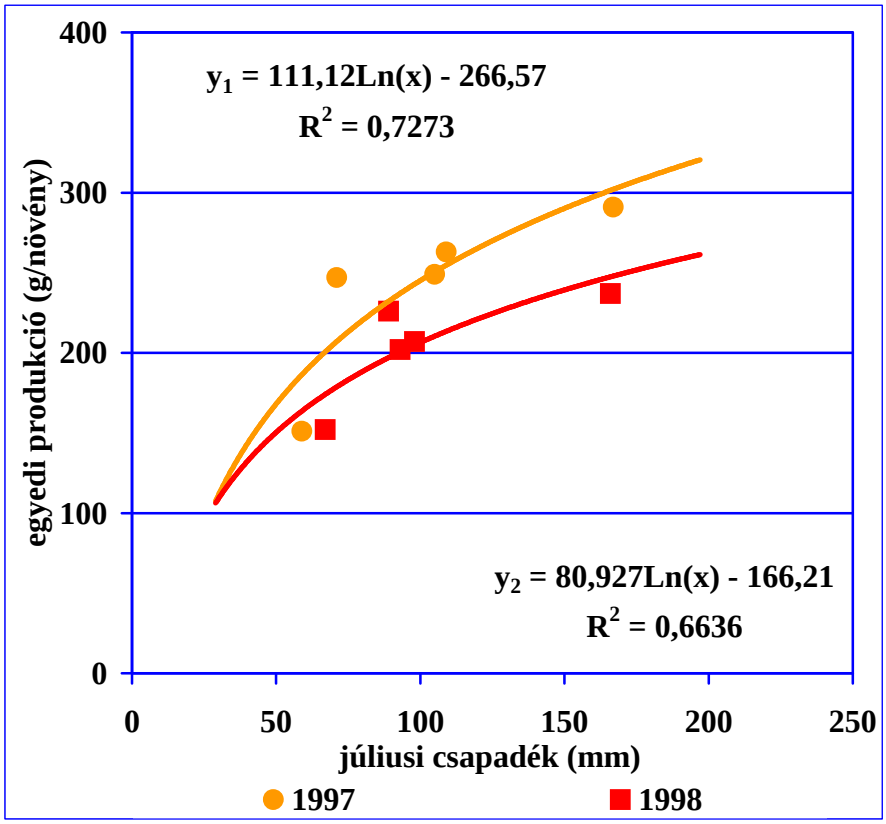
5.1.4. A termőhely és az évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra

Az évjárat módosító hatása nem egyformán érvényesült az egyes termőhelyeken (*2. ábra*). Keszthelyen 1997-ben a sokévi átlagnál kevesebb eső esett, ugyanakkor májustól-júliusig a sokéves átlagot meghaladta a csapadék mennyisége. Ennek köszönhetően 1997-ben a hibridek (egyenes és reciprok keresztezések átlagában) átlagos produkciója 263,0 g/növény volt. 1998-ban a májustól-júliusig lehullott csapadék kevesebb volt, mint az előző évben, ennek tudható be a hibridek kisebb teljesítménye (224,0 g/növény). Göncön a két évjárat között csupán 12 g/növény különbség volt (255, 243 g/növény). Ezen a termőhelyen a csapadék mennyisége mindkét évben kielégítő volt, az 1998. évi kisebb átlaghozam a hűvösebb időjárással volt magyarázható. Gyöngyösön az évjárat nem okozott igazolható eltérést a hibridek teljesítményében. 1997-ben vetéstől júliusig csapadékhiány jellemezte a területet, 1998-ban több eső esett, de júliusban a hőségnapok száma elérte a 11-et. Ezen a termőhelyen volt a legkisebb a hibridek átlagtermése (157, 157 g/növény). Sopronhorpácson 1997-ben jó volt a csapadék ellátottság, különösen a júliusi eső mennyisége. Ennek következtében 1997-ben a legnagyobb átlagtermést itt érték el a hibridek (295 g/növény). 1998-ban vetéstől egészen a virágzásig csapadékhiány mutatkozott ebben a térségben. Ennek következtében a másodcsövek előfordulásának gyakorisága csökkent, ez okozhatta a 90 g-os termés visszaesést az előző évhez képest (205 g/növény). Martonvásáron a két évjárat között 45 g/növény volt a különbség a hibridek átlagos termésében (252, 207 g/növény). Itt mindkét évben öntöztünk a kukoricák virágzása idején. Az 1997. évi nagyobb eredmény annak köszönhető, hogy a hőmérséklet kedvezőbb volt, a légköri aszály 1998-ban sújtotta nagyobb mértékben a növényeket.

A júliusi csapadék és az egyedi produkció kapcsolatát hiperbola függvény illesztésével jellemeztük, és kiszámítottuk a korrelációs együtthatókat is. 1997-ben a vizsgált tulajdonságok között szorosabb volt a korreláció (y_1 = 0,723), mint 1998-ban (y_2 = 0,663) (*3. ábra*).



2. ábra A termőhely x évjárat kölcsönhatása az egyedi produkcióra a vizsgált tényezők átlagában



3. ábra Az egyedi produkció és a júliusi csapadék közötti korreláció a termőhelyeken a vizsgált tényezők átlagában

5.2. A vizsgált tényezők hatása a hibridek növény- és csőeredési magasságára

A *22. táblázatban* a növény- és csőmagasság *MQ* értékeit és az F-érték szignifikancia-szintjeit tüntettük fel. A négy tényező hatása és kölcsönhatása a vizsgált tulajdonságokra szignifikáns volt P=0,1 %-os szinten. A vizsgált faktorok közül a növénymagasságra legnagyobb befolyása a termőhelynek volt, ezt követte csökkenő sorrendben az évjárat, a fajta és a tőszám hatása. A kölcsönhatások közül legnagyobb volt a termőhely x évjárat hatása, legkisebb a fajta x termőhely x tőszám hatása. A csőeredési magasságra legnagyobb mértékben az évjárat hatott, ezt követte csökkenő sorrendben a termőhely, a fajta és a tőszám hatása. A kölcsönhatások közül a termőhely x évjárat befolyásolta legerősebben a főcső inzerciót, legkisebb hatást a fajta x termőhely x tőszám fejtett ki.

22. táblázat A fajta, a termőhely, a tőszám és az évjárat hatása a hibridek növény- és csőmagasságára

A négytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérlet varianciaananlízisének eredménytáblázata

Tényezők	***FG***	***Növénymagasság***	***Főcsőmagasság***
		MQ	
Fajta (A)	23	44 190,108***	11 310,028***
Termőhely (B)	4	189 073,001***	49 752,412***
Tőszám (C)	2	10 978,709***	8 324,635***
Évjárat (D)	1	55 825,167***	100 559,557***
A x B	92	709,229***	357,433***
A x C	46	304,457***	164,427***
A x D	23	768,717***	492,680***
B x C	8	2 594,930***	221,174***
B x D	4	125 410,453***	26 157,861***
C x D	2	2 301,050***	1 710,667***
A x B x C	184	160,601***	132,586***
A x B x D	92	285,369***	249,937***
A x C x D	46	190,386***	143,113***
B x C x D	8	2 940,361***	1 175,019***
A x B x C x D	184	213,857***	146,529***
Hiba	1438	22,031	21,374

Szignifikanciaszintek jelölése: ***P=0,1 %, **P=1 %, *P=5 %

5.2.1. A termőhely és az évjárat kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra

A vizsgált tényezők közül a kukorica növények fenotípusos variabilitására legnagyobb hatása a termőhelynek volt. A kukorica szülőtözsek és hibridek növénymagassága a termőhelyeken a klimatikus tényezők, elsősorban az adott évben lehullott csapadék függvényében alakult. Keszthelyen, 1997-ben a kukorica növények magassága nagyobb volt, mint 1998-ban (a reciprok hibrideknél azonos) (*4. ábra*). Ugyanakkor Göncön a szár megnyúlásához az 1998-as év időjárása volt kedvezőbb, mind a szülőtörzsek, mind a hibridek magassága ebben az évben volt a nagyobb. Gyöngyösön a növények növekedéséhez az optimálisabb feltételek 1997-ben voltak adottak, így a szülőtörzsek és a hibridek is ebben a kísérleti évben érték el a nagyobb átlagmagasságokat. Sopronhorpácson - csakúgy, mint a gönci termőhelyen - az 1998-as év kedvezőbb volt a szár növekedéséhez. Martonvásáron szintén az 1998-as évben nőttek nagyobbra a növények. Az egyes termőhelyeken és évjáratokban a főcsőmagasság a növénymagassághoz hasonlóan alakult (*5. ábra*). Kivételt képezett a keszthelyi termőhely, ahol a szülőtörzsek főcsövei - a hibridekkel ellentétben - 1997-ben magasabban helyezkedtek el.

5.2.2. A fajta és a termőhely kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra

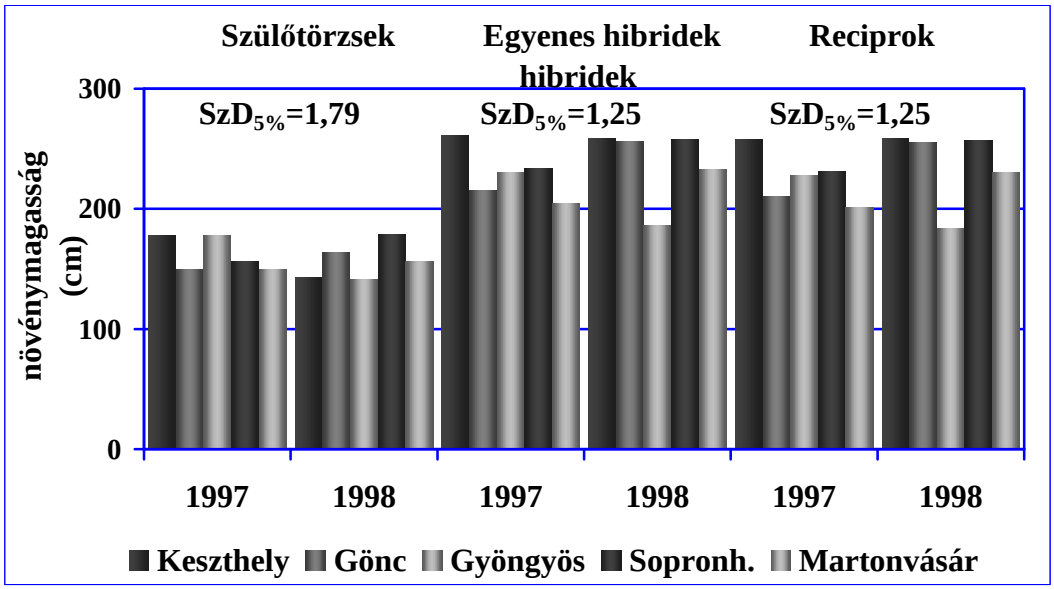
Két év átlagában a szülőtörzsek legnagyobb magasságukat a sopronhorpácsi területen érték el (167,77 cm), a legalacsonyabb szár a martonvásári kísérletben jellemezte a növényeket (152,81 cm) (*M 6. táblázat*). A szülőtörzsek átlagos csőmagassága szintén a sopronhorpácsi területen volt a legnagyobb (61,36 cm), a legalacsonyabban a gönci területen nőtt növények főcsövei helyezkedtek el (48,29 cm) (*M 7. táblázat*).

Mind az egyenes, mind a reciprok hibridek a keszthelyi téren érték el a legnagyobb átlagos magasságukat (259,92; 258,39 cm), a legkisebb növénymagasságokat a gyöngyösi termőhelyen mértük mind az egyenes, mind a reciprok hibrideknél (208,03; 205,90 cm). A növénymagassággal összhangban a keszthelyi termőhelyen volt a legnagyobb a főcsövek talajtól mért távolsága (109,21; 107,23 cm), a legkisebb távolságot a gyöngyösi kísérletben mértük a hibrideknél (82,75; 80,88 cm).

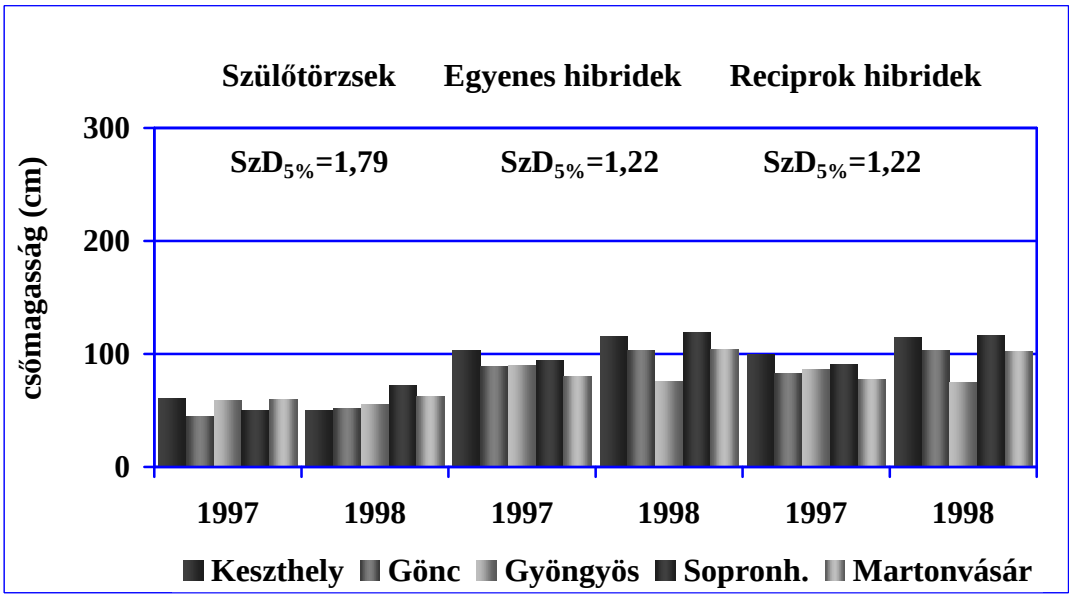
Minden termőhelyen a legnagyobb származmagasságot az *Mv 6* és *Mv 7* hibridpár érte el, valamint a legnagyobb főcsőmagasságot is (kivéve az *Mv 7* hibridet Göncön). Mindkét hibrid anyai szülőtörzse a legmagasabb Iodent származású törzs volt (*HMv 3*), apai komponensük az alacsony növésű, mindszentpusztai törzsek voltak (*HMv 6, HMv 7*). A szülőtörzsek genetikai távolsága ebben a kombinációban volt a legnagyobb.

Kiszámoltuk a heterózis mértékét a vizsgált paramétereknél. Növénymagasság esetén a heterózis mértéke legnagyobb volt a keszthelyi (162,08; 161,13 %), legkisebb a gyöngyösi

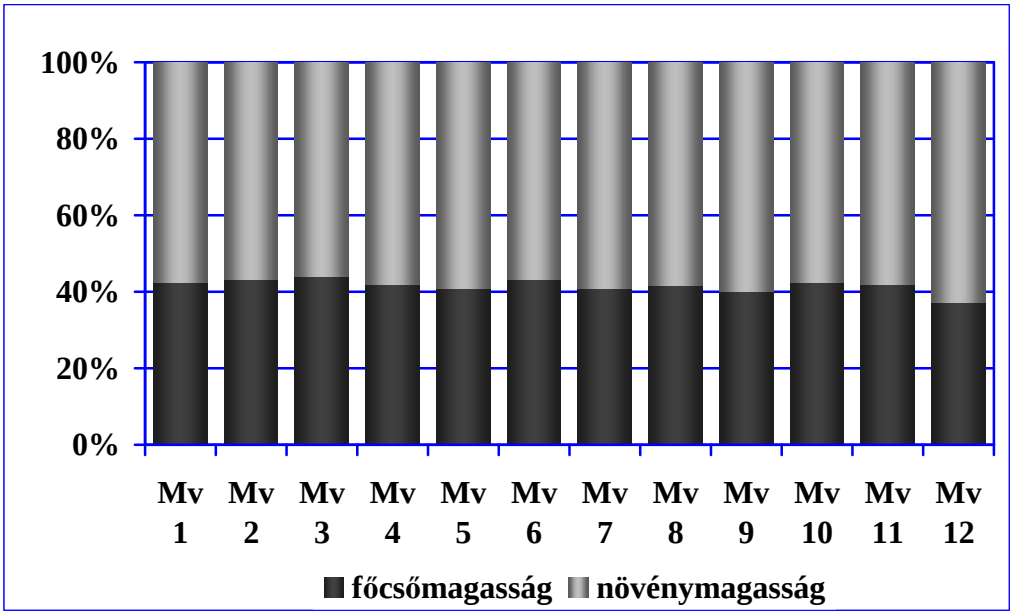
termőhelyen (130,15; 128,81 %). A csőmagasság vonatkozásában nagyobb mértékű volt a heterózis. Legnagyobb volt az egyenes hibrideknél Göncön (198,85 %), a reciprok hibrideknél Keszthelyen (193,75 %), a legkisebb hibridvigor a gyöngyösi növényeket jellemezte (144,77; 141,79 %).



4. ábra A termőhely x évjárat kölcsönhatása a növénymagasságra a vizsgált tényezők átlagában



5. ábra A termőhely x évjárat kölcsönhatása a csőmagasságra a vizsgált tényezők átlagában



6. ábra A hibridek növény- és főcsőmagasságának aránya a vizsgált tényezők átlagában (%)

Vizsgáltuk a növény- és csőmagasság arányát a hibrideknél (*6. ábra*). A két tulajdonság aránya stabil viszonyszám volt a genotípusoknál (egyenes és reciprok keresztezéseknél). Az 1997-es évben az egyenes hibrideknél ez az arányszám 0,33-0,41, a reciprok hibrideknél 0,35-0,42 intervallumban változott. Az 1998-as csapadékos évben a szár internódiumai jobban megnyúltak, mint az előző évben, ennek köszönhetően a növények főcsövei magasabban helyezkedtek el. 1998-ban a két tulajdonság aránya az egyenes hibrideknél 0,40-0,44, a reciprok hibrideknél 0,40-0,46 közt változott.

5.2.3. A termőhely és a tőszám kölcsönhatása a növény- és csőmagasságra

A varianciaanalízis eredménytáblázata alapján megállapítottuk, hogy a fő tényezők közül (a vizsgált tőszám tartományban) a tőszámnak volt a legkisebb hatása a növény- és csőmagasságra. Az egyenes (E) és a reciprok hibridek (R) növénymagassága legkisebb volt az 51 000 tő/ha sűrűségben (228,51; 227,61 cm), a tőszám növelése a növények (internódiumok) megnyúlását okozta. A hibridek átlagában a 68 880 és a 94 390 tő/ha sűrűségben lévő növények magassága igazolhatóan nem különbözött egymástól. Az egyenes hibridek átlagos magassága szignifikánsan nagyobb volt e két utóbbi tőszámkísérletben (236,23; 236,27 cm), mint a reciprok hibrideké (233,59; 233,20 cm).

A termőhely és a tőszám kölcsönhatás vizsgálatakor az derült ki, hogy több termőhelyen, mindhárom tőszámkísérlet között igazolható eltérések voltak (*7. ábra*). Keszthelyen a 68 880 és a 94 390 tő/ha kísérletekben igazolhatóan nem különbözött a hibridek átlagos magassága (253,33; 263,40; 263,01 cm). Göncön igazolható eltéréseket mértünk a tőszámkísérletek közt (225,56;

237,57; 245,28 cm). Gyöngyösön a növények a legnagyobb magasságukat a 68 880 tő/ha kísérletben érték el, a másik két tőszámkísérlet átlaga közti különbség nem volt szignifikáns (205,56; 211,74; 206,81 cm). Sopronhorpácson a hektáronkénti tőszám növelése a növénymagasság növekedését eredményezte (239,07; 247,01; 251,01 cm). Martonvásáron a növények szára legnagyobb volt a 68 880 tő/ha kísérletben, a tőszám további növelésével igazolhatóan csökkent a növények magassága (219,03; 221,42; 215,22 cm). A reciprok hibridek növénymagassága a termőhelyeken és tőszámkísérletekben ugyanúgy alakult, mint az egyenes hibrideké, kivéve a keszthelyi termőhelyet, ahol a tőszám növelésével nőtt a növények magassága, a különbség szignifikáns volt.

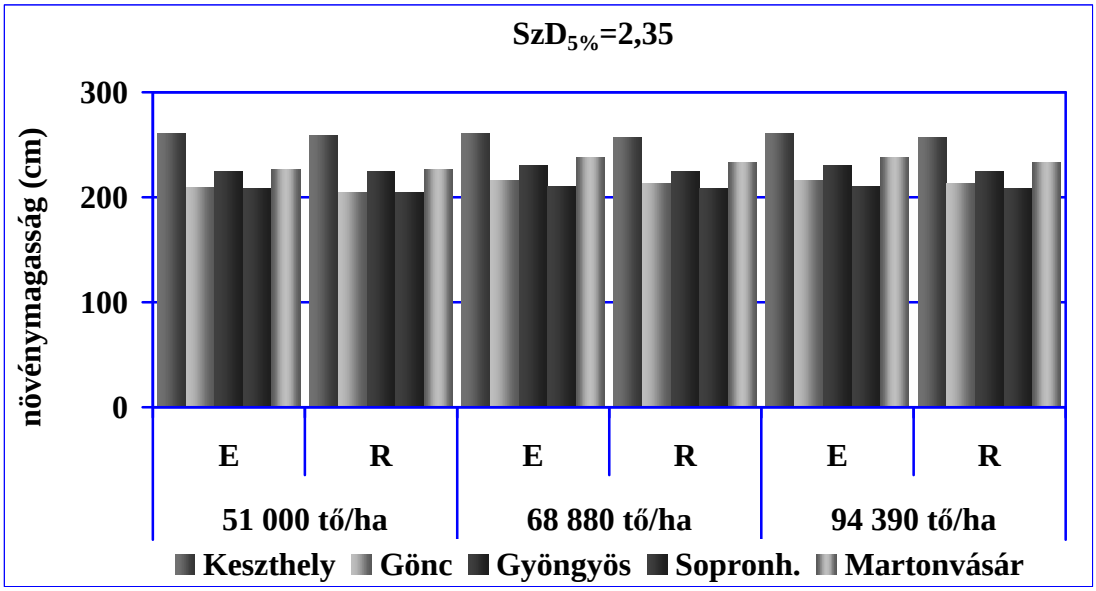
A csőmagasság vonatkozásában is vizsgáltuk a tőszám x termőhely kölcsönhatást. Keszthelyen és Sopronhorpácson a növények csőmagassága igazolhatóan nem különbözött a 68 880 és a 94 390 tőszámkísérletek között, a másik három termőhelyen viszont igazolhatóak voltak az eltérések. Göncön a tőszám növelésével a főcsövek egyre magasabban helyezkedtek el. Gyöngyösön a 68 880 tő/ha sűrűségben volt legnagyobb a főcső inzerció, és ugyanez a tendencia érvényesült Martonvásáron is (*8. ábra*). A reciprok hibrideknél a tőszám növelésével a főcsövek igazolhatóan magasabban helyezkedtek el, két termőhelytől eltekintve. Gyöngyösön nem különbözött igazolhatóan az 51 000 és a 68 880 tő/ha kísérletben a főcsövek átlagos magassága, Martonvásáron pedig a 68 880 tő/ha sűrűségben helyezkedtek el legmagasabban a csövek.

Elvégeztük az egyenes és a reciprok hibridek növénymagasságának stabilitás vizsgálatát a CV (%) értékek alapján (*M 8. táblázat*). Az egyenes hibridek növénymagasságának variációs koefficiense 9,38-11,03 % közti intervallumban változott. A legnagyobb varianciát a legsűrűbb állományban tapasztaltuk. A reciprok hibridek vizsgált paraméterének variációs koefficiense 9,16-11,49 % intervallumban változott. Nagyobb variancia jellemezte a hibrideket a legsűrűbb állományban, mint a tág térállásban termesztetteket. Azonban jelentős mértékben változott néhány hibrid magassága a termőhelyek közt a legritkább állományban is (*Mv 8R, Mv 10R, Mv 11R*).

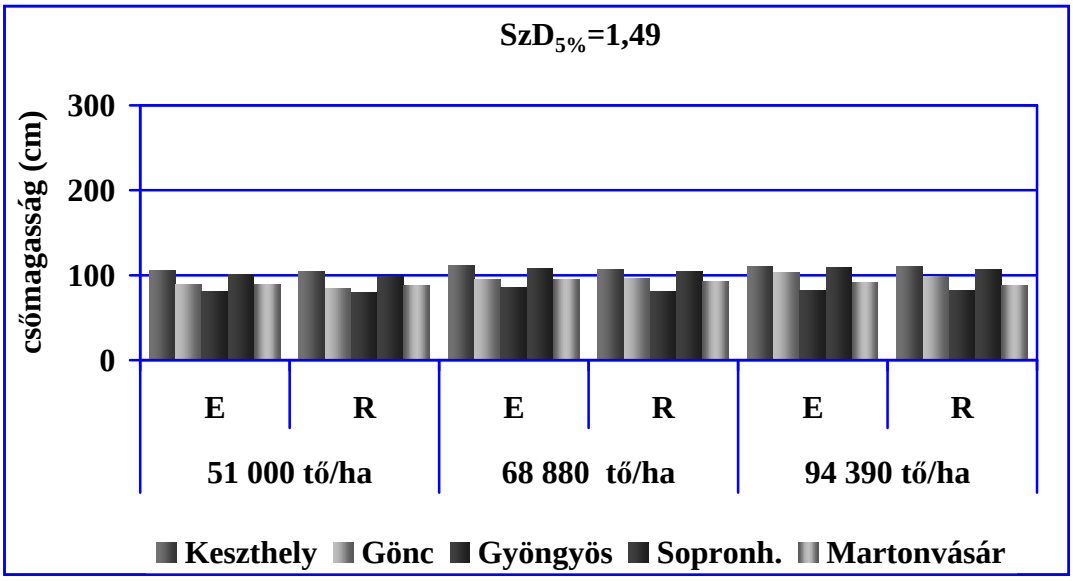
1998-ban a növények átlagos magassága nagyobb volt, ennek köszönhetően a CV (%) értékek is nagyobbak voltak, mint 1997-ben. A tőszám növelésével nőtt a vizsgált paraméter relatív szórása. Az egyenes hibridek CV értéke 11,68-16,17 %, a reciprok hibrideké 11,80-16,26 % közötti intervallumban változott átlagosan. A legsűrűbb állományban a hibridek magasságának relatív szórása 20 % körül volt. A legnagyobb értékek az *Mv 4, Mv 5, Mv 6* és *Mv 9* hibrideket jellemezték. A reciprok hibrideknél ugyanez volt a tendencia, csak ezek az értékek valamivel kisebbek voltak.

A hibridek főcsőmagasságának CV (%) értéke 1997-ben nagyobb volt, mint a növénymagasságé (11,51-13,91 %) (*M 9. táblázat*). Ugyanakkor ennél a vizsgált paraméternél is 68 880 tő/ha kísérletben kaptuk a kisebb értékeket. A reciprok hibrideknél ugyanez volt a tendencia, viszont nagyobb CV (%) értékek jellemezték ezeket a kombinációkat (11,68-15,54 %). Az 1998-as

évben a nagyobb növénymagasság nagyobb főcsőmagasságokat eredményezett, ez megnövelte a termőhelyek közötti, és a tőszámok közötti varianciát mind az egyenes (15,89-20,08 %), mind a reciprok hibrideknél (15,67-19,70 %). A legnagyobb varianciát 1998-ban is a legsűrűbb állomány okozta (20,08; 19,70 %).



7. ábra A termőhely x tőszám kölcsönhatása a növénymagasságra a vizsgált tényezők átlagában



8. ábra A termőhely x tőszám kölcsönhatása a csőmagasságra a vizsgált tényezők átlagában

5.3. A vizsgált tényezők hatása a hibridek asszimilációs levélfelületének nagyságára

A négytényezős varianciaanalízis eredménytáblázatának *MQ* értékei alapján megállapítottuk, hogy a főcső fölötti átlagos levélhosszúságra és -szélességre mind a fő tényezők hatásai, mind a kölcsönhatások igazolhatóak voltak P=0,1 %-os szinten (*23. táblázat*). A főcső fölötti levelek számára a fő tényezők hatásai P=0,1 %-os szinten igazolhatóak voltak, a kölcsönhatások közül néhány nem volt szignifikáns. A levélhosszúságra legnagyobb hatása az évjáratnak volt, ezt követte csökkenő sorrendben a termőhely, a fajta és a tőszám hatása. A kölcsönhatások közül a termőhely x évjárat befolyásolta legnagyobb mértékben a vizsgált tulajdonságot, a legkisebb befolyása a tőszám x évjárat kölcsönhatásnak volt. A levélszélességre legnagyobb hatása szintén az évjáratnak volt, ezt követte csökkenő sorrendben a termőhely, a tőszám és a fajta hatása. A kölcsönhatások közül legnagyobb volt a termőhely x évjárat befolyása, legkisebb a négy fő tényező kölcsönhatása (A X B X C X D). A főcső fölötti levelek számára legnagyobb befolyása a termőhelynek volt, ezt követte csökkenő sorrendben a fajta, a tőszám és az évjárat hatása. A kölcsönhatások közül legerősebb volt a termőhely x tőszám befolyása a vizsgált paraméterre, leggyengébb hatást a fajta x termőhely x tőszám fejtett ki.

5.3.1. Az évjárat hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára

1997-ben a főcső fölötti levelek igazolhatóan hosszabbak voltak, mint 1998-ban (80,53; 75,73 cm), a levelek szélessége ugyanezt a tendenciát mutatta (11,31; 10,75 cm). A levelek számára az évjárat módosító hatása nem volt jelentős. Igaz, hogy 1998-ban a növények szára nagyobb volt, mint 1997-ben, azonban ez nem a nóduszszám növekedésének volt köszönhető, hanem az internódiumok megnyúlásának. A főcső fölötti asszimilációs levélfelület nagyságát a Montgomery-féle képlettel számoltuk ki. Az egyenes hibridek főcső fölötti átlagos levélfelülete szignifikánsan nagyobb volt 1997-ben (4 166,88), mint 1998-ban (3 791,66 cm^2) volt. A reciprok hibrideket szintén igazolhatóan nagyobb főcső fölötti levélfelület jellemezte 1997-ben (4 055,67 cm^2) , mint 1998-ban (3 745,16 cm^2).

23. táblázat A fajta, a termőhely, a tőszám és az évjárat hatása a hibridek levélhosszúságára, és -szélességére, levélszámára és címerág számára

A négytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérlet varianciaananlízisének eredménytáblázata

Tényezők	***FG***	***Levélhosszúság***	***Levélszélesség***	***Levélszám***	***Címerágszám***
			MQ		
Fajta (A)	23	2 003,919***	15,306***	24,002***	403,325***
Termőhely (B)	4	7 157,896***	86,135***	90,296***	28,015***
Tőszám (C)	2	33,875***	34,548***	8,643***	125,793***
Évjárat (D)	1	10 044,891***	149,363***	4,356***	413,438***
A x B	92	30,519***	1,158***	1,584***	6,874***
A x C	46	31,473***	0,990***	1,314***	4,998***
A x D	23	38,286***	1,989***	0,151^{NS}	27,489***
B x C	8	203,294***	6,247***	2,361***	13,827***
B x D	4	4 166,141***	50,765***	0,405 ^{NS}	287,247***
C x D	2	4,742***	4,556***	0,092 ^{NS}	13,776***
A x B x C	184	20,730***	0,804***	0,893***	6,143***
A x B x D	92	30,302***	0,845***	0,075 ^{NS}	11,667***
A x C x D	46	26,529***	1,146***	0,044 ^{NS}	4,548***
B x C x D	8	393,539***	2,933***	0,059 ^{NS}	13,743***
A x B x C x D	184	26,153***	0,785***	0,082 ^{NS}	4,734***
Hiba	1438	6,580	0,375	0,176	0,766

Szignifikanciaszintek jelölése: ***P=0,1 %, **P=1 %, *P=5 %, ^{NS}=nem szignifikáns

5.3.2. A termőhely hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára

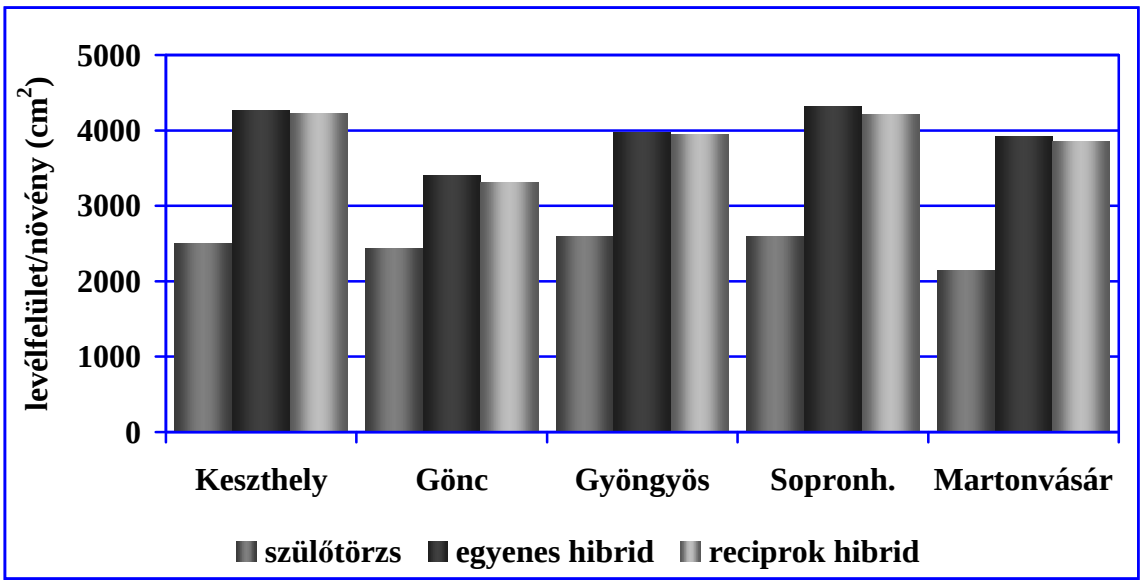
A szülőtörzsek főcső fölötti leveleinek átlagos hosszúsága Keszthelyen volt a legnagyobb (64,58 cm), a legkisebb átlagos levélhosszúság a martonvásári kísérletben jellemezte a törzseket (58,07 cm) (*M 10. táblázat*). Az egyenes hibridek főcső fölötti leveleinek átlagos hosszúsága a keszthelyi kísérletben volt a legnagyobb (84,38 cm), a gönci és a martonvásári termőhelyen a növények átlagos levélhossza közel 10 cm-rel volt kisebb (74,52; 74,70 cm). A gyöngyösi és a sopronhorpácsi kísérletben a hibridek átlagos levélhosszúsága igazolhatóan nem különbözött (78,26; 78,78 cm). A reciprok hibridek vizsgált paramétere alapján a termőhelyek sorrendje ugyanúgy alakult, mint az egyenes hibrideké.

A törzsek átlagos levélszélessége Sopronhorpácson volt a legnagyobb (9,75 cm), és mind az egyenes, mind a reciprok hibridek ugyanitt érték el a legnagyobb levélszélességeket (11,48; 11,35 cm) (*M 11. táblázat*). A legkeskenyebb levelek a gyöngyösi törzseket és hibrideket jellemezték (9,13; 10,39; 10,29 cm).

A törzsek átlagos levélszáma tekintetében csak a gyöngyösi és a martonvásári eredmények különböztek igazolhatóan (6,02; 5,38 db) (*M 12. táblázat*). Az egyenes és a reciprok hibridek átlagos levélszáma a gönci termőhelyen volt a legkevesebb (5,41; 5,39 db), ez az eredmény minden termőhelytől igazolhatóan eltért. A keszthelyi és a gyöngyösi termőhelyen a hibridek eredményei közt a különbség szintén szignifikáns volt.

Mindhárom vizsgált paraméternél kiszámítottuk a heterózis mértékét. A levélhosszúság tekintetében a keszthelyi kísérletben múlták felül legnagyobb mértékben az utódok (egyenes, reciprok keresztezések) a szülői átlagokat (130,67; 130,42 %), a levélszélesség tekintetében a gönci és a martonvásári területen nőtt hibridek (120,71; 118,64 %), míg levélszám vonatkozásában a legnagyobb mértékű heterózis a martonvásári termőhelyen jellemezte a hibrideket (118,90, 117,77 %). A gönci kísérletben a hibridek levélszáma nem érte el a szülői átlagot (95,11; 94,78 %).

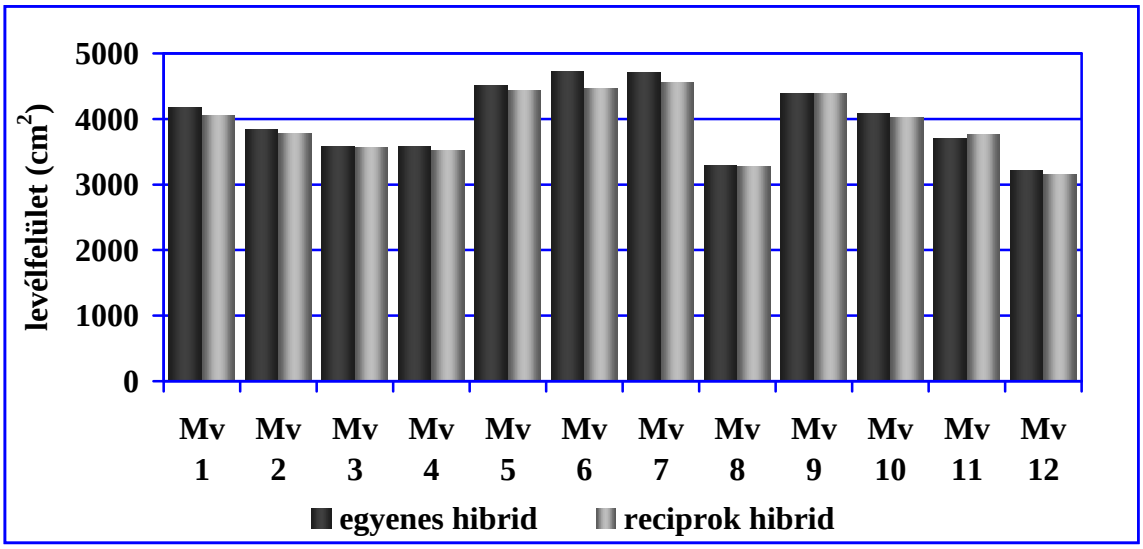
A mért adatokból a Montgomery-féle képlet segítségével kiszámoltuk az egy növényre jutó, főcső fölötti asszimilációs levélfelület nagyságát termőhelyenként (*9. ábra*). A törzsek főcső fölötti asszimilációs levélfelülete tekintetében a termőhelyek igazolhatóan különböztek. A legnagyobb levélfelület a sopronhorpácsi kísérletben jellemezte a törzseket (2588,33 cm^2), a legkisebb volt a levélfelülete a martonvásári termőhelyen nőtt törzseknek (2146,30 cm^2). Az egyenes hibridek főcső fölötti levélfelülete a sopronhorpácsi területen volt a legnagyobb (4313,96 cm^2), a legkisebb a gönci kísérletben nőtt növényeknél (3407,65 cm^2). A reciprok hibridek ugyancsak Sopronhorpácson érték el a vizsgált paraméter legnagyobb értékét (4219,48 cm^2), és Göncön nőttek a legkisebb levélfelületű reciprok kombinációk (3307,81 cm^2).



9. ábra A termőhely hatása a főcső fölötti levélfelületre a vizsgált tényezők átlagában (cm^2)

5.3.3. A fajta hatása az asszimilációs levélfelület nagyságára

A törzsek közül a *HMv 1, HMv 3* és a *HMv 5* levélhosszúsága volt a legnagyobb (*M 10. táblázat*). A legkisebb méret a *HMv 4* és a *HMv 7* törzseket jellemezte. Az egyenes hibridek közül az *Mv 6, Mv 7* és *Mv 10* hibridek 80 cm-nél nagyobb levélhosszúságot értek el, a legkisebb volt a vizsgált paraméter értéke az *Mv 8* és *Mv 12* hibrideknél. Ezekre a hibridekre az összes termőhelyeken a leghosszabb, illetve a legrövidebb méret volt a jellemző. A reciprok keresztezések eredményei megegyeztek az egyenes hibridekével.



10. ábra A hibridek főcső fölötti asszimilációs levélfelülete a vizsgált tényezők átlagában

A törzsek közül a *HMv 5* levélszélessége volt a legnagyobb, a legkeskenyebb levelei a mindszentpusztai törzseknek volt (*M 11. táblázat*). A legszélesebb levelei az *Mv 2* és az *Mv 9* hibrideknek volt, a legkeskenyebb az *Mv 8* és *Mv 12* kombinációknak. A reciprok hibrideknél ugyanezt az eredményt kaptuk.

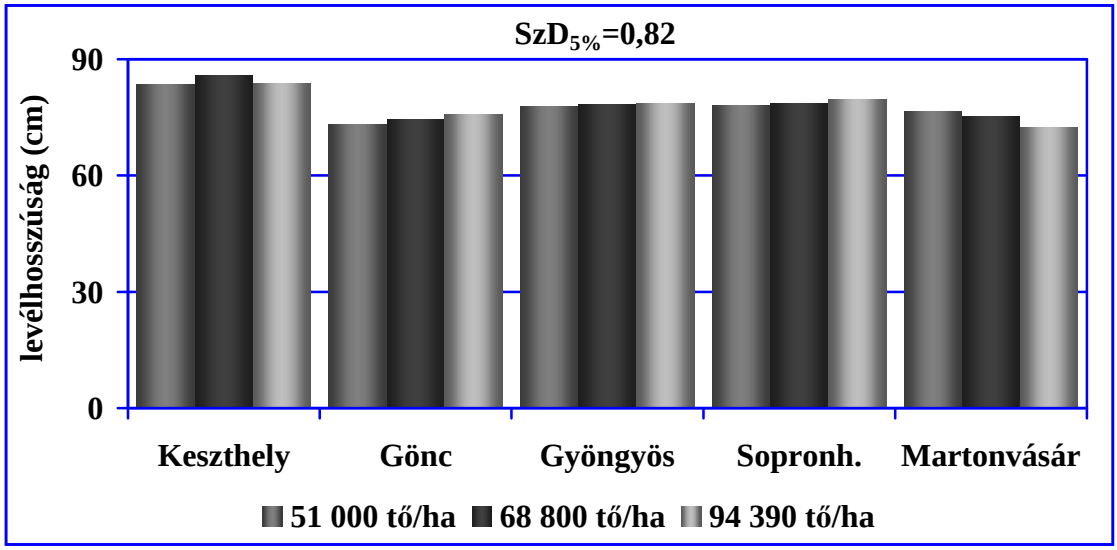
A törzsek közül a legnagyobb levélszám a *HMv 3* és a *HMv 7* (*M 12. táblázat*) törzseket jellemezte. Az egyenes hibridek közül a legnagyobb levélszáma azoknak a kombinációknak volt, ahol anyai szülőtörzsként a *HMv 3* szerepelt (*Mv 5, Mv 6* és *Mv 7*). Az *Mv 1* és *Mv 9* hibrideket is a nagyobb levélszámúakhoz soroltuk, ezekben a kombinációkban a *HMv 3* apai törzsként vett részt. Az *Mv 12* hibridnek is 6 felett volt a levélszáma, ebben a hibridben anyai szülőkomponens volt a *HMv 7*, nagy levélszámú törzs.

A legnagyobb asszimilációs levélfelülettel az *Mv 6, Mv 7* és *Mv 5* hibridek rendelkeztek (4721, 4710, 4518 cm^2). A kísérletekben a legkisebb levélfelületű hibridek az *Mv 8* és *Mv 12* voltak (3292, 3217 cm^2) (*10. ábra*).

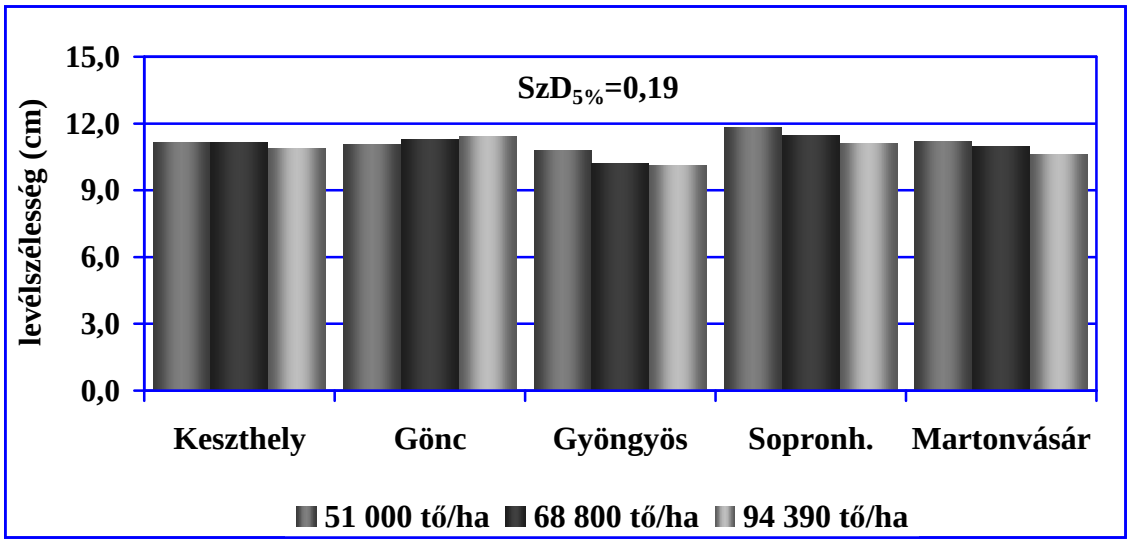
5.3.4. A termőhely és a tőszám kölcsönhatása az asszimilációs levélfelület nagyságára

Az egy növényre jutó tenyészterület nagysága is befolyásolta a vizsgált paraméterek értékeit. A tőszám változása a levélhosszúságban okozta a legnagyobb varianciát (*11. ábra*). Keszthelyen a 68 880 tő/ha, Göncön, Gyöngyösön és Sopronhorpácson a 94 390 tő/ha, Martonvásáron az 51 000 tő/ha kísérletben mértük a leghosszabb leveleket. A levélszélességre (*12. ábra*) és a levélszámra a tőszámsűrítés egyértelműbb hatással volt. A tőszám növelése a vizsgált paraméterek csökkenését okozta, keskenyebb és kevesebb lett a levelek száma. Kivételt képezett Gönc, ahol a levélszélesség nőtt a tőszám növelésével, a levelek száma pedig a 68 880 tő/ha sűrűségben volt a legnagyobb.

A tőszám növelése a növényenkénti levélfelület csökkenését okozta két termőhelyen (Gyöngyös, Martonvásár). A másik három termőhelyen viszont a növények a legnagyobb levélfelületüket a 68 880 tő/ha kísérletekben érték el. Sopronhorpácson az első két tőszámkísérletben igazolhatóan nem különbözött a hibridek főcső fölötti asszimilációs levélfelülete *(13. ábra).*



11. ábra A termőhely x tőszám kölcsönhatása a főcső fölötti levelek hosszúságára a vizsgált tényezők átlagában (cm)



12. ábra A termőhely x tőszám kölcsönhatása a főcső fölötti levelek szélességére a vizsgált tényezők átlagában (cm)

5.4. A vizsgált tényezők hatása a hibridek címerágainak a számára

A négytényezős varianciaanalízis eredménytáblázata alapján megállapítottuk (*23. táblázat*), hogy a fő tényezők hatása és a kölcsönhatások szignifikáns hatást gyakoroltak a címer elsőrendű elágazásainak a számára (a továbbiakban a címerágak számára). Az *MQ* értékek azt jelezték, hogy a vizsgált paraméterre legnagyobb hatása az évjáratnak volt, ezt követte csökkenő sorrendben a fajta, a tőszám és a termőhely hatása. A kölcsönhatások közül a termőhely x évjárat volt a legerősebb, a leggyengébb a fajta x tőszám x évjárat módosító hatása.

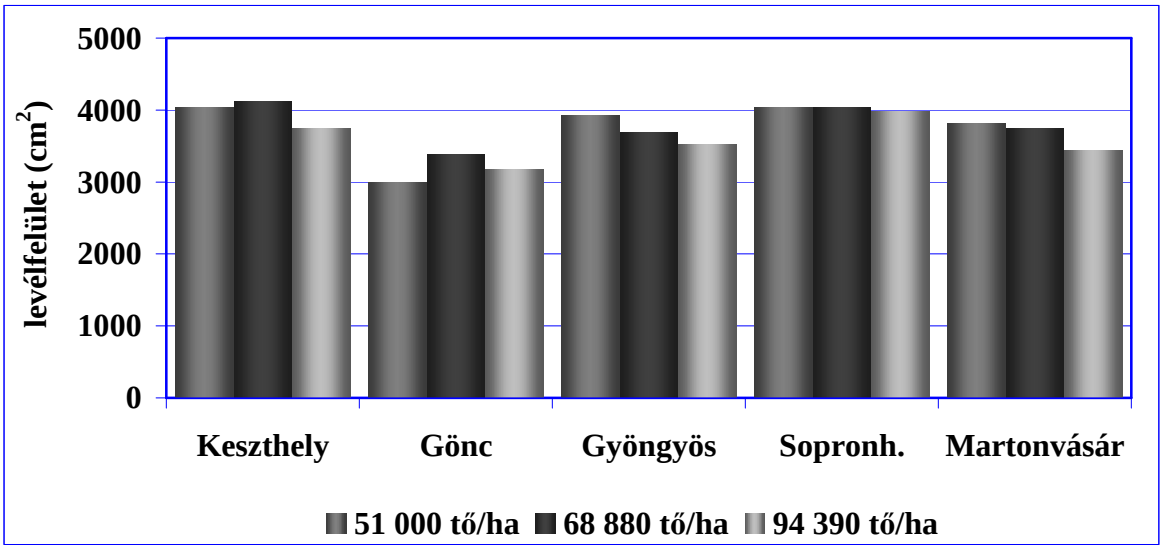
5.4.1. A fajta és az évjárat kölcsönhatása a címerágak számára

A hibridek szülőkomponenseinek címerág számában jelentős különbségek voltak. A legtöbb címerága a *HMv 7* (mindszentpusztai) és a *HMv 1* (Iodent) törzseknek volt (*M 13. táblázat*). Kevés címerág volt jellemző a *HMv 3* (Iodent), a *HMv 4* és a *HMv 5* (B 37) törzsekre. Az évjárat igazolhatóan módosította a szülőtörzsek címerág számát két kivételtől eltekintve (*HMv 1, HMv 5*).

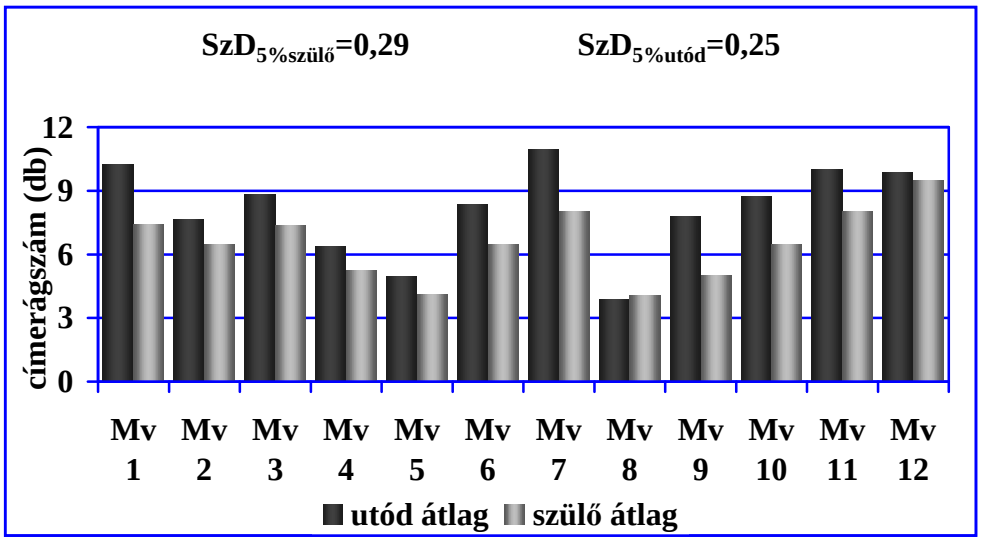
A hibridek címerág számának kialakításában a több címerágú szülő hatása jutott érvényre. A legtöbb címerág száma azoknak a kombinációknak volt, amelyekben szerepelt a *HMv 1* vagy a *HMv 7* törzs.

1997-ben a legtöbb címerága az *Mv1, Mv 7* és *Mv 12* hibrideknek volt, illetve ezek reciprok változatainak. A legkevesebb primer elágazás az *Mv 5* és az *Mv 8* hibridpárt jellemezte. 1998-ban mind az egyenes, mind a reciprok hibridek igazolhatóan több címerágat hoztak, mint 1997-ben. A legtöbb címerága ebben az évben is az *Mv 1, Mv 7, Mv 11* és *Mv 12* hibridpároknak volt.

Kiszámítottuk mindkét évben a vizsgált tulajdonságnál a heterózis mértékét. 1997-ben az egyenes hibrideknél 111,21 %, a reciprok hibrideknél csak 107,88 % volt. 1998-ban a hibridek több címerágának köszönhetően valamivel nagyobb mértékű volt a hibrid vigor, mint 1997-ben. Az egyenes hibrideknél a heterózis mértéke 120,25 %, a reciprok hibrideknél 120,47 % volt (*14. ábra*).



13. ábra A termőhely x tőszám kölcsönhatása a főcső fölötti levélfelületre a vizsgált tényezők átlagában (cm^2)



14. ábra A hibridek címerág száma a szülők átlagához viszonyítva a vizsgált tényezők átlagában

5.4.2. A tőszám és a termőhely kölcsönhatása a címerágak számára

Két év kísérleti eredményei alapján megállapítottuk, hogy a tőszám növelése a címerágak számának igazolható csökkenését okozta (*M 14. táblázat*). Mind az egyenes, mind a reciprok hibridek tág térállásban hozták a legtöbb címerágat (8,59; 8,54 db). A 68 880 tő/ha kísérletben már kevesebb címerág jellemezte a hibrideket (8,33; 8,04 db). Mind az egyenes, mind a reciprok hibridek a legsűrűbb állományban hozták a legkevesebb címerágat (7,72; 7,74 db). A vizsgált paraméter tekintetében a tőszámkísérletek közötti eltérések (a hibridek átlagában) statisztikailag igazolhatóak voltak.

Hibridenként is elemeztük a primer elágazások számát a tőszámkísérletekben. Mindhárom tőszámkísérletben a legtöbb címerágúak az *Mv 1, Mv 7, Mv 11* és *Mv 12* hibridek voltak. A legkevesebb címerág az *Mv 8* hibridet jellemezte, a legsűrűbb állományban már csak 3,53 db címerága volt. A reciprok hibridek közül mindhárom tőszámkísérletben a legtöbb címerágat az *Mv 7R, Mv 11R* és *Mv 12R* hozták. A legkevesebb primer elágazás a reciprok kombinációk közül is az *Mv 8R* hibridet jellemezte.

A beltenyésztett szülőtörzsek az ökológiai eltérésekre érzékenyebben reagáltak, mint a hibridek (*M 15. táblázat*). A vizsgált tulajdonság vonatkozásában azt találtuk, hogy a szülőtörzsek átlagában a termőhelyek között igazolható eltérések voltak. A legtöbb címerágat a Gyöngyösön termesztett törzseknél vettük számba, a legkevesebb a gönci termőhelyen jellemezte a törzseket. A *HMv 3* és a *HMv 5* törzseknél figyeltük meg a legnagyobb mértékű varianciát.

Az egyenes hibridek átlagában a termőhelyek között nem találtunk igazolható eltéréseket. A reciprok hibrideknél csak a martonvásári és a gyöngyösi eredmények közt volt szignifikáns különbség a címerágak számában.

A termőhelyeken az egyenes hibrideket egyenként is számba vettük. Az *Mv 1, Mv 7, Mv 11* és *Mv 12* keresztezések mind az öt termőhelyen a legtöbb címerágat hozták. Ezekre a hibridekre a stabilitás is jellemző volt a vizsgált paraméternél. A variációs koefficiens értékeik ugyanebben a sorrendben 6,05; 4,88; 2,39 és 10,46 % volt. Mind az öt kísérleti téren a legkevesebb címerágat az *Mv 8* hibrid hozta, ugyanakkor a legnagyobb varianciát is itt tapasztaltuk (17,17 %). Ugyanazon hibridek reciprok változatai szintén a legtöbb címerágú kombinációk voltak, viszont nagyobb CV (%) érték jellemezte őket (8,45; 11,10; 4,93; 13,92 %). Az *Mv 8* reciprok változatát is a kevés címerág jellemezte, kis CV (%) érték mellett (5,76 %).

5.5. A vizsgált tényezők hatása a hibridek szemtermésének fehérje- és olajtartalmára

A beltartalmi vizsgálatok során meghatároztuk a szülőtörzsek, az egyenes, valamint a reciprok hibridek fehérje- és olajtartalmát. A szülőtörzseknél a fajta, a termőhely és az évjárat hatásait elemeztük. A hibridek esetében a vizsgált fő tényezők a fajta, a termőhely, a tőszám és az évjárat voltak.

Az *MQ* értékek alapján a szülőtörzsek fehérjetartalmára legnagyobb hatása a fajtának volt, ezt követte a termőhely és az évjárat. A kölcsönhatások közül legerősebb a fajta x termőhely, legkisebb a fajta x évjárat interakció volt.

Az *MQ* értékek alapján megállapítottuk, hogy a hibridek fehérjetartalmára a vizsgált években legnagyobb hatása a termőhelynek volt, ezt követte csökkenő sorrendben a tőszám, a fajta és az évjárat. A kölcsönhatások közül a termőhely x tőszám volt a legerősebb mind az egyenes, mind a reciprok hibrideknél, legkisebb befolyást a vizsgált paraméterre a fajta x termőhely x tőszám x évjárat gyakorolta.

Az *MQ* értékek alapján megállapítottuk, hogy a hibridek olajtartalmára a vizsgált években legnagyobb hatása a fajtának volt, ezt követte a tőszám, a termőhely és az évjárat hatása. A kölcsönhatások közül a tőszám x termőhely volt a legerősebb, legkisebb hatást a fajta x termőhely x tőszám x évjárat fejtett ki .

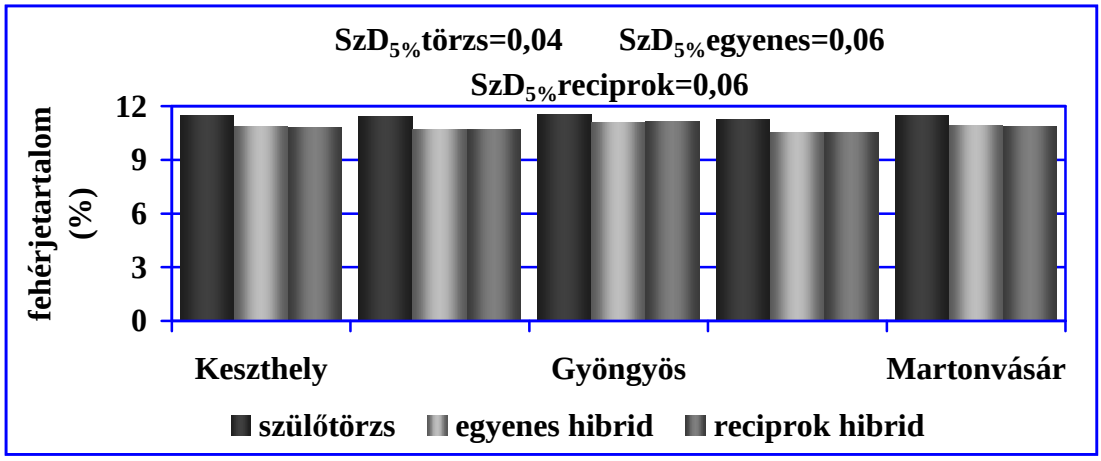
5.5.1. A termőhely hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

A szülőtörzsek fehérjetartalma - két év átlagában - Gyöngyösön volt a legnagyobb (11,55 %), és igazolhatóan különbözött minden termőhely adatától (*15. ábra*). Szignifikánsan kisebb volt a keszthelyi és a martonvásári kísérletben a törzsek fehérjetartalma (11,46; 11,47 %). A vizsgált paraméter legkisebb értékeit Göncön és Sopronhorpácson mértük (11,41; 11,28 %).

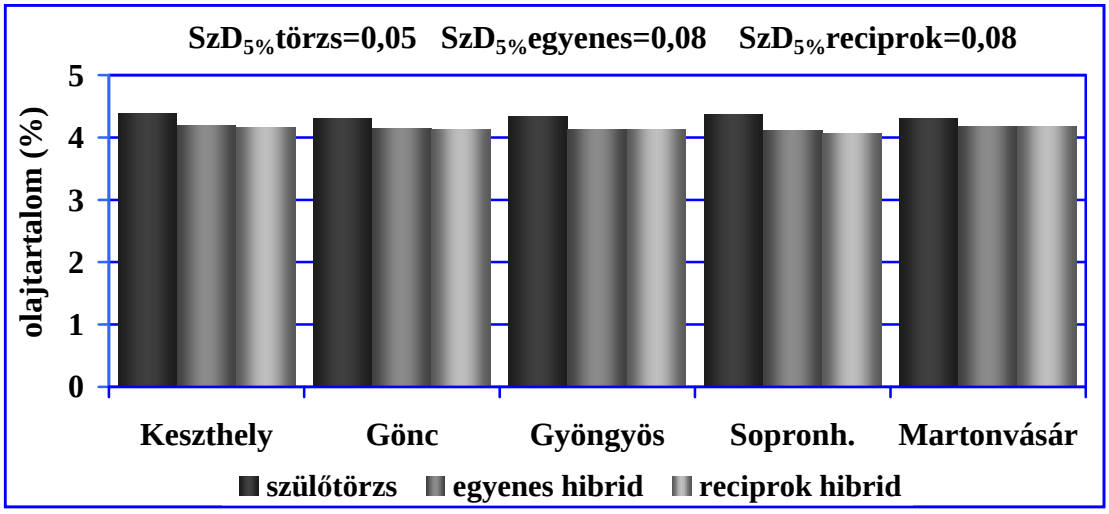
Két év és a három tőszám átlagában az egyenes hibridek a gyöngyösi és a martonvásári területen érték el a legnagyobb fehérjetartalmukat (11,11; 10,93 %). A vizsgált beltartalmi paraméter alig volt kisebb Keszthelyen, de igazolhatóan eltért az előző helyekétől (10,89 %). A hibridek Göncről és Sopronhorpácsról származó szemtermés mintáiban mértük a legkisebb fehérjekoncentrációkat (10,68; 10,55 %).

A reciprok hibridek fehérjetartalma szintén Gyöngyösön volt a legnagyobb és igazolhatóan különbözött minden termőhely adatától (11,13 %). Nem tért el egymástól igazolhatóan a keszthelyi és a martonvásári kísérlet mintáinak fehérjetartalma (10,80; 10,85 %). A vizsgált paraméter igazolhatóan legkisebb értékeit a Göncről és a Sopronhorpácsról származó hibridek mintáiban mértük, amelyek egymástól is különböztek (10,70; 10,55 %).

Összegezve az eredményeket megállapíthatjuk, hogy a vizsgált paraméter legnagyobb értékeit minden genotípus vonatkozásában Gyöngyösön mértük, a legkisebb fehérjetartalom pedig a Sopronhorpácsról származó hibridek mintáit jellemezte. A két termőhely közötti eltérés a szülőtörzsek átlagában 0,27 %, az egyenes és a reciprok hibridek átlagában 0,56 %, illetve 0,58 % volt.



15. ábra A termőhely hatása a genotípusok fehérjetartalmára a vizsgált tényezők átlagában



16. ábra A termőhely hatása a genotípusok olajtartalmára a vizsgált tényezők átlagában

Két év átlagában a szülőtörzsek a legnagyobb olajkoncentrációkat a keszthelyi, a sopronhorpácsi és a gyöngyösi kísérleti téren érték el (4,39; 4,37; 4,35 %) (*16. ábra*). Igazolhatóan kisebb volt a gönci és a martonvásári kísérletben a törzsek olajtartalma (4,30; 4,31 %).

Az egyenes hibridek olajtartalmában a termőhelyek nem okoztak igazolható különbségeket. A keszthelyi és a martonvásári kísérletben nőtt kukoricák vizsgált paramétere volt a legnagyobb

(4,20; 4,19 %). A gönci, a keszthelyi és a sopronhorpácsi növények olajtartalma valamivel kisebb volt (4,15; 4,13; 4,11 %).

A reciprok hibridek olajtartalma a sopronhorpácsi kísérletben volt a legkisebb (4,07 %) és igazolhatóan eltért a másik négy termőhely adatától, melyek közt viszont nem mértünk szignifikáns különbségeket. A Keszthelyről és a Martonvásárról származó minták tartalmazták a legnagyobb olajkoncentrációt a szemekben (4,17; 4,18 %), a gönci és a gyöngyösi termőhelyen néhány %-kal kisebb volt a szemek olajtartalma (4,13; 4,14 %).

Két év átlagában megállapítottuk, hogy a szülőtörzsek a legnagyobb olajkoncentrációkat Keszthelyen érték el, a legkisebbet Göncön, a két termőhely közt a szülőtörzsek átlagában mért különbség 0,08 % volt. Az egyenes hibridek olajtartalmában a termőhelyek nem okoztak szignifikáns eltérést. A reciprok hibridek vizsgált paraméterének legnagyobb értékeit Keszthelyen és Martonvásáron érték le, a legkisebb koncentráció a sopronhorpácsi kísérletben jellemezte a növényeket. A termőhelyek okozta legnagyobb eltérés átlagosan 0,11 % volt.

5.5.2. A tőszám hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

Kísérleti eredményeink alapján a tenyészterület nagysága és a fehérjetartalom között szoros kapcsolat volt kimutatható (*M 16. táblázat*). 1997-ben a tőszám növelése a fehérjetartalom igazolható csökkenését okozta az egyenes hibrideknél. A hibridek átlagos fehérjetartalma a 51 000 tő/ha állományban 11,04 %, a 68 880 tő/ha sűrűségben 10,82 %, míg a 94 390 tő/ha állományból származó minták fehérjetartalma 10,64 % volt. A tőszám 44 %-os növelése a fehérjetartalom 2 %-os, a tőszám további 31 %-os növelése a fehérjetartalom további 2 %-os csökkenését okozta.

A genotípusokat értékelve megállapítottuk, hogy a legnagyobb fehérjetartalma mindhárom állománysűrűségben az *Mv 12* hibridnek volt (11,59; 11,40; 11,22 %). Az *Mv 2* és az *Mv 6* hibridek is mindhárom tőszámkísérletben nagy fehérjetartalommal rendelkeztek. Tág térállásban a legkisebb fehérjetartalma az *Mv 5* hibridnek volt (10,62 %), a legsűrűbb állományban az *Mv 9* fehérjetartalma volt a legkevesebb (10,08 %).

A tőszám növelésével a reciprok hibridek fehérjetartalma is igazolhatóan csökkent. Az 51 000 tő/ha állományban 10,97 %, a 68 880 tő/ha állományban 10,84 %, a 94 390 tő/ha állományban 10,63 % volt. Csakúgy, mint az egyenes hibrideknél a tőszám 44 %-os növelése (51 000-ről 68 880 tő/ha-ra) a fehérjetartalom 2 %-os, a tőszám további növelése 68 880-ról 94 390 tő/ha-ra a fehérjetartalom további 2 %-os csökkenését okozta. Mindhárom tőszámsűrítésben az *Mv 12R* fehérjetartalma volt a legnagyobb (11,64; 11,50; 11,18 %), az *Mv 9R* hibridé a legkisebb (10,50; 10,44; 10,08 %).

1998-ban az egyenes hibridek fehérjetartalma a tőszám növelésével igazolhatóan csökkent (*M 17. táblázat*). A legnagyobb tenyészterületű kukoricák fehérjetartalma 11,04 %, a 68 880 tő/ha állományban 10,83 %, míg a legsűrűbb állományban 10,61 % volt. A tőszám növelése 51 000-ről 68 880 tő/ha-ra, majd 68 880-ról 94 390 tő/ha-ra – az előző évi eredményekkel megegyezően – a fehérjetartalom 2-2 %-os csökkenését okozta. Mindhárom tőszámkísérletben az *Mv 12* fehérjetartalma volt a legnagyobb (11,52; 11,32; 10,94 %), legkisebb fehérjetartalma alapján az utolsó helyre az *Mv 5* került (10,46; 10,28; 10,20 %).

A reciprok hibridek fehérjetartalma is igazolhatóan csökkent a hektáronkénti tőszám növelésével. Az 51 000 tő/ha állományban a minták átlagos fehérjetartalma 11,01 %, a 68 880 tő/ha állományban 10,74 %, a 94 390 tő/ha állományban 10,63 % volt. A növényszám változása 51 000-ről 68 880 tő/ha-ra a fehérjetartalom 2 %-os csökkenését okozta, míg a legkisebb tenyészterület további 1 %-kal mérsékelte a termés fehérjetartalmát. A genotípusok fehérjetartalom alapján megállapított rangsora hasonló volt, mint az egyenes hibrideknél. Az *Mv 12R* minden állománysűrűségben az első helyen állt (11,36; 11,06; 11,00 %), a legkisebb fehérjekoncentráció az *Mv 5R* és az *Mv 9R* hibrideket jellemezte.

A tenyészterület nagysága és az olajtartalom között szintén szoros korrelációt tapasztaltunk, a tőszám növelésével az olajtartalom igazolhatóan csökkent. 1997-ben az 51 000 tő/ha állományból származó minták átlagos olajtartalma 4,22 %, a 68 880 tő/ha állományban 4,14 %, a 94 390 tő/ha állományban 4,09 % volt (*M 18. táblázat*). A tőszámok közt az átlagos olajtartalomban 0,13 % volt a legnagyobb különbség. Több hibrid a tőszámsűrítésre nem reagált, a minták olajtartalma vagy megegyezett a tőszámkísérletekben, vagy szignifikánsan nem különbözött. Kivételt képzett az *Mv 5* és *Mv 9*, mindhárom tőszámkísérletben a minták olajtartalma igazolhatóan eltért. Az 51 000 tő/ha állományban a genotípusok közötti legnagyobb eltérés 0,44 % volt, a tőszám növelésével a különbség nőtt. A 68 880 tő/ha állományban 0,46 %, a 94 390 tő/ha állományban 0,52 % volt az eltérés. Minden tőszámnál megállapítottuk a hibridek rangsorát a vizsgált paraméter alapján. Az *Mv 12* olajtartalma volt a legnagyobb, az *Mv 2*, *Mv 3*, *Mv 6* és *Mv 7* hibriddel együtt az első öt helyen szerepeltek. Mindhárom tőszámkísérletben a legkisebb olajtartalma az *Mv 5* és az *Mv 9* hibrideknek volt.

A reciprok hibridek olajtartalma a tőszám növelésével igazolhatóan csökkent. Tág térállásban 4,18 %, a 68 880 tő/ha állományban 4,13 %, a legsűrűbb állományban 4,10 % volt. Több hibridnél tapasztaltuk, hogy a hektáronkénti tőszám növelése igazolhatóan nem csökkentette az olajtartalmukat, a mintáik olajtartalma a különböző tőszámkísérletekben azonos volt (kivéve az *Mv 5R* hibridet). Az 51 000 és a 68 880 tő/ha sűrűségekben a genotípusok közötti legnagyobb eltérés 0,48 %, a 94 390 tő/ha sűrűségben 0,54 % volt. Mindhárom tőszámkísérletben a legnagyobb olajtartalmat az *Mv 12R*, valamint az *Mv 2R*, *Mv 6R* és az *Mv 10R* hibridek mintáiban mértük. Az

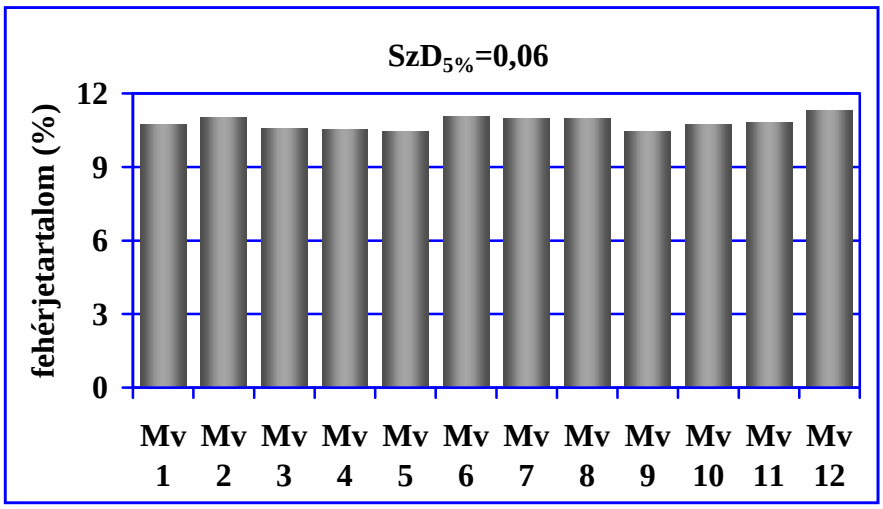
állománysűrűségtől függetlenül a legkisebb olajtartalmú hibridek az *Mv 4R, Mv 5R és az Mv 9R* voltak. A tőszámok közt az átlagos olajtartalomban 0,08 % volt a legnagyobb különbség.

1998-ban a legnagyobb olajtartalom ismét a tág térállásban elvetett növényeket jellemezte (*M 19. táblázat*). Az olajkoncentráció a tőszám növelésével igazolhatóan csökkent. Az 51 000 tő/ha állományban 4,22 %, a 68 880 tő/ha állományban 4,15 %, míg a 94 390 tő/ha állományban 4,10 % volt a hibridek olajtartalma. Elemeztük az egyes genotípusokat a vizsgált paraméter szélsőértékei alapján. Mindhárom tőszámkísérletben 0,46 %-os különbség volt a maximum és a minimum olajtartalom között, az *Mv 12* érte el a maximumot, a legkisebb olajtartalmat pedig az *Mv 5* hibrid. Megállapítottuk a hibridek rangsorát, mindhárom tőszámkísérletben a legnagyobb koncentrációt tartalmazó hibridek közé tartozott az *Mv 2,* az *Mv 6* és az *Mv 7*. A hibridek átlagos olajtartalmában a tőszámok között a különbség 0,12 % volt.

A reciprok hibridek olajtartalma a tőszám növelésével igazolhatóan csökkent. Az 51 000 tő/ha állományban 4,21 %, a 68 880 tő/ha állományban 4,14 %, a 94 390 tő/ha állományban 4,07 % volt. A reciprok hibridek között az olajtartalomban mért különbségek kisebbek voltak, mint az egyenes hibrideknél. A tág térállásban termesztett hibridek között 0,36 %, a 68 880 és 94 390 tő/ha állományban a genotípusok közötti eltérés 0,38 % volt. Mindhárom tőszámkísérletben az *Mv 12R* hibrid az első helyen állt legnagyobb olajtartalma alapján. Nagy olajtartalmuk volt még az *Mv 2R, Mv 6R* és az *Mv 7R* hibrideknek is. Mindhárom tőszámkísérletben a legkisebb olajtartalma az *Mv 4R, Mv 5R* és *Mv 9R* hibrideknek volt. A hibridek átlagos olajtartalmában a tőszámok között 0,14 % különbséget mértünk.

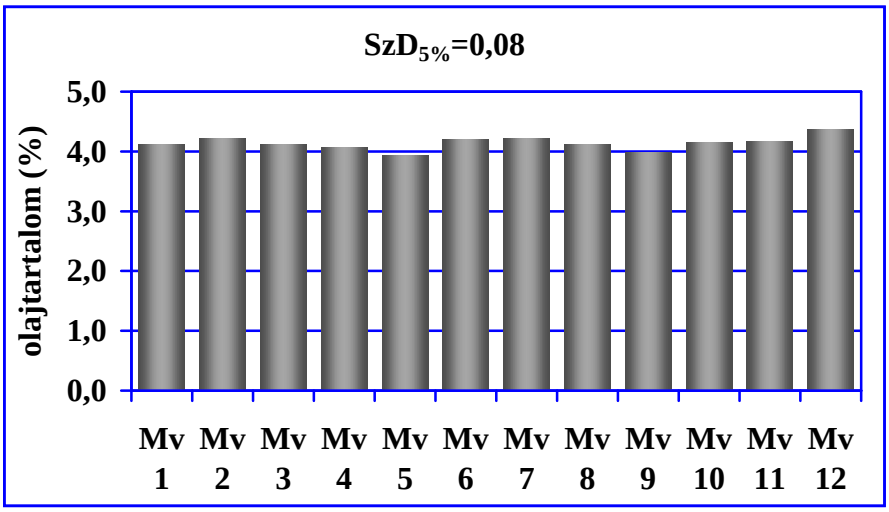
5.5.3. A fajta hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

A hibridek fehérjetartalma szignifikánsan különbözött egymástól (*17. ábra*). A vizsgált tényezők átlagában legnagyobb fehérjetartalma az *Mv 12* hibridnek volt (11,31 %), ez volt az egyetlen flint szemtípusú kukorica a kísérletben. Az *Mv 2, Mv 6, Mv 7* és *Mv 8* hibridek értek még el 11 %-on felüli fehérjekoncentrációt a kísérletekben. A legkisebb fehérjetartalmat az *Mv 5* és az *Mv 9* mintáiban mértük (10,46; 10,48 %).



17. ábra A fajta hatása a fehérjetartalomra a vizsgált tényezők átlagában

A hibridek közt az olajtartalomban is mutatkozott igazolható eltérés, de kisebb mértékű volt a fehérjetartalomban mért különbségekhez képest (*18. ábra*). Legnagyobb olajtartalma az *Mv 12* hibridnek volt (4,38 %), az *Mv 2*, *Mv 6* és *Mv 7* hibridekben pedig azonos olajkoncentrációkat mértünk (4,22 %). Legkisebb olajtartalmú hibridek az *Mv 5* és az *Mv 9* voltak (3,94; 3,98 %).



18. ábra A fajta hatása az olajtartalomra a vizsgált tényezők átlagában

5.5.4. Az évjárat hatása a szemtermés fehérje- és olajtartalmára

A legnagyobb fehérjetartalmat mindkét évben a *HMv 1*, *HMv 6* és a *HMv 7* törzsek mintáiban mértük, átlagosan 11,72; 11,65 és 11,59 %-ot (*M 20. táblázat*). A legkisebb fehérjetartalma mindkét évben a *HMv 5* törzsnek volt, átlagosan 11,11%. A törzsek közül a legnagyobb fehérjetartalmat a *HMv 1* törzs érte el 1997-ben (11,74 %), a legkisebbet a *HMv 5* törzs,

ugyancsak 1997-ben (11,08 %). 1997-ben a szülőtörzsek fehérjetartalma közti legnagyobb eltérés 0,66 %, 1998-ban 0,56 % volt.

Az egyenes hibridek átlagos fehérjetartalmában az évjárat nem okozott igazolható eltérést, ugyanakkor az egyes hibridek vonatkozásában az évjárat okozta különbség több esetben szignifikáns volt. Mindkét vizsgálati évben a legtöbb fehérjét az *Mv 2, Mv 6, Mv 7, Mv 8* és *Mv 12* hibridekben mértük, átlagosan 11,07; 11,11; 11,02; 11,07 és 11,34 %-ot. A legnagyobb fehérjekoncentrációt mindkét évben az *Mv 12* hibrid tartalmazta (11,41; 11,26 %), a legkisebbet 1997-ben az *Mv 9* (10,36 %), 1998-ban az *Mv 5* (10,31 %). 1997-ben - az egyenes hibridek között - a fehérjetartalomban mért legnagyobb eltérés 1,05 %, 1998-ban 0,95 % volt.

A reciprok hibridek átlagos fehérjetartalmában az évjárat nem okozott igazolható eltérést, azonban az egyes hibridek vonatkozásában a különbség több esetben igazolható volt. Az egyenes hibridekkel megegyezően, évjárattól függetlenül ugyanazon szülőtörzsek reciprok kombinációinak volt a legnagyobb a fehérjetartalma (*Mv 2R, Mv 6R, Mv 7R, Mv 8R és Mv 12R*), az évek átlagában 11,02; 11,02; 10,98; 10,93 és 11,29 %. A felsorolt hibridek közül mindkét évben az *Mv 12R* fehérjetartalma volt a legtöbb (11,14; 11,29 %), a legkisebb koncentrációt az *Mv 9R* mintáiban mértünk (10,34; 10,47 %). 1997-ben a reciprok hibridek között a legnagyobb eltérés 1,10 %, 1998-ban 0,67 % volt.

A genotípusok átlagában (szülőtörzsek, egyenes és reciprok hibridek) 1997-ben nagyobb eltérések mutatkoztak fehérjetartalomban (0,94 %), mint 1998-ban (0,73 %). Az egyenes és a reciprok hibrid utódok fehérjetartalma egyik évben sem múlta felül a szülői átlagot, sőt elmaradt attól.

A szülőtörzsek olajtartalmában az évjárat nem okozott igazolható eltérést (*M 21. táblázat*). A vizsgált években legnagyobb olajtartalma a *HMv 1, HMv 2, HMv 6* és *HMv 7* törzseknek volt, átlagosan 4,43; 4,47; 4,43 és 4,52 %, a legkisebb a *HMv 5* törzsnek, két év átlagában 4,11 %.

Az egyenes hibridek olajtartalmában az évjárat hatása csak három esetben volt igazolható. Minden évben az *Mv 12* vizsgált paraméterének értéke volt a legnagyobb (4,41; 4,39 %), de átlag feletti olajtartalom jellemezte az *Mv 2, Mv 6 és Mv 7* hibrideket is (4,23; 4,22; 4,22 %). A legkisebb olajtartalmat az *Mv 5* és *Mv 9* hibridek mintáiban mértük (két év átlagában 3,93 és 4,02 %). A hibridek olajtartalom alapján megállapított sorrendje a vizsgált két évben csak kismértékben változott. 1997-ben a hibridek olajtartalma közt a legnagyobb eltérés 0,47 %, 1998-ban 0,46 % volt. A reciprok hibrideknél az évjárat csak egy esetben okozott igazolható eltérést (*Mv 12R*). Mindkét évben legnagyobb volt az olajtartalma az *Mv 12R* hibridnek, két év átlagában 4,36 %. A legkisebb olajtartalmat – az egyenes kombinációkhoz hasonlóan – az *Mv 5* és *Mv 9* hibridben mértünk, két év átlagában 3,95-3,95 %-ot. A hibridek sorrendje az egyenes hibridekhez hasonlóan vagy megegyezett a vizsgált két évben, vagy egy hellyel változott, két esetet kivéve (*Mv 6R, Mv 10R*).

1997-ben a hibridek olajtartalma között a legnagyobb eltérés 0,48 %, 1998-ban 0,36 % volt. Az egyenes és a reciprok hibrid utódok olajtartalom tekintetében sem múlták felül a szülők átlagát, elmaradtak attól.

5.5.5. A fehérje- és olajtartalom összefüggése a vizsgált genotípusoknál

A kísérletben szereplő törzsek és egyszereseik fehérje- és olajtartalma szorosan összefüggött. A szülőtörzsek fehérje- és olajtartalma között a korrelációs együttható értéke 0,76 volt, az egyenes hibrideknél 0,91, a reciprok hibrideknél 0,93 %. Mindkét évben felállítottuk az egyenes és a reciprok hibridek sorrendjét a vizsgált beltartalmi tulajdonságok alapján (*24. táblázat*). Az *Mv 12* és *Mv 12 R* fehérje- és olajtartalma volt a legnagyobb a vizsgálati években. A hibrid két komponense (*HMv 6* és *HMv 7*) a legnagyobb fehérje- és olajtartalmú törzsek közé tartozott.

Az *Mv 2, Mv 6* és *Mv 7* hibridek és ezek reciprok változatai szintén a nagyobb fehérje- és olajtartalmú hibridek közé tartoztak, a beltartalmi paraméterek szorosan összefüggtek ezekben a hibridekben is. Nemcsak a legnagyobb, de a legkisebb fehérje- és olajtartalmú hibridekben is megfigyelhettük a két tulajdonság összefüggését (*HMv 4, HMv 5, HMv 9* és a reciprok változatokban is).

24. táblázat A hibridek fehérje- és olajtartalmuk alapján felállított sorrendje a vizsgált tényezők átlagában

Sorrend	***1997***				***1998***			
	egyenes		***reciprok***		***egyenes***		***reciprok***	
	fehérje	***olaj***	***fehérje***	***olaj***	***fehérje***	***olaj***	***fehérje***	***olaj***
1.	Mv 12	Mv 12	Mv 12R	Mv 12R	Mv 12	Mv 12	Mv 12R	Mv 12R
2.	Mv 2	Mv 2	Mv 2R	Mv 10R	Mv 6	Mv 6	Mv 6R	Mv 7R
3.	Mv 6	Mv 3	Mv 7R	Mv 7R	Mv 2	Mv 2	Mv 8R	Mv 2R
4.	Mv 8	Mv 6	Mv 6R	Mv 2R	Mv 7	Mv 7	Mv 7R	Mv 6R
5.	Mv 7	Mv 7	Mv 8R	Mv 6R	Mv 8	Mv 11	Mv 2R	Mv 11R
6.	Mv 11	Mv 11	Mv 10R	Mv 11R	Mv 10	Mv 10	Mv 11R	Mv 8R
7.	Mv 10	Mv 8	Mv 11R	Mv 1R	Mv 1	Mv 1	Mv 9R	Mv 1R
8.	Mv 1	Mv 10	Mv 1R	Mv 3R	Mv 11	Mv 8	Mv 1R	Mv 10R
9.	Mv 3	Mv 1	Mv 3R	Mv 8R	Mv 5	Mv 3	Mv 10R	Mv 4R
10.	Mv 4	Mv 4	Mv 4R	Mv 4R	Mv 4	Mv 4	Mv 3R	Mv 3R
11.	Mv 5	Mv 9	Mv 5R	Mv 9R	Mv 3	Mv 5	Mv 4R	Mv 9R
12.	Mv 9	Mv 5	Mv 9R	Mv 5R	Mv 9	Mv 9	Mv 5R	Mv 5R

5.6. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlító vizsgálata

5.6.1. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlítása a tulajdonságok szerint

Minden évben elvégeztük a hibridek vizsgálatát a tulajdonságok alapján háromtényezős variancianalízissel. Majd négytényezős variancianalízissel tulajdonságonként hasonlítottuk össze az egyenes és a reciprok keresztezéseket (*25/a. táblázat, 25/b. táblázat*). A megbízható eltérések előfordulásának gyakorisága szempontjából a tulajdonságok közül a növény- és főcsőmagasságot kell kiemelni. A statisztikailag igazolható különbségek ugyanakkor szakmai szempontból nem bírnak jelentőséggel. Mind a növény-, mind a főcsőmagasság esetén az eltérések alatta voltak annak a határértéknek, mely az UPOV szerint két fajta megkülönböztethetőségéhez szükséges. A növényi tulajdonságok közül a levélszámban mutatkozott a legnagyobb hasonlóság a hibridpárok között, és csupán 1998-ban tapasztaltunk - két esetben - igazolható eltérést a keresztezések között.

A vizsgált növényi tulajdonságoknál (növény- és főcsőmagasság, levélhosszúság és -szélesség) a heterózis jelensége miatt nem lehetett eldönteni, hogy az utód melyik szülő irányába mutatott elhajlást. A kismértékű heterózis miatt viszont két tulajdonságnál (levélszám, címerágszám) megállapítható volt, hogy melyik szülő hatása jutott érvényre. A *HMv 3* nagyobb levélszáma az utódokban is megmutatkozott, függetlenül attól, hogy anyai vagy apai szülőként vett részt a keresztezésekben. A szülőtörzsek közül a legtöbb címerágszáma a *HMv 7* törzsnek volt. Azok a keresztezések bírtak a legtöbb címerágszámmal, melyekben ez a törzs akár anyai, akár apai szülőként is részt vett.

Vizsgáltuk a hibridpárok egyedi produkcióját és a terméselemeket is. Az egyedi produkció nagyságát elsősorban a másodcsövek előfordulásának gyakorisága határozta meg a hibrideknél. 1997-ben négy alkalommal volt szignifikánsan bizonyított a különbség az egyenes és a reciprok keresztezések között, 1998-ban csak egy esetben (a hibridek átlagában). A hibridpárok főcsövének csutkatömege szignifikánsan egy esetben sem különbözött. Viszont a csőhossz volt az a terméselem, amelyik a legtöbb esetben különbözött a hibridpároknál. Az évjárat módosította a hibridpárok közötti eltéréseket. 1997-ben nagyobb hasonlóságot mutattak az egyenes és a reciprok keresztezések, mint 1998-ban. A hibridpárok közül a legnagyobb egyezőség az *Mv 4* és az *Mv 5* kombinációkat jellemezte a vizsgált tulajdonságok és az évek szerint is.

Az *M 2/a és az M 2/b.* ábrákon bemutatjuk a martonvásári termőhelyről származó egyenes és reciprok keresztezések egy-egy főcsövét a tőszám kísérletekből (1997-es évjáratból).

25/a. táblázat A hibridpárok különbségértékei és az F-érték szignifikanciaszintje tulajdonságok és évek szerint

Tulajdonság	*Év*	*Mv 1*	*Mv 2*	*Mv 3*	*Mv 4*	*Mv 5*	*Mv 6*
Növénymagasság, cm	1997	1,9^{NS}	4,3*	7,1*	2,1^{NS}	1,9^{NS}	3,9*
	1998	2,4*	5,0*	2,4*	7,4*	1,9^{NS}	3,9*
Főcsőmagasság, cm	1997	2,6*	3,0*	6,8*	2,1^{NS}	0,3^{NS}	8,2*
	1998	3,0*	7,3*	5,2*	0,8^{NS}	2,3*	2,4*
Levélszám, db	1997	0,2^{NS}	0,0^{NS}	0,0^{NS}	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,2^{NS}
	1998	0,3*	0,1^{NS}	0,0^{NS}	0,3*	0,1^{NS}	0,2^{NS}
Levélhosszúság, cm	1997	0,9^{NS}	1,8*	1,5*	1,0^{NS}	0,8^{NS}	0,4^{NS}
	1998	1,7*	0,7^{NS}	1,5*	0,4^{NS}	0,6^{NS}	0,3^{NS}
Levélszélesség, cm	1997	0,2^{NS}	0,3*	0,4*	0,1^{NS}	0,0^{NS}	0,2^{NS}
	1998	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,1^{NS}	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,4*
Címerágszám, db	1997	1,3*	0,3^{NS}	0,3^{NS}	0,8*	0,5*	0,3^{NS}
	1998	1,0*	0,2^{NS}	0,6*	0,4^{NS}	0,3^{NS}	0,3^{NS}
Ezerszemtömeg, g	1997	3,1^{NS}	0,7^{NS}	2,3^{NS}	2,4^{NS}	2,2^{NS}	2,2^{NS}
	1998	0,2^{NS}	0,6^{NS}	3,4^{NS}	2,1^{NS}	4,5*	2,4^{NS}
Szemsorszám, db	1997	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,7*	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,5*
	1998	0,8*	0,2^{NS}	0,3^{NS}	0,1^{NS}	0,4^{NS}	0,5*
Csőhossz, cm	1997	0,3^{NS}	0,7*	0,0^{NS}	0,2^{NS}	0,2^{NS}	1,0*
	1998	0,6*	0,2^{NS}	0,3^{NS}	0,1^{NS}	0,4*	0,3^{NS}
Egyedi produkció, g	1997	1,7^{NS}	1,2^{NS}	3,6*	1,4^{NS}	1,2^{NS}	3,1^{NS}
	1998	3,6*	0,9^{NS}	0,8^{NS}	3,1^{NS}	2,9^{NS}	0,9^{NS}
Szemtömeg, g	1997	3,1^{NS}	4,5*	2,5^{NS}	2,0^{NS}	0,5^{NS}	2,3^{NS}
	1998	3,4*	0,4^{NS}	4,4*	1,0^{NS}	1,1^{NS}	0,6^{NS}
Csutkatömeg, g	1997	0,3^{NS}	0,4^{NS}	0,0^{NS}	0,4^{NS}	0,9^{NS}	0,7^{NS}
	1998	0,4^{NS}	0,4^{NS}	0,4^{NS}	0,5^{NS}	0,8^{NS}	0,4^{NS}
Fehérjetartalom, %	1997	0,15*	0,12*	0,05*	0,09*	0,07*	0,16*
	1998	0,12*	0,03*	0,10^{NS}	0,02^{NS}	0,21*	0,02^{NS}
Olajtartalom, %	1997	0,02^{NS}	0,04^{NS}	0,10*	0,06^{NS}	0,01^{NS}	0,01^{NS}
	1998	0,00^{NS}	0,00^{NS}	0,01^{NS}	0,06^{NS}	0,05^{NS}	0,01^{NS}

Szignifikanciaszintek jelölése: *P = 5 %, ^{NS}= nem szignifikáns

25/b. táblázat A hibridpárok különbségértékei és az F-érték szignifikanciaszintje tulajdonságok és évek szerint

Tulajdonság	***Év***	***Mv 7***	***Mv 8***	***Mv 9***	***Mv 10***	***Mv 11***	***Mv 12***	***Átlag***
Növénymagasság, cm	1997	2,8*	4,3*	0,8^{NS}	5,9*	2,0^{NS}	9,1*	*3,2**
	1998	4,4*	2,7*	4,1*	2,2^{NS}	0,9^{NS}	0,8^{NS}	*1,2*^{NS}
Főcsőmagasság, cm	1997	0,3^{NS}	5,2*	0,7^{NS}	6,3*	2,4*	6,0*	*3,7**
	1998	1,9^{NS}	2,2*	7,2*	0,1^{NS}	0,3^{NS}	0,3^{NS}	*1,1*^{NS}
Levélszám, db	1997	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,0^{NS}	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,1^{NS}	*0,0*^{NS}
	1998	0,2^{NS}	0,0^{NS}	0,1^{NS}	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,1^{NS}	*0,1*^{NS}
Levélhosszúság, cm	1997	1,6*	0,9^{NS}	0,4^{NS}	1,6*	0,4^{NS}	1,6*	*0,6*^{NS}
	1998	1,9*	0,4^{NS}	2,7*	0,4^{NS}	0,3^{NS}	0,7^{NS}	*0,4*^{NS}
Levélszélesség, cm	1997	0,4*	0,4*	0,2^{NS}	0,3^{NS}	0,0^{NS}	0,3^{NS}	*0,2*^{NS}
	1998	0,4*	0,2^{NS}	0,4*	0,2^{NS}	0,2^{NS}	0,2^{NS}	*0,1*^{NS}
Címerágszám, db	1997	0,2^{NS}	0,5*	0,8*	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,1^{NS}	*0,2*^{NS}
	1998	0,3^{NS}	0,5*	0,1^{NS}	0,5*	0,4^{NS}	0,5*	*0,0*^{NS}
Ezerszemtömeg, g	1997	4,8*	1,0^{NS}	1,0^{NS}	2,2^{NS}	5,1*	2,0^{NS}	*0,4*^{NS}
	1998	5,6*	0,1^{NS}	2,3^{NS}	2,3^{NS}	1,8^{NS}	4,2*	*1,7*^{NS}
Szemsorszám, db	1997	0,2^{NS}	0,1^{NS}	0,4^{NS}	0,5*	0,6*	0,4^{NS}	*0,1*^{NS}
	1998	0,1^{NS}	0,4^{NS}	0,1^{NS}	0,4^{NS}	0,2^{NS}	0,1^{NS}	*0,1*^{NS}
Csőhossz, cm	1997	0,1^{NS}	0,2^{NS}	0,6*	0,4*	0,6*	0,2^{NS}	*0,1*^{NS}
	1998	0,3^{NS}	0,1^{NS}	0,7*	0,3^{NS}	1,0*	0,1^{NS}	*0,0*^{NS}
Egyedi produkció, g	1997	0,4^{NS}	0,7^{NS}	4,3*	4,3*	4,4*	3,0^{NS}	*2,0*^{NS}
	1998	2,2^{NS}	0,7^{NS}	2,0^{NS}	2,2^{NS}	1,7^{NS}	0,9^{NS}	*0,7*^{NS}
Szemtömeg, g	1997	2,0^{NS}	2,4^{NS}	2,0^{NS}	1,8^{NS}	1,9^{NS}	1,8^{NS}	*0,6*^{NS}
	1998	3,8*	0,5^{NS}	4,2*	2,9^{NS}	0,8^{NS}	2,5^{NS}	*1,4*^{NS}
Csutkatömeg, g	1997	0,4^{NS}	0,9^{NS}	0,8^{NS}	0,8^{NS}	0,5^{NS}	0,2^{NS}	*0,2*^{NS}
	1998	0,8^{NS}	0,2^{NS}	0,5^{NS}	0,6^{NS}	0,3^{NS}	0,5^{NS}	*0,3*^{NS}
Fehérjetartalom, %	1997	0,00^{NS}	0,13*	0,02^{NS}	0,16*	0,04*	0,03*	*0,02*^{NS}
	1998	0,07*	0,14*	0,27*	0,14*	0,15*	0,12*	*0,03**
Olajtartalom, %	1997	0,01^{NS}	0,03^{NS}	0,02^{NS}	0,08*	0,01^{NS}	0,00^{NS}	*0,01*^{NS}
	1998	0,01^{NS}	0,07^{NS}	0,12*	0,06^{NS}	0,03^{NS}	0,08*	*0,02*^{NS}

Szignifikanciaszintek jelölése: *P = 5 %, ^{NS}= nem szignifikáns

5.6.2. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlítása a heterózis szerint

Vizsgáltuk az egyenes (E), valamint a reciprok (R**)** keresztezések F1 hibridjeinél a tulajdonságok heterózisát termőhelyenként (az egyenes és a reciprok hibrid utódok átlagát a szülői átlaghoz viszonyítottuk) (*26/a., 26/b. táblázatok*). Megállapítottuk, hogy az egyes tulajdonságok heterózisa eltérő volt, és termőhelyenként is változott. A vizsgált növényi tulajdonságok közül a legnagyobb heterózis a csőmagasságot jellemezte (E=172, R=167 %), a növénymagasságnál megfigyelt értékek kisebbek voltak (147, 145 %). A Keszthelyen és a Göncön termett hibridek a vizsgált paraméterekben a legnagyobb hibridvigort mutatták. Az asszimilációs levélfelületet kialakító komponensek közül a legnagyobb heterózist a levélhosszúságban figyelhettük meg (127, 127 %), a levélszélességé kisebb volt (118, 117 %), míg a legkisebb hibridvigort - a mért növényi tulajdonságok közül - a levélszám mutatta (109, 108 %). A gönci területen az asszimilációs levélfelület két fő komponensének a hetrózisa a legkisebb volt (levélhossz, levélszám), sőt a levélszámban az utódok elmaradtak a szülők átlagától (95, 95 %).

26/a. táblázat Az egyenes és a reciprok keresztezések néhány tulajdonságának heterózisa termőhelyenként a vizsgált tényezők átlagában (%)

Tulajdonságok		***Keszthely***	***Gönc***	***Gyöngyös***	***Sopronh.***	***Martonvásár***	***Átlag***
Növénymagasság	***E***	162	151	130	146	143	***147***
	R	161	149	129	148	141	***145***
Csőmagasság	***E***	197	199	145	173	150	***172***
	R	194	193	141	169	146	***167***
Levélhosszúság	***E***	131	122	125	128	129	***127***
	R	130	121	125	128	129	***127***
Levélszélesség	***E***	118	121	114	118	120	***118***
	R	117	119	113	116	119	***117***
Levélszám	***E***	111	95	108	110	119	***109***
	R	111	95	108	109	118	***108***
Címerágak száma	***E***	110	131	109	117	114	***116***
	R	110	132	109	116	107	***114***

A címerágak számában is kismértékű volt az utódok fölénye (116, 114 %), csupán a gönci termőhelyen volt ennél nagyobb mértékű a heterózis (131, 132 %). Az egyenes és reciprok keresztezések között a vizsgált növényi paraméterekben (a termőhelyek átlagában) csupán 1-2 % volt az eltérés, egyedül a csőmagasságban tapasztaltunk 5 %-os különbséget.

A termés és a terméselemek közül a legnagyobb heterózis az egyedi produkcióban (177, 176 %), és a szemtömegben mutatkozott (182, 179 %). A martonvásári területen a hibridek termése kétszer nagyobb volt, mint a beltenyésztett törzsek átlagáé (201, 201 %). Nagy volt a heterózis még a gönci és a sopronhorpácsi termőhelyen is. A keszthelyi termőhelyen a hibridek heterózisa csupán 1,6-szorosa volt a szülőtörzsek átlagának. Egyedi produkcióban és szemtömegben a legkisebb hibridvigor a gyöngyösi termőhelyen nőtt kukoricákat jellemezte. Az egyenes és a reciprok hibridek csutkatömegének heterózisa közepes mértékű volt (142, 140), ugyanakkor a termőhelyek és a hibridpárok között ebben a paraméterben voltak a legnagyobbak a különbségek. A főcső hosszában és a soronkénti szemszámban nagyfokú hasonlóság jellemezte a hibridpárokat és a termőhelyeket is, kivéve a gyöngyösi termőhelyet, ahol a soronkénti szemszám heterózisa a legkisebb volt a hibridpároknál. Ezen a termőhelyen a légköri aszály miatt rossz volt a termékenyülés, a csövek vége üres volt, vagy a szemek aszottak voltak. Valamennyi terméselem közül a szemsorszám heterózisa volt a legkisebb, és a hibridpárok, termőhelyek közti eltérések is csekélyek voltak (106; 106 %). Ezerszemtömegben a legnagyobb mértékű heterózis a Keszthelyen és a Martonvásáron termesztett hibrideket jellemezte (131; 130 %), a hibridpárok között ugyanakkor nem volt számottevő az eltérés.

A vizsgált beltartalmi paraméterek tekintetében az utódok heterózis fölénye nem alakult ki, mind fehérje-, mind olajtartalmuk elmaradt a szülők átlagától (95, 94 %; 96, 96 %).

26/b. táblázat Az egyenes és a reciprok keresztezések néhány tulajdonságának heterózisa termőhelyenként a vizsgált tényezők átlagában (%)

Tulajdonságok		***Keszthely***	***Gönc***	***Gyöngyös***	***Sopronh.***	***Martonvásár***	***Átlag***
Egyedi produkció	***E***	162	187	151	182	201	***177***
	R	161	185	150	180	201	***176***
Szemtömeg	***E***	175	176	149	196	209	***182***
	R	176	172	146	194	207	***179***
Csutkatömeg	***E***	133	140	124	145	172	***142***
	R	136	136	119	143	168	***140***
Főcső hossza	***E***	116	121	119	121	128	***121***
	R	117	120	118	120	128	***120***
Szem/sor	***E***	134	131	118	131	133	***129***
	R	134	130	116	132	132	***129***
Szemsorszám	***E***	103	108	106	106	105	***106***
	R	103	107	107	108	105	***106***
Ezerszemtömeg	***E***	131	110	103	117	131	***118***
	R	131	110	101	116	129	***118***
Fehérjetartalom	***E***	95	94	96	94	95	***95***
	R	94	94	96	94	95	***94***
Olajtartalom	***E***	96	97	95	94	97	***96***
	R	95	96	95	93	97	***96***

5.7. A kísérleti adatok értékelése többváltozós statisztikai módszerekkel

5.7.1. A kísérleti adatok elemzése főkomponensanalízissel

A hibridek vizsgált tulajdonságainak évenkénti adatait főkomponensanalízissel is kiértékeltük (egyenes és reciprok hibridek átlagában). Többváltozós megfigyelési rendszerben különböző dimenziójú (mértékegységű) változók (súly, százalék, hosszmérték) általában együtt fordulnak elő, ezért a változók jellemző paraméterei (középértéke, szórása) közvetlenül nehezen hasonlíthatók össze (*27. táblázat*). Az eltérő dimenzionalitás problémája elkerülhető a változók transzformációjával vagy standardizálásával. A standardizált adatok már jól jellemezhetők *n* dimenziós térben is.

27. táblázat A hibridek vizsgált tulajdonságai és CV (%) értékük
(az összes tényező átlagában)

Sorszám	***Változó***	***Átlag***		***CV (%)***	
		1997	***1998***	***1997***	***1998***
1.	***Növénymagasság (cm)***	227,48	237,65	13,8	15,8
2.	***Főcsőmagasság (cm)***	89,23	102,87	18,9	20,0
3.	***Levélszám (db)***	6,09	6,18	14,9	13,2
4.	***Levélhosszúság (cm)***	80,25	75,94	9,9	9,4
5.	***Levélszélesség (cm)***	11,36	10,84	8,6	9,7
6.	***Címerágak száma (db)***	7,72	8,60	35,3	33,4
7.	***Főcső hossza (cm)***	19,46	18,44	12,9	13,7
8.	***Szemsorszám (db)***	16,06	15,86	9,3	9,6
9.	***Soronkénti szemszám (db)***	40,68	37,76	13,1	14,8
10.	***Ezerszemtömeg (g)***	325,08	332,05	19,5	16,3
11.	***Csutkatömeg (g)***	31,27	24,86	30,8	31,3
12.	***Fehérjetartalom (%)***	10,82	10,81	2,60	2,42
13.	***Olajtartalom (%)***	4,14	4,15	2,87	2,70
14.	***Szemtömeg (g)***	196,91	171,60	30,3	26,6
15.	***Egyedi produkció (g)***	240,26	204,59	39,0	28,7

Az elemzés következő lépését a standardizált változók közötti korrelációs vizsgálatok képezték (28*/a.*, 28*/b.*, *28/c. táblázatok*). A korreláció mátrix eredménytáblázata alapján megkaptuk a tulajdonságok közötti Pearson-féle korrelációs együttható értékeit és az F-próba szignifikancia-szinjeit (az összes vizsgált tényező átlagában).

28/a. táblázat A tulajdonságok közötti Pearson-féle korrelációs együttható értékei

Tulajdonságok	***Növénymag.***	***Főcsőmag.***	***Levélszám***	***Levélhossz.***	***Levélszél.***
Növénymag.		0,913**	0,450**	0,701*	0,242
Főcsőmag.	0,913**		0,272	0,468**	0,146
Levélszám	0,450**	0,272		0,192	-0,196
Levélhossz.	0,701**	0,468**	0,192		0,568**
Levélszél.	0,242	0,146	-0,196	0,568**	
Címerágsz.	0,414**	0,349*	0,097	0,232	-0,226
Főcsőhossz.	0,746**	0,542**	0,155	0,836**	0,522**
Szemsorszám	-0,077	-0,212	0,097	0,160	-0,196
Sor/szemszám	0,428**	0,276	-0,230	0,584**	0,585**
Ezerszemtöm.	0,563**	0,313*	0,200	0,817**	0,612
Csutkatömeg	0,665**	0,692**	0,056	0,618**	0,528**
Fehérjetart.	-0,316*	-0,316*	0,040	-0,284	-0,438**
Olajtart.	-0,226	-0,215	-0,124	-0,228	-0,485**
Szemtömeg	0,613**	0,429**	-0,025	0,848**	0,746**
Egyedi prod.	0,602**	0,393**	0,070	0,808**	0,725**

Szignifikancia-szintek: * → P=0,05 ** → P=0,01

A ***növénymagasság*** a csőmagassággal korrelált a legszorosabban, ez az összefüggés nagyon magas megbízhatósági szinten szignifikánsnak bizonyult (0,913) (*28/a. táblázat*). A levél- és a csőhosszal is szoros, szignifikáns kapcsolatban volt (0,701; 0,746). A vizsgált növényi tulajdonság a terméssel (egyedi produkció), valamint néhány terméselemmel (ezerszemtömeg, csutkatömeg, szemtömeg) szignifikáns, közepes erősségű, pozitív kapcsolatban állt (0,602; 0,563; 0,665; 0,613). A vizsgált beltartalmi tulajdonságok közül csak a fehérjetartalommal volt igazolható az összefüggése, a korreláció negatív előjelű volt (-0,316).

A ***csőmagasság*** közepes, pozitív összefüggései a főcső hosszával, csutkatömegével, a levél hosszával és a szemtömeggel igazolható volt, az egyéb kapcsolatai más tulajdonságokkal vagy lazák voltak, vagy nem bizonyultak szignifikánsnak.

A ***levélszám*** csak a növénymagassággal korrelált igazolhatóan, az együttható értéke közepes, pozitív kapcsolatot jelzett a két tulajdonság között (0,450). A ***levélhosszúság*** és az egyedi produkció között szoros, pozitív volt a korreláció (0,808), a terméselemekkel (szemtömeg, főcsőhossz, ezerszemtömeg) szintén szoros, pozitív, szignifikáns kapcsolat volt bizonyítható (0,848; 0,836; 0,817). A vizsgált paraméter a növénymagassággal igazolt, szoros, pozitív kapcsolatban állt (0,701), míg a főcsőmagassággal, levélszélességgel, soronkénti szemszámmal, csutkatömeggel a kapcsolata közepes, pozitív volt (0,468; 0,568; 0,584; 0,618).

28/b. táblázat A tulajdonságok közötti Pearson-féle korrelációs együttható értékei

Tulajdonságok	***Címerágsz.***	***Főcsőhossz.***	***Szemsorszám***	***Sor/szemszám***	***Csutkatömeg***
Növénymag.	0,414**	0,746**	-0,077	0,428**	0,563**
Főcsőmag.	0,349*	0,542**	-0,212	0,276	0,313*
Levélszám	0,097	0,155	0,097	-0,230	0,200
Levélhossz.	0,232	0,836**	0,160	0,584**	0,817**
Levélszél.	-0,226	0,522**	-0,196	0,585**	0,612**
Címerágsz.		0,523**	0,355*	0,351*	0,041
Főcsőhossz.	0,523**		0,089	0,765**	0,802**
Szemsorszám	0,355*	0,089		-0,103	-0,080
Sor/szemszám	0,351*	0,765**	-0,103		0,619**
Csutkatömeg	0,041	0,802**	-0,080	0,619**	
Ezerszemtöm.	-0,061	0,528**	-0,298*	0,210	0,558**
Fehérjetart.	0,283	-0,192	0,242	-0,136	-0,191
Olajtart.	0,504**	-0,060	0,284	0,033	-0,196
Szemtömeg	0,160	0,863**	0,067	0,755**	0,832**
Egyedi prod.	0,104	0,826**	0,038	0,715**	0,857**

Szignifikancia-szintek: * → P=0,05 ** → P=0,01

A ***levélszélesség*** az egyedi produkcióval és a szemtömeggel szoros, pozitív, igazolható összefüggésben állt (0,725; 0,746). A növényi tulajdonságok közül csak a levél hosszúságával volt igazolható az összefüggése, a kapcsolat közepes, pozitív volt (0,568). Néhány terméselemmel is

közepes, pozitív kapcsolatban állt (soronkénti szemszám, csutkatömeg, főcsőhossz) (0,585; 0,528; 0,522). A két beltartalmi paraméterrel az összefüggése negatív, igazolható volt (-0,438; -0,485).

A ***címerágszám*** a főcsőhosszal és az olajtartalommal közepes, pozitív, igazolható kapcsolatban állt (0,523; 0,504) (*28/b. táblázat*). A növénymagassággal a kapcsolata közepes, pozitív volt (0,414), a csőmagassággal az összefüggése szintén igazolható, de laza volt (0,349). A terméselemek közül csupán a szemsorszámmal és a soronkénti szemszámmal korrelált bizonyíthatóan, a kapcsolat mindkét tulajdonsággal laza volt (0,355; 0,351).

A ***főcsőhossz*** a szemtömeggel, a levélhosszúsággal, az egyedi produkcióval, a csutkatömeggel, a soronkénti szemszámmal és a növénymagsággal szoros, pozitív kapcsolatban volt (0,863; 0,836; 0,826; 0,802; 0,765; 0,746). Közepes, pozitív, de igazolható összefüggésben állt a főcsőmagassággal, az ezerszemtömeggel, a címerágszámmal és a levélszélességgel (0,542; 0,528; 0,523; 0,522).

A ***szemsorszám*** csak két tulajdonsággal korrelált igazolhatóan. A címerágszámmal a kapcsolata laza és pozitív volt (0,355), az ezerszemtömeggel negatív kapcsolatban állt (-0,298). A ***soronkénti szemszám*** legerősebb kapcsolata a főcső hosszával volt igazolható (0,765), de szoros, pozitív kapcsolatban volt a szemtömeggel és az egyedi produkcióval is (0,755; 0,715). Összefüggése a csutkatömeggel, a levélhosszal és -szélességgel közepes, pozitív volt (0,619; 0,584; 0,585). A címerágszámmal laza és pozitív kapcsolatot jelzett az együttható értéke (0,351). A ***csutkatömeg*** igazolt, szoros, pozitív korrelációban volt az egyedi produkcióval, a szemtömeggel, a levélhosszúságával és a főcső hosszal (0,857; 0,832; 0,817; 0,802). A növénymagassággal, a levélszélességgel, a soronkénti szemszámmal és az ezerszemtömeggel közepes, pozitív volt a kapcsolata (0,563; 0,612; 0,619; 0,558).

Az ***ezerszemtömeg*** összefüggései a növény- és csőmagassággal, a levélhosszal és – szélességgel, a főcső hosszával, a csutkatömeggel a szemtömeggel és az egyedi produkcióval közepes, pozitív és igazolható volt (0,665; 0,692; 0,618; 0,528; 0,528; 0,558; 0,652; 0,631) (*28/c. táblázat*). Irodalmi adatokkal megegyezően a beltartalmi tulajdonságokkal az összefüggése negatív előjelű volt (-0,526; -0,525). A szemsorszámmal szintén negatív előjelű volt a kapcsolata (-0,298).

A ***fehérjetartalom*** magas megbízhatósági szinten igen szoros, pozitív korrelációban állt az olajtartalommal (0,907). Ezenkívül néhány vizsgált tulajdonsággal negatív, de szignifikáns korrelációban volt (növény- és csőmagasság, levélszélesség, ezerszemtömeg, szemtömeg, egyedi produkció) (-0,316; -0,316; -0,438; -0,526; -0,408; -0,411). Az ***olajtartalom*** két tulajdonsággal pozitív összefüggést mutatott. Az előbb említett fehérjatartalmon kívül a címerágszámmal a kapcsolata közepes volt (0,504), más igazolt kapcsolatai (levélszélesség, ezerszemtömeg, szemtömeg, egyedi produkció) negatív előjelűek voltak (-0,485; -0,525; -0,325; -0,355).

28/c. táblázat A tulajdonságok közötti Pearson-féle korrelációs együttható értékei

Tulajdonságok	***Ezerszemtöm.***	***Fehérjetart.***	***Olajtart.***	***Szemtömeg***	***Egyedi prod.***
Növénymag.	0,665**	-0,316*	-0,226	0,613**	0,602**
Főcsőmag.	0,692**	-0,316*	-0,215	0,429**	0,393**
Levélszám	0,056	0,040	-0,124	-0,025	0,070
Levélhossz.	0,618**	-0,284	-0,228	0,848**	0,808**
Levélszél.	0,528**	-0,438**	-0,485**	0,746**	0,725**
Címerágsz.	-0,061	0,283	0,504**	0,160	0,104
Főcsőhossz.	0,528**	-0,192	-0,060	0,863**	0,826**
Szemsorszám	-0,298*	0,242	0,284	0,067	0,038
Sor/szemszám	0,210	-0,136	0,033	0,755**	0,715**
Csutkatömeg	0,558**	-0,191	-0,196	0,832**	0,857**
Ezerszemtöm.		-0,526**	-0,525**	0,652**	0,631**
Fehérjetart.	-0,526**		0,907**	-0,408**	-0,411**
Olajtart.	-0,525**	0,907**		-0,325*	-0,355*
Szemtömeg	0,652**	-0,408**	-0,325*		0,927**
Egyedi prod.	0,631**	-0,411**	-0,355*	0,979**	

Szignifikancia-szintek: * → P=0,05 ** → P=0,01

A ***szemtömeg*** magas megbízhatósági szinten, igen szoros, pozitív kapcsolatban állt az egyedi produkcióval (0,979). A főcsőhosszal, a levélhosszal, a csutkatömeggel, a levélszélességgel és a soronkénti szemszámmal szignifikáns, szoros és pozitív korrelációt mutattunk ki (0,863; 0,848; 0,832; 0,746; 0,755). Közepes, pozitív összefüggésben állt a növénymagassággal és az ezerszemtömeggel (0,613; 0,652). Irodalmi adatokkal megegyezően a beltartalmi tulajdonságokkal a kapcsolata negatív előjelű volt (-0,408; -0,325).

Az ***egyedi produkció*** összefüggése más tulajdonságokkal a szemtömegéhez hasonlóan alakult. Igen szoros, pozitív korrelációban volt a szemtömeggel (0,927). Igazolható, szoros és pozitív kapcsolatban állt a csutkatömeggel, a főcsőhosszal, a levélhosszal, a levélszélességgel és a soronkénti szemszámmal (0,857; 0,826; 0,808; 0,725; 0,715). A növénymagassággal és az ezerszemtömeggel közepes, pozitív kapcsolatban állt (0,602; 0,631). A beltartalmi paraméterekkel

az összefüggése negatív volt. A fehérjetartalommal magasabb megbízhatósági szinten korrelált, mint az olajtartalommal (-0,411; -0,355).

A főkomponensanalízis eredményei azt igazolták, hogy a vizsgált tulajdonságok öt főkomponensbe csoportosíthatók, a további képzett faktorok értéke már jelentősen kisebb volt, mint egy (nem érte el az átlagot), ezért nem vettük figyelembe. A kumulatív faktorsúlyok alapján a képzett öt főkomponens a variancia több, mint 90 %-át leírta, így az elemzés reprezentatívnak volt tekinthető (*29. táblázat*).

29. táblázat A sajátértékek értelmezése

Főkomponens	***Sajátérték***		***Kumulatív sajátérték***		***Iter***
1	L= 7,06	47,0 %	KUM: 7,06	47,0 %	13
2	L= 2,66	17,7 %	KUM: 9,72	64,8 %	25
3	L= 1,88	12,5 %	KUM: 11,60	77,3 %	30
4	L= 1,15	7,7 %	KUM: 12,75	85,0 %	41
5	L= 0,87	5,8 %	KUM: 13,62	90,8 %	33

Az első főkomponensbe nagy főkomponenssúllyal kerültek a növényi tulajdonságok közül a növény- és főcsőmagasság, a levél hossza (mindkét évjárat) (*30. táblázat*). Nagy súllyal szintén itt szerepelt az egyedi produkció, a terméselemek közül a szemtömeg, az ezerszemtömeg, a főcső hossza és a csutkatömeg. Ha kettőnél több nagy főkomponenssúly ugyanabba a főkomponensbe kerül, vagyis a főkomponenssúlyok közös főkomponensbe csoportosulnak, akkor a megfelelő változók egymással páronként, ezáltal közösen, csoportosan korrelálnak, vagyis a változók csoportosulnak. Ekkor gondolhatunk a közös háttérváltozó létezésére. Az első főkomponensbe a vizsgált paraméterek közül a kukorica legfontosabb értékmérő tulajdonságai kerültek nagy főkomponenssúllyal. A változók súlyainak csoportosulásából úgy tűnt, hogy a fehérjeszázalék független attól a háttérváltozótól, amit a kvantitatív, értékmérő tulajdonságok együtt képeznek. A levélszélesség is két főkomponensbe került, a II. főkomponensbe negatív előjellel, hasonló nagyságrenddel. A soronkénti szemszám és a szemsorszám ugyanígy két főkomponensben is jelen volt.

A szakirodalom szerint téves azt gondolni, hogy az első főkomponens tartalmazza az összes nagy súlyt. Vizsgált változóink száma nagy volt, így feltételeztük, hogy mind az öt főkomponensbe kerülhetnek nagy főkomponenssúllyal tulajdonságok.

30. táblázat A főkomponenssúly mátrix

Tulajdonságok	***Főkomponensek***			
	I.	***II.***	***III.***	***IV.***
Főcsőmagasság'97	0,946			
Főcsőmagasság'98	0,945			
Egyedi prod.'97	0,941			
Egyedi prod.'98	0,938			
Szemtömeg'98	0,935			
Szemtömeg'97	0,934			
Főcsőhossz'97	0,925			
Levélhossz'98	0,914			
Növénymag.'98	0,912			
Csutkatömeg'97	0,904			
Levélhossz'97	0,903			
Főcsőhossz'98	0,862			
Ezerszemtöm.'97	0,854			
Csutkatömeg'98	0,820			
Ezerszemtöm.'98	0,796			
Levélszél.'97	0,751			
Szem/sor'97	0,750			
Levélszél.'98	0,527	-0,502		
Címerágszám'97		0,875		
Olajtart.'98		0,842		
Olajtart.'97		0,798		
Címerágszám'98		0,767		
Fehérjetart.'97	-0,542	0,701		
Fehérjetart.'98		0,667		
Levélszám'98			0,923	
Levélszám'97			0,907	
Szem/sor'98	0,558		-0,590	
Szemsorszám'98		0,600		-0,718
Szemsorszám'97				-0,707

Annak érdekében, hogy a változók valós összefüggésrendszerét a zavaró tényezőktől függetlenül értékelhessük derékszögű forgatást végeztünk a Varimax módszernek megfelelően. Forgatás után a képzett főkomponensek száma nem változott, viszont a változók csoportosulása tisztább képet mutatott, mint forgatás nélkül (*31. táblázat*).

31. táblázat A főkomponenssúly mátrix forgatás után

Tulajdonságok	***Főkomponensek***				
	I.	***II.***	***III.***	***IV.***	***V.***
Csutkatömeg'97	0,939				
Főcsőmagasság'97	0,910				
Levélhossz'97	0,904				
Levélhossz'98	0,900				
Egyedi prod.'97	0,899				
Növénymag.'97	0,890				
Egyedi prod.'98	0,888				
Szemtömeg'97	0,885				
Csutkatömeg'98	0,884				
Főcsőmag.'98	0,871				
Ezerszemt.'97	0,869				
Szemtömeg'98	0,867				
Főcsőhossz'97	0,864				
Növénymag.'98	0,840				
Ezerszemt.'98	0,818				
Főcsőhossz'98	0,785		0,563		
Levélszél.'97	0,657				
Olajtart.'98		0,944			
Fehérjetart.'98		0,928			
Fehérjetart.'97		0,911			
Olajtart.'97		0,846			
Szem/sor'98			0,797		
Címerágszám'98			0,773		
Címerágszám'97			0,724		
Szem/sor'97	0,602		0,638		
Levélszám'98				0,946	
Levélszám'97				0,945	
Levélszél.'98	0,507			-0,580	
Szemsorsz.'98					0,908
Szemsorsz.'97					0,889

Forgatás után az I. főkomponensben a főkomponenssúly értékek kicsit csökkentek, de továbbra is nagy súllyal itt csoportosultak a kukorica legfontosabb, értékmérő tulajdonságai. Hipotézisünkkel egyezően a beltartalmi tulajdonságok nagy főkomponenssúllyal, egymással csoportosulva a II. főkomponensbe kerültek, ami arra utal, hogy a zavaró interkorrelációk okozta hibákat a forgatással sikerült kiküszöbölnünk. A harmadik főkomponensbe a soronkénti szemszám

és a címerágak száma került, hasonló súllyal (mindkét évjárat). A levelek száma, kevés tulajdonsággal korrelált, mind a két évjárat, nagy főkomponenssúllyal a IV. főkomponensbe került. A szemsorszám, amely néhány növényi tulajdonsággal, illetve néhány terméselemmel is negatív korrelációban volt, nagy főkomponenssúllyal került az V. főkomponensbe. Volt olyan tulajdonság, amely továbbra is két főkomponensbe tartozott (főcsőhossz 98-as, a soronkénti szemszám 97-es és a levélszélesség 98-as évjárata). A vizsgált változókat csaknem mindig érdemes ábrázolni, hogy vizuálisan is megítéshessük a változók csoportosulását (*M 3. ábra*).

5.7.2. A kísérleti adatok elemzése hierarchikus clusteranalízissel

5.7.2.1. Az egyenes és a reciprok keresztezések dendrogramja

A négytényezős variancianalízissel csak egy-egy tulajdonság vonatkozásában vizsgálhattuk a hibridpárok összefüggését, a kapcsolat szorosságát. A hierarchikus clusteranalízis a hibridpárokat nem egy-egy vizsgált változó alapján hasonlította össze, hanem az összes paraméter egymás közötti korrelációja alapján. A clusteranalízis a hibridpárok összes vizsgált tulajdonsága alapján megerősítette azt a hipotézisünket, amit irodalmi adatok alapján feltételeztünk. Nevezetesen, hogy az egyenes és a reciprok keresztezések a vizsgált változók alapján szorosan összefüggnek.

A dendrogram (*M 4. ábra*) vizuálisan megjeleníti a hibridpárok kapcsolódásait egy-egy clusterben. Az összefüggés szorosságát jelzi, hogy a hibrideknek nemcsak az első, de még a második szintű kapcsolódásai is - a 0-25-ös skálán - az 5-ös beosztás alatt volt. Az első szintű kapcsolódás a hibridpárok alapján történt. A további kapcsolatok már a rokonsági kapcsolatokat is jelezték más hibridpárokkal. Az *Mv 10* és *Mv 11* hibridpár mindkét évjárata kapcsolódott egymással, ami közös anyai szülőtörzsüknek volt köszönhető. Ugyanígy kapcsolódott az *Mv 6* és *Mv 7* hibridpár évjáratonként is egymással. Itt is azonos volt az anyai szülőkomponens, az apai komponensek pedig a mindszentpusztai törzsek voltak. Három hibridpár két évjárata is egy-egy clusterbe tömörült (*Mv 5, Mv 8 és Mv 12*), ezeknél a hibrideknél az évjárat módosító hatása a legkisebb volt a vizsgált paraméterekre.

5.7.2.2. A hibridek vizsgált tulajdonságainak dendrogramja

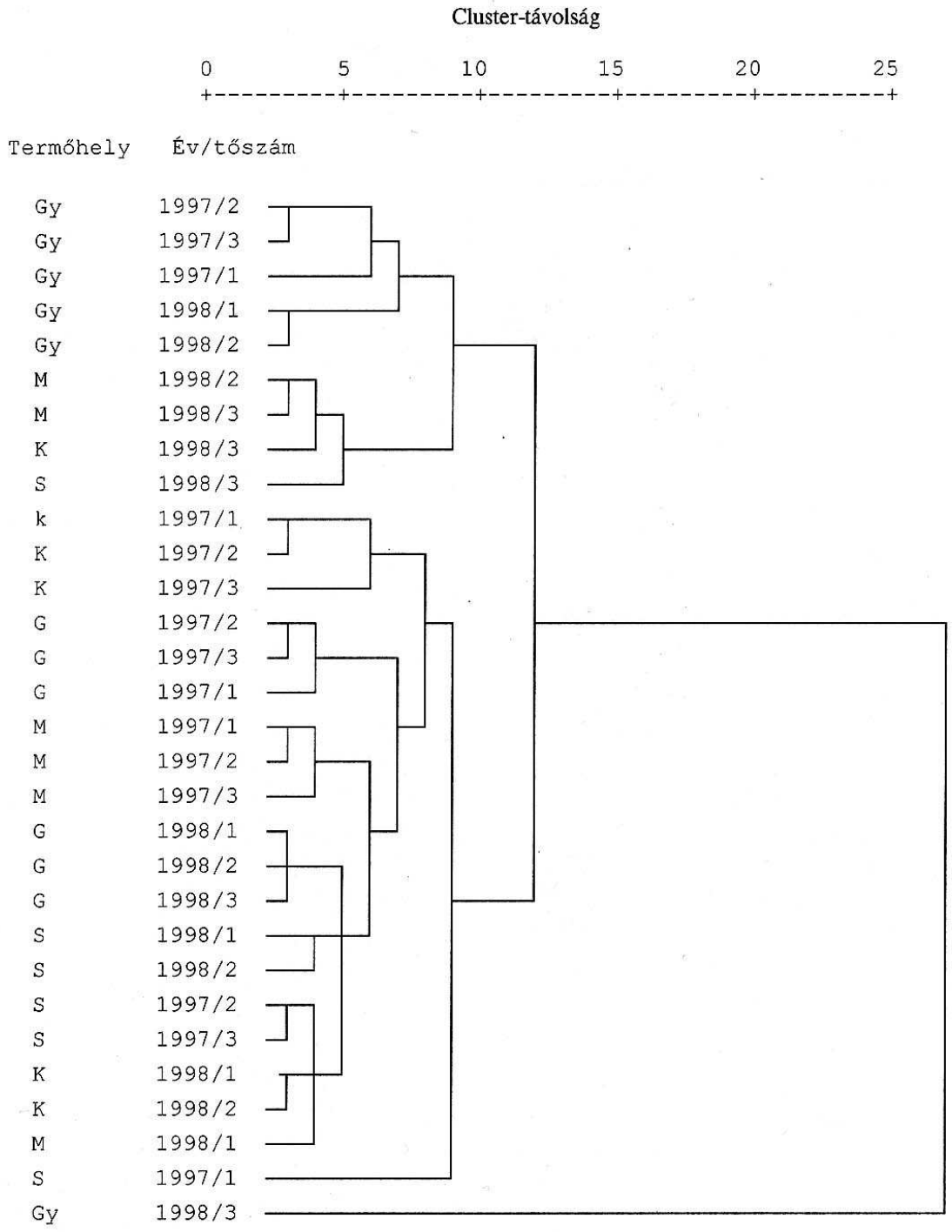
A hibridek legfontosabb vizsgált paramétereinek kapcsolatrendszerét vizuálisan is szerettük volna láttatni. A tulajdonságok összefüggései a főkomponens analízis eredményeit megerősítették (*19. ábra*). A termés (egyedi produkció) és a terméselemek szorosan kapcsolódtak az 5-ös beosztáson belül. A szemhossz az ezerszemtömeghez kapcsolódott és ezáltal a terméselemekhez, a levélszélesség szintén a terméselemekhez került közelebb, igaz, hogy az 5-ös beosztáson kívül. A

szemsorszám, amely a terméselemekkel negatív korrelációban, vagy laza összefüggésben állt, itt is távoli clusterbe került, közel a 15-ös beosztáshoz. A növény- és csőmagasság is egy clusterbe került a 5-ös beosztáson belül, és a levélhosszal további clusterbe kapcsolódtak. Azok a tulajdonságok, amelyek a főkomponensanalízisben is külön főkomponensben voltak, itt is külön clusterbe kerültek (levélszám, címerág).

```
* * * * * * H I E R A R C H I C A L  C L U S T E R  A N A L Y S I S * * * * * *


 Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

                         Rescaled Distance Cluster Combine

    C A S E      0         5        10        15        20        25
  Label     Num  +---------+---------+---------+---------+---------+

  CSŐTÖMEG   12   ⇩✖⇩⇘
  SZEMTÖME   14   ⇩⇙ ⇔
  CSŐÁTM      7   ⇩⇩⇩⇧⇩⇘
  CSUTKATÖ   13   ⇩⇩⇩⇙ ▫⇩⇘
  EGYPRO      5   ⇩⇩⇩⇩⇩⇙ ▫⇩⇘
  CSŐHOSSZ    6   ⇩✖⇩⇩⇩⇩⇩⇙ ▫⇩⇩⇩⇘
  SORSZEM     9   ⇩⇙       ⇔   ▫⇩⇩⇩⇘
  CSUTKAÁT   11   ⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙   ⇔   ▫⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇘
  LEVSZÉL     2   ⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙   ⇔          ⇔
  EZERSZEM   10   ⇩⇩⇩✖⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙         ▫⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇘
  SZEMHOSS   15   ⇩⇩⇩⇙                       ⇔       ⇔
  SZEMSOR     8   ⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙
▫⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇘
  NÖVMAG     16   ⇩⇩⇩⇩✖⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇘         ⇔              ⇔
  FŐCSŐMAG   17   ⇩⇩⇩⇩⇙                   ▫⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙              ⇔
  LEVHOSSZ    1   ⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙                        ⇔
  LEVSZÁM     3
⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙
  CÍMERÁG     4   ⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇩⇙
```

19. ábra A hibridek tulajdonságainak dendrogramja a vizsgált tényezők átlagában

5.7.2.3. A kísérletben vizsgált fő tényezők dendrogramja



20. ábra A termőhelyek, a tőszámok és az évjáratok összefüggése a hibridek vizsgált tulajdonságainak az átlagában

Jelmagyarázat: K-Keszthely, G-Gönc, Gy-Gyöngyös, S-Sopronhorpács, M-Martonvásár
1 = 51 000 tő/ha, 2 = 68 880 tő/ha, 3 = 94 390 tő/ha

A fő tényezők (termőhely, tőszám, évjárat) összefüggéseit (a hibridek átlagában) dendrogramon is bemutatjuk (*20. ábra*). A legkiegyenlítettebb termőhely a gönci volt. Azonos évjáratban mindhárom tőszámkísérlet egy-egy clusterbe került, és a két évjárat is közel került egymáshoz. Ezen a termőhelyen volt a legkisebb az évjárat hatása a vizsgált változókra. A gyöngyösi terület nem tartozott a legjobb termőhelyeink közé, de arid klímája mindkét kísérleti évben hasonló nagyságrendű produkciót eredményezett a kísérleti hibrideknél (az évjárathatás itt is kicsi volt a vizsgált változókra). 1997-ben a három tőszámkísérlet egy clusterbe került, és ez a cluster kapcsolódott az 1998-as évjárat clusterével, melyben két tőszámkísérlet kapcsolódott egymással. A csoporttól a dendrogram legtávolabbi helyére került az 1998-as évjárat legsűrűbb tőszámkísérlete. Ezen a termőhelyen a 94 390 tő/ha kísérletben a szárazság és a légaszály együttesen olyan stressz hatással volt a hibridekre, hogy néhány fajta egyedi produkciója a 100 g/növény szintet sem érte el. A Martonvásáron és a Keszthelyen termesztett hibridek 1997-es évjárata és három tőszámkísérlete egy-egy clusterbe került, viszont az 1998-as évben nagyobb szóródást tapasztaltunk, amit szintén a légaszállyal magyarázhatunk. A sopronhorpácsi adatok a dendrogramban „szétszórt” képet mutatnak, ezen a termőhelyen volt a legnagyobb az évjárat hatása a vizsgált változókra.

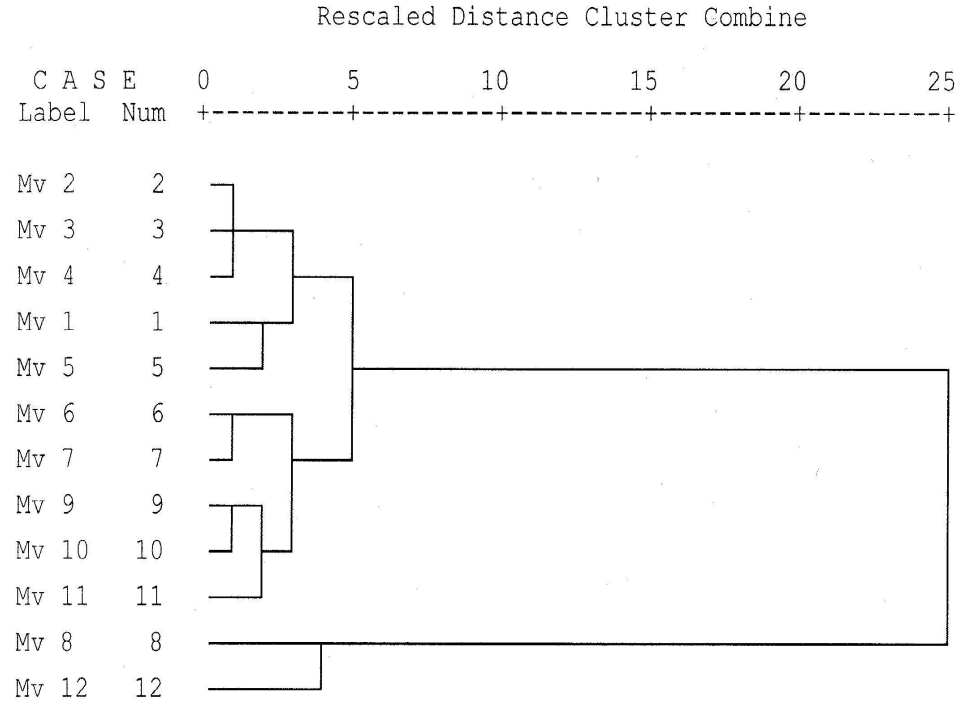
5.7.2.4. A hibridek rokonsági kapcsolatainak dendrogramja

A vizsgált fő tényezők, valamint az egyenes és a reciprok hibridek átlagában a program elkészítette a hibridek rokonsági kapcsolatainak dendrogramját (*21. ábra*). A dendrogramban az első öt hibrid *Iodent x B 37* kombináció volt, közös clusterbe kerülésük ennek köszönhető elsősorban (*Mv 2, Mv 3,* Mv *4, Mv 1* és *Mv 5*). Jól értelmezhető az *Mv 6* és *Mv 7* kapcsolódása is egy clusterbe. Mindkét hibrid egyik komponense a *HMv 3* törzs volt, a másik a két mindszentpusztai vonal. Az *Mv 9, Mv 10* és *Mv 11* hibridek egy-egy clusterbe kerülését és kapcsolódásait egyik szülőtörzsük indokolta elsősorban (*HMv 5*). Minden csoporttól távolt került az *Mv 8* hibrid, amely B 37 testvérvonal keresztezés volt, és az *Mv 12,* mely a két mindszentpusztai vonal kombinációjából született.

Dendrogram

* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Dendrogram using Ward Method



21. ábra A hibridek rokonsági kapcsolatainak dendrogramja

5.7.3. A kísérleti adatok elemzése diszkriminanciaanalízissel

Az diszkriminanciaanalízissel arra vártunk választ, hogy mennyire különböztetik meg (diszkriminálják) a hibridek vizsgált kvantitatív változói az egyes termőhelyeket (csoportokat). Az elemzésbe bevontuk mind az egyenes, mind a reciprok hibrideket. Két évjárat 24 hibridjének 17 tulajdonságát elemeztük termőhelyenként (a tőszámok és a hibridek átlagában). A program négy kanonikus változót számolt ki. Az első három az összes variancia 92,8 %-át meghatározta (*32. táblázat*).

32. táblázat A sajátértékek vizsgálata

Funkció	***Sajátérték***	***Variancia %***	***Kumulatív variancia %***	***Kanonikus korreláció***
1	3,016	46,3	46,3	0,867
2	1,754	26,9	73,2	0,798
3	1,277	19,6	92,8	0,749
4	0,471	7,2	100,0	0,566

Az egyes változók jelentőségét (főkomponensanalízisnél ez az érték a főkomponenseknek felel meg) a Wilks'Lambda (statisztikai mutató) értékek jelezték. Ezeknek az értékeknek annál nagyobb a befolyásuk, minél kisebbek. Értékük 0 és 1 között változhat. A program a vizsgált tulajdonságokra meghatározta ezt az értéket, azt eldöntendő, hogy a csoportok szétválasztásában melyik paraméternek van szerepe. A mutató értéke akkor 1, ha valamennyi csoport átlaga azonos, nullához közeli értéket pedig akkor vesz fel, ha a csoporton belüli variabilitás kicsi a teljes variabilitáshoz képest. Vizsgált paramétereink közül a szemsorszám 1-es értéket vett fel (a legnagyobb h^2 értékkel bíró tulajdonság), a címerágszám pedig 0-hoz közeli értéket, ennek a tulajdonságnak is erős volt a genetikai meghatározottsága. Ez a két tulajdonság a további vizsgálatokból kiesett, nem volt jelentőségük a csoportok szétválasztásában (*33. táblázat*).

33. táblázat A csoportátlagok egyöntetűségének vizsgálata

Tulajdonságok	***Wilks'Lambda***	***F***	***FG1***	***FG2***	***Szign.***
Levélhosszúság	0,662	22,289	4	175	0,000
Levélszélesség	0,725	16,600	4	175	0,000
Levélszám	0,739	15,454	4	175	0,000
Címerágszám	0,992	0,359	4	175	0,837
Egyedi produkció	0,746	14,881	4	175	0,000
Főcső hossza	0,891	5,364	4	175	0,000
Csőátmérő	0,519	40,581	4	175	0,000
Szemsorszám	1,000	0,019	4	175	0,999
Soronkénti szemszám	0,842	8,188	4	175	0,000
Ezerszemtömeg	0,515	41,216	4	175	0,000
Csutkaátmérő	0,833	8,760	4	175	0,000
Főcső tömege	0,636	25,072	4	175	0,000
Csutka tömege	0,783	12,147	4	175	0,000
Főcső szemtömege	0,621	26,668	4	175	0,000
Szemhossz	0,649	23,621	4	175	0,000
Növénymagasság	0,612	27,773	4	175	0,000
Főcsőmagasság	0,628	25,865	4	175	0,000

A program kiszámolta az egyes termőhelyekhez tartozó kovariancia (korrelációs) mátrixokat. Az analízis további végrehajtása szempontjából fontos kérdés volt ezek egyezősége. Ugyanis, ha az egyes csoportok (jelen esetben termőhelyek) kovariancia struktúrája megegyezik

(vagy nem nagyon tér el egymástól), akkor lineáris diszkriminálást kell végezni. A program a Fischer-féle lineáris diszkrimináló függvény szerint hajtotta végre a diszkriminálást, tehát a termőhelyenkénti kovariancia mátrixok megegyeztek (*34. táblázat*). Lineáris diszkriminálás esetén az osztályok közös kovariancia mátrixával lehet számolni, amely az egyenkénti kovariancia mátrixok súlyozott átlaga.

34. táblázat A Fischer-féle diszkriminálási koefficiens

Tulajdonságok	***Termőhelyek***				
	Keszthely	***Gönc***	***Gyöngyös***	***Sopronh.***	***Martonvásár***
Levélhossúság	-6,574	-7,579	-5,739	-7,069	-7,250
Levélszélesség	62,905	66,156	62,038	67,230	65,626
Levélszám	88,739	85,476	89,313	91,653	92,043
Címerágszám	3,360	2,755	3,187	3,380	3,195
Egyedi produkció	1,605	1,712	1,691	1,662	1,593
Főcső hossza	9,554	12,503	11,477	9,668	11,176
Csőátmérő	633,598	640,690	619,212	634,370	637,827
Szemsorszám	22,241	23,626	21,505	23,708	24,122
Soronkénti szemszám	27,280	27,390	26,664	27,654	27,632
Ezerszemtömeg	0,985	0,978	0,930	0,973	1,020
Csutkaátmérő	88,509	86,058	88,305	88,260	73,652
Főcső tömege	-6,803	-7,099	-6,910	-6,909	-6,893
Csutka tömege	-1,991	-1,555	-2,149	-1,828	-1,406
Növénymagasság	-2,033	-1,896	-2,215	-2,131	-2,127
Főcsőmagasság	3,237	3,087	3,289	3,442	3,311
Konstans	-2234,501	-2265,193	-2167,551	-2291,994	-2280,248

Az egyes tulajdonságok termőhelyekre kiszámított koefficiensei különböztek, legtöbb esetben a gyöngyösi termőhelyre kiszámított diszkriminálási koefficiensek tértek el a többitől. A konstans értékeket tekintve is a gyöngyösi eredmény nagyságrendileg különbözik a másik négy termőhely adatától.

Az egyes termőhelyeken a változók csoportosulását és a középpontokat grafikusan is ábrázoltuk (*M 5-10. ábra*). A függőleges tengely a D^2 értékeket jelentette, a vízszintes tengelyen a hibridek tulajdonságait tüntettük fel (17 tulajdonság, két évjárat). A keszthelyi (*Locn=1*) középpont 0,70; 0,40, a gönci (*Locn=2*) 0,18; -0,21, a gyöngyösi (*Locn=3*) -0,32; -0,80, a sopronhorpácsi (*Locn=4*) 0,80; 0,40, a martonvásári (*Locn=5*) 0,10; 0,12 koordinátákkal volt jellemezhető. Az

M 10. ábrán az összes termőhely adata szerepel, és ezek alapján az öt termőhely csoportosulása. A group centorid (középpont) értékek alapján a keszthelyi, a sopronhorpácsi és a martonvásári termőhelyek kapcsolódnak egymással. A group centroid értékek alapján a program ettől a csoporttól messzebb helyezte el a gyöngyösi, illetve a gönci termőhelyeket, amelyek egymástól is távolra kerültek.

A grafikus ábrázolás mellett szerettük volna számszerűsíteni is a termőhelyek egymástól való távolságát. Ezért elvégeztük a termőhelyek páronkénti összehasonlítását, amit az analízis 12 lépésben hajtott végre. A termőhelyek összefüggéseire korrelációs együtthatókat számolt ki a program (*35. táblázat*).

35. táblázat A termőhelyek páronkénti összehasonlítása

12. lépés	***Keszthely***	***Gönc***	***Gyöngyös***	***S.horpács***	***Martonvásár***
Keszthely					
Gönc	23,075 0,000				
Gyöngyös	30,995 0,000	38,210 0,000			
Sopronh.	10,335 0,000	14,415 0,000	26,999 0,000		
Martonvásár	17,674 0,000	23,617 0,000	27,459 0,000	9,911 0,000	

A táblázat felső soraiban az F-próba értékei, az alsó sorban pedig a szignifikancia-szint van feltüntetve. Ha ez 0,05 alatt van, akkor különbözik szignifikánsan 0-tól az adott együttható. Az F-próba a csoportok összehasonlítására szolgált (melyek a leginkább hasonlóak, illetve különbözőek), illetve a csoportpárok középértékeinek tesztelésére. A csoportpáronkénti F-próba arányban áll (egyenesen arányos) Hotelling T^2 próbájával és a Mahalanobis D^2 próbával. Tehát minden egyes F-érték tulajdonképpen a csoportpárok közötti távolság mértékének is tekinthető. A legtávolabb a gyöngyösi és a gönci termőhelyek kerültek egymástól (38,210), a legszorosabb kapcsolat a martonvásári és a sopronhorpácsi, illetve a keszthelyi és a sopronhorpácsi termőhelyek között volt (9,911; 10,335).

6. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

„ A termőhely és a tőszám hatása különböző rokonsági körökbe tartozó beltenyésztett kukorica törzsek és hibridjeik tulajdonságaira eltérő évjáratokban” témakörben 1997-1998. években végzett vizsgálatok alapján összegezhető eredmények:

6.1. A genotípusok hatása az egyedi produkcióra

Három rokonsági körbe tartozó törzzsel (*Iodent, B 37, Mindszentpusztai sárga*) 1996-ban 24 kísérleti hibridet állítottunk elő, 12 egyenes és 12 reciprok keresztezést. A hibridek legfontosabb értékmérő tulajdonságát, az egyedi produkciót (az egy növényen megtermett összes csőtömeg) vizsgálva megállapítottuk, hogy azon hibridek teljesítménye volt a legnagyobb, amelyekben a szülőtörzsek genetikai távolsága nagy volt. A legjobb egyedi teljesítményt (a vizsgált tényezők átlagában) az *Mv 9* nyújtotta, mely hibrid *B 37 x Iodent* származású volt (280 g/növény). Az *Mv 9* anyai szülőkomponense a *HMv 5* törzs további két keresztezésben szintén anyaként szerepelt (*Mv 10, Mv 11*), azonban a *HMv 3* törzzsel jobban kombinálódott, mint a két mindszentpusztai származású vonallal (*HMv 6, HMv 7*). A főátlagot meghaladó teljesítményt produkált az *Mv 4* is, mely hibrid szintén *Iodent x B 37* rokonságú törzsek kombinációjaként jött létre (259 g/növény). Az *Mv 6* és *Mv 7* egyedi produkciója szintén kiemelkedő volt (259, 252 g/növény), a hibridek *Iodent x Mps* vonalak keresztezéséből származtak.

A kísérletben szereplő kombinációk közül a három legkisebb teljesítményű hibrid azonos rokonsági körbe tartozó vonalak keresztezéséből született. Az *Mv 1* (207 g/növény) *Iodent x Iodent*, az *Mv 8* (154 g/növény) *B 37 x B 37*, az *Mv 12* (149 g/növény) *Mps x Mps* származású volt.

A hibridek reciprok változatai szintén a legjobb (*Mv 9R, Mv 4R, Mv 6R, Mv 7R*), illetve a leggyengébb teljesítményeket érték el (*Mv 8R, Mv 12R*).

6.2. A tőszám hatása a hibridek egyedi produkciójára

Kísérleti eredményeink szerint - CASSANTI (1975), KHALIFA et al. (1984), VEZ (1974) eredményeivel összhangban - az egy növényre jutó csőtömeget legerősebben a tenyészterület nagysága befolyásolta. Mindkét vizsgálati évben a legnagyobb teljesítményeket az 51 000 tő/ha sűrűségben érték el a növények. Ebben a tőszámkísérletben, kedvező klimatikus adottságok között (Göncön és Sopronhorpácson) a hibridek másod-, illetve harmadcsöveket is hoztak. A tőszám növelése az egy növényre jutó csőtömeg igazolható csökkenését okozta. Elsősorban azért, mivel a 68 880 és a 94 390 tő/ha sűrűségben a növények csak egy csövet hoztak, és a főcső méretei is

csökkentek a tőszám növelésével. Ugyanakkor kísérleti eredményeink igazolták GYŐRFFY (1965) megállapítását is, mely szerint a csőnagyság, illetve csőtömeg csökkenés nem arányos a növényszám növekedésével, hanem mérsékeltebb.

6.3. A termőhely és az évjárat hatása a hibridek egyedi produkciójára

Kísérleti eredményeink szerint a helyhatásnak nagyobb befolyása volt, mint az évhatásnak. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy évenként más eredményt kaptunk az egyes termőhelyeken - Gyöngyös kivételével -, ahol mindkét évben a hibridek átlagos egyedi produkciója azonos volt (az összes vizsgált tényező átlagában) (157, 157 g/növény). Az éveknek helyenként változó hatása KAPÁS (1961) adataihoz hasonlóan a tövenkénti csőszámtól függött két termőhelyen. 1997-ben a legnagyobb átlagos egyedi produkciót a Sopronhorpácson termesztett hibridek érték el (295 g/növény), mivel az 51 000 tő/ha kísérletben a tövenkénti csőszám 1,4 volt. Göncön tág térállásban a hibridek tövenkénti csőszáma 1,3 volt, mégis kisebb volt a hibridek átlagos egyedi produkciója, mint Sopronhorpácson, mivel a csövek kisebb méretűek voltak (255 g/növény). Az évjárathatás a legnagyobb mértékű termésingadozást a sopronhorpácsi termőhelyen okozta a hibrideknél. 1998-ban ezen a termőhelyen már csak 1,1 volt a tövenkénti csőszám, az előző évihez képest a hibridek átlagtermése 90 g-al csökkent (205 g/növény). Ugyanakkor Göncön mindkét évben hasonló időjárási tendenciák érvényesültek, 1998-ban is hoztak másodcsöveket a hibridek. Az egy növényre jutó csőszám 1,4 volt, ennek megfelelően itt érték el a hibridek a legnagyobb átlagos teljesítményüket (243 g/növény).

A vizsgált években a keszthelyi kísérleti tér ökológiai adottságai bár kedvezőek voltak, azonban a hibridek nem hoztak másodcsöveket. Viszont ezen a termőhelyen a főcső méretei alapján az egy növényre jutó csőtömeg 1997-ben nagyobb volt (263 g), mint a gönci termőhelyen (255 g), ahol a növények másodcsöveket is hoztak. 1998-ban is jó volt a Keszthelyen termesztett hibridek átlageredménye (224 g), és csak 19 g-al maradtak el a Göncön termesztett hibridek átlagos teljesítménytől (243 g/növény).

Gyöngyös és Martonvásár éghajlati és talaj adottságai sok tekintetben hasonlóak voltak. 1997-ben mindkét termőhelyen csapadékhiány mutatkozott. Az 1998-as tenyészidőszakban bár a csapadék mennyisége meghaladta a sokévi átlagot, azonban az eloszlása kedvezőtlen volt, és mindkét kísérleti téren légköri aszály sújtotta a növényeket. A gyöngyösi területen nőtt kukoricák egyedi produkciója mindkét évben a legkisebb volt (157, 157 g/növény), ezen e termőhelyen volt a legkisebb az évjárat hatása. A Martonvásáron termesztett hibridek eredményei viszont jónak mondhatók, mivel mindkét évben a kukorica virágzása idején 80 mm csapadéknak megfelelő öntözővizet juttattunk ki a területre (252, 207 g/növény).

6.4. Az egyedi produkció és a júliusi csapadék közötti korreláció

A tenyészterület hatását legjobban a csapadék befolyásolta kísérletünkben is, ahogyan azt GYŐRFFY (1965) is közölte. Pozitív, szoros korrelációt találtunk az egyedi csőtermés nagysága és a júliusban lehullott csapadék mennyisége között, miként azt POLERECKY (1976) is megállapította. Jóllehet 1998-ban a vegetációs periódusban több csapadék hullott, mint azt megelőzően, azonban a csapadék eloszlása és különösen a júliusi csapadék mennyisége 1997-ben volt kedvezőbb. Ennek tudható be, hogy az egyedi produkció és a júliusi csapadék közötti korreláció szorosabb volt 1997-ben (0,727), mint 1998-ban (0,664).

6.5. A termőhely hatása a növény- és csőmagasságra

Az UPOV szerint a hibridek megkülönböztethetőségénél fontos paraméterek genetikailag komplex módon determináltak és a környezeti tényezőkre kevésbé reagálnak. Ide sorolják a növénymagasságot is. Ezeknél a paramétereknél fontos meghatározni azt a minimális különbséget két hibrid között, amely biztos, hogy nem a környezeti tényezők vagy az évjárat hatására alakult ki, hanem a fajta variabilitásának tudható be. Kísérletünkben a hibridek növénymagasságának variabilitására legnagyobb hatása a termőhelyeknek volt, mint azt WU (1988), EL SHERBIENY et al. (1991) is közölték. A fajta hatása csak a második helyre került. A hibridek növény- és csőmagassága a termőhelyeken a klimatikus tényezők, elsősorban a szár megnyúlása idején lehullott csapadék függvényében alakult. A kísérleti adatok azt mutatták, hogy a termőhely szignifikáns különbségeket okozott a vizsgált tulajdonságokban, miközben a két tulajdonság arányát nem, vagy csak kismértékben befolyásolta.

6.6. A tőszám hatása a növény- és csőmagasságra

A növény- és csőmagasságra a vizsgált fő tényezők közül a tőszámnak (a kísérletben szereplő tőszámtartományban) volt a legkisebb hatása. A legkisebb szár- és csőmagasság az 51 000 tő/ha sűrűségben jellemezte a növényeket. A tőszám növelése a növény- és csőmagasság igazolható növekedését eredményezte PARK et al. (1989), MASON et al. (1974), HOZUMU et al. (1955), PUCARIC (1974), HASSAN (2000) tapasztalataihoz hasonlóan. Ugyanakkor azt is megállapítottuk, hogy a 68 880 és a 94 390 tő/ha sűrűségben a hibridek átlagos magassága szignifikánsan nem különbözött, mivel a legsűrűbb állományban már relatív vízhiány lépett fel.

6.7. Az évjárat és a termőhely hatása az asszimilációs levélfelületre

Vizsgáltuk a kísérleti hibridek főcső fölötti asszimilációs levélfelületét. Megállapítottuk, hogy 1997-ben a vizsgált tényezők átlagában az egy növényre jutó asszimilációs levélfelület igazolhatóan nagyobb volt (4 111 cm^2), mint 1998-ban (3 768 cm^2).

Az asszimilációs levélfelület nagyságára az évjárat mellett a termőhely is hatott. Legnagyobb volt a sopronhorpácsi növények levélfelülete (4 267 cm^2), igazolhatóan nem különbözött ettől az eredménytől a keszthelyi növények vizsgált paramétere (4 246 cm^2). A Gyöngyösön és a Martonvásáron nőtt hibridek levélfelülete szignifikánsan kisebb volt (3 965, 3 892 cm^2), mint az előző helyeken termesztett kukoricáké. A gönci termőhelyen a hibridek levélméretei kisebbek voltak, ennek köszönhető, hogy itt volt a legkisebb a főcső fölötti levélfelület, szignifikánsan különbözött minden ternőhely adatától (3 358 cm^2). Ez az eredmény erősíti DUNCAN (1975) megállapítását, aki szerint a levelek kialakulása idején uralkodó környezeti felételek hatnak a levéllemezek nagyságára. A hibridek kisebb levélfelületét Göncön a hűvösebb és a csapadékosabb időjárás okozhatta

6.8. A tőszám és a fajta hatása az asszimilációs levélfelületre

A hektáronkénti növényszám is befolyásolta az asszimilációs levélfelület nagyságát. A két legszárazabb termőhelyen a tőszám növelése a növényenkénti levélfelület csökkenését okozta (Gyöngyös, Martonvásár). A másik három termőhelyen viszont azt tapasztaltuk, hogy a növények a legnagyobb levélfelületüket a 68 880 tő/ha sűrűségben érték el. Ez a megállapításunk összhangban van PARK et al. (1989), MODARRES et al. (1998) megfigyeléseivel és publikált adataival, akik a cső fölötti levélfelületet 65 ezer tő/ha sűrűségben találták a legnagyobbnak.

A legnagyobb asszimilációs levélfelület az *Mv 6* és az *Mv 7* hibridet jellemezte (4 592, 4 639 cm^2), a legkisebb levélfelület az *Mv 8* és az *Mv 12* kombinációknál alakult ki (3 286, 3185 cm^2). A többi hibridnél a vizsgált tulajdonság 3 553-4 479 cm^2 értékek között változott.

6.9. Az egyedi produkció és az asszimilációs levélfelület közötti korreláció erőssége

Kísérletünkben a főcső fölötti asszimilációs levélfelület közepes, pozitív korrelációban volt az egy növényre jutó csőtömeggel, a korrelációs együttható értéke 0,68 volt. Ez a megállapításunk megerősítette SEKA és CROSS (1995) eredményeit, akik azt vizsgálták, hogy a szemtömeget befolyásoló gének hatnak-e a növény méreteire? Kísérletükben a levélfelület szoros, pozitív korrelációban volt a szemterméssel (r=0,80).

6.10. A fajta, a termőhely és a tőszám hatása a címerágak számára

A címerágak számát tekintve a hibridjeink között jelentős különbségek voltak. Azoknak a hibrideknek volt a legtöbb primer elágazása (*Mv 1, Mv 7, Mv 11, Mv 12*), mely kombinációkban szerepelt a *HMv 1* vagy a *HMv 7* törzs. A hibridek címerág számának kialakításában a több címerágú szülő hatása jutott érvényre. Irodalmi megállapításokkal egyezően a nagy címerágszám domináns módon öröklődött az utódokban. A termőhelyek között – a címerágak számát tekintve - nem találtunk igazolható eltéréseket (a vizsgált tényezők átlagában). Viszont a tőszám növelése a címerágak számának igazolható csökkenését okozta (mindkét vizsgálati évben). Mindhárom tőszámkísérletben a legtöbb címerágúak az *Mv 1, Mv 7, Mv 11* és *Mv 12* hibridek voltak. A legkevesebb címerág az *Mv 8* hibridet jellemezte, a legsűrűbb állományban már csak 3,53 primer elágazást hoztak a növények. Ennél a hibridnél az öröklötten kevés címerágszám, és a tőszám növelésével bekövetkező csökkent pollenprodukció oka lehetett a kis termésnek. Hasonló eredményre jutott FRUNZE és GARBUR (1989), MOCK és SCHNETZ (1974), akik megállapították, hogy 50 ezer feletti növekvő állománysűrűség a termékenyülésben már gondot okozhat.

6.11. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlító vizsgálata

Az egyenes és a reciprok keresztezéseket 14 tulajdonság alapján hasonlítottuk össze. A megbízható eltérések előfordulásának gyakorisága szempontjából a tulajdonságok közül a növény- és csőmagasságot kell kiemelni. A növényi tulajdonságok közül a levélszámban mutatkozott a legnagyobb hasonlóság. Az egyedi produkciót tekintve szignifikáns különbséget mértünk egyes hibridpárok közt. A legnagyobb egyezőség a főcső csutkatömegét jellemezte, a csőhossz volt viszont az a terméselem, amelyik a legtöbb esetben különbözött a hibridpároknál. A hibridpárok közt fehérjetartalomban - több esetben - igazolhatóak voltak az eltérések. Olajtartalmuk viszont nagyfokú hasonlóságot mutatott, a két vizsgálati évben összesen három hibridpár vizsgált beltartalmi mutatója tért el igazolhatóan.

6.12. Az egyenes és a reciprok keresztezések összehasonlítása a heterózis szerint

A vizsgált növényi tulajdonságok közül a legnagyobb mértékű heterózis a csőmagasságban mutatkozott meg. Az egyenes és a reciprok hibridek közt a legnagyobb eltérést (a termőhelyek átlagában) ebben a paraméterben mértük (172, 167 %). A legkisebb mértékű hibridvigor a hibridek főcső fölötti levélszámát jellemezte (egyenes és reciprok egyaránt) (109, 108 %), ugyanakkor a

levélhosszúságban a heterózis mértékét tekintve nem különböztek az egyenes és a reciprok hibridek (127, 127 %). A heterózis mértékét vizsgálva az egyenes és a reciprok hibridek egyedi produkciója alig különbözött egymástól (177, 176 %). A terméselemek közül a legnagyobb hibridvigor a szemtömeget jellemezte (182, 179 %), a legkisebb a szemsorszámot (106, 106 %). A beltartalmi vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a hibrid utódok (egyenes és a reciprok keresztezések) fehérjetartalma 100 % alatt volt (95, 94 %), olajtartalmuk szintés nem érte el a szülők átlagát.

6.13. A hibridpárok vizsgálata hierarchikus clusteranalízissel

Hierarchikus clusteranalízis segítségével a hibridpárokat nem egy-egy vizsgált változó alapján hasonlítottuk össze, hanem az összes paraméter egymás közötti korrelációja alapján. A clusteranalízis a hibridpárok vizsgált tulajdonságai alapján megerősítette azt a hipotézisünket, hogy az egyenes és a reciprok hibridek közötti különbség minimális. A hibridpárok egy-egy clusterbe kerültek, az elsőszintű kapcsolódásuk az 5-ös beosztáson belül volt, ami jelezte a köztük lévő szoros korrelációt.

6.14. A termőhely hatása a hibridek szemtermésének fehérje- és olajtartalmára

Vizsgáltuk a hibridek fehérje- és olajtartalmát. A kapott eredmények megerősítettek bennünket abban, hogy a hibridek fehérje- és olajtartalma környezettől függő tulajdonság. Eredményeink SPRAGUE és BRIMHALL (1949) véleményével egyezően azt mutatták, hogy az olajtartalom alakulását a környezet nem befolyásolta olyan mértékben, mint a fehérjetartalomét. A minták fehérjetartalma, több esetben, statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben különbözött a termőhelyek között, mint az olajtartalmuk.

A hibridek a gyöngyösi és a martonvásári területen érték el a legnagyobb fehérjekoncentrációkat. E két termőhely szárazabb éghajlata szerepet játszhatott a nagyobb fehérjetartalom képződésében. A legcsapadékosabb termőhely a gönci és a sopronhorpácsi volt. Irodalmi adatokkal megegyezően (PROKSZÁNÉ et al. 1995) az innen származó mintákban mértük a legkisebb értékeket. Az egyenes hibridek olajtartalmában a termőhelyek nem okoztak szignifikáns eltéréseket, a reciprok hibrideknél a vizsgált paraméter értéke a sopronhorpácsi kísérletben volt a legkisebb és igazolhatóan különbözött a többi termőhely adatától.

6.15. A tőszám hatása a hibridek fehérje- és olajtartalmára

Kísérleti adataink alapján megállapítottuk, hogy a tenyészterület nagysága és a hibridek vizsgált beltartalmi paraméterei között szoros volt a korreláció. Eredményeink igazolták ZSCHEISCHLER és HEPTING (1974), CLONINGER et al. (1975), PROKSZÁNÉ és HARMATI (1988) azon megállapítását, hogy a növényszám növelésével a hibridek fehérje- és olajtartalma szignifikánsan csökken.

6.16. A vizsgált változók összefüggésének értékelése főkomponensanalízissel

Főkomponensanalízissel meghatároztuk a hibridek vizsgált tulajdonságai közötti összefüggéseket. A Pearson-féle korrelációs együttható értéke jelezte, hogy mely tulajdonságok között van kapcsolat. Ahol szoros, vagy igen szoros volt az összefüggés magas megbízhatósági szinten, ott számítani lehet arra, hogy az egyik tulajdonság megváltozása (környezet, agrotechnika) a másik paraméter(ek) változását is előidézik. A tulajdonságok összefüggésrendszere sok esetben környezetfüggő volt (növény- és csőmagasság, egyedi produkció), miközben néhány tulajdonság kisebb mértékben függött a környezeti (termesztési) viszonyoktól. Ez utóbbiakat célszerű a hibridekben genetikailag rögzíteni, míg a környezetfüggő jellegeket a termesztéstechnológia javításával hozhatjuk inkább a kívánatos szintre.

A főkomponenssúly mátrix alapján, már nemcsak a vizsgált változók összefüggéseit, hanem csoportosulásukat is megismerhettük. A kukorica legfontosabb értékmérő tulajdonságai az első főkomponensben csoportosultak. Ezekre a poligénes meghatározottságú paraméterekre hatottak legnagyobb mértékben a makro- és a mikroökológiai tényezők. A második főkomponensben a beltartalmi tulajdonságok csoportosultak, ezek a paraméterek egymással korreláltak a legszorosabban, a környezeti tényezők szintén hatottak rájuk. Azok a tulajdonságok, amelyek genetikailag jól meghatározottak (szemsorszám), vagy a környezet hatásaira kevésbé változékonyak (levélszám, címerágszám) szintén egy-egy főkomponensben csoportosultak. A tulajdonságok összefüggéseit dendrogram segítségével is ábrázoltuk, ahol vizuálisan is jól látszottak a számszerű összefüggések.

6.17. A fő tényezők kapcsolatainak elemzése hierarchikus clusteranalízissel

A hierarchikus clusteranalízis dendrogramjai segítségével vizuálisan is megjelenítettük a fő tényezők összefüggéseit. Jól áttekinthetővé tette a dendrogram a termőhelyek és a tőszámok kapcsolódásait is, sőt az évjáratok hatásait is elemezhettük. Megállapítottuk, hogy a gönci

termőhely két évjárata került egymáshoz a legközelebb, tehát ezen a termőhelyen az évjárat hatása a legkisebb volt a vizsgált változókra. Évjáraton belül egy-egy clusterbe került a három tőszámkísérlet, ezen a termőhelyen mindkét évben hasonló időjárási tendenciák érvényesültek. A gyöngyösi termőhelyen az évjárathatás a legkisebb volt, itt mindkét évben alacsony termésszintet értek el a növények a nagy szárazság és a légaszály miatt. 1997-ben minhárom tőszámkísérlet egy clusterben kapcsolódott egymással. 1998-ban csak két tőszámkísérlet került egy clusterbe, a harmadik tőszámkísérlet (94 390 tő/ha) a dendrogram legtávolabbi pontjára került. Ebben a sűrűségben – a szárazság és a légaszály miatt – olyan stressz érte a hibrideket, hogy néhány fajta egyedi produkciója a 100 g/növény szintet sem érte el. A keszthelyi és a martonvásári termőhelyen az 1997-es évjárat három tőszámkísérlete egy-egy clusterbe került. Az 1998-as évjárat termőhelyi adatainak nagyobb mértékű szóródását valószínűleg a légköri aszály és az állománysűrítés együtt okozhatta. A sopronhorpácsi termőhelyen volt a legnagyobb az évjárat hatása. A sopronhorpácsi adatok a dendrogramban „szétszórt” képet mutattak.

A kísérleti hibridek rokonsági kapcsolatát bemutató dendrogram megerősítette a kísérlet pontos végrehajtását. A vizsgált változók valóban jellemezték az egyes hibrideket, és ez alapján történt a rokon hibridek közös clusterbe tömörülése.

6.18. A termőhelyek páronkénti összehasonlítása diszkriminanciaanalízissel

A diszkriminanciaanalízissel arra vártuk a választ, hogy a hibridek vizsgált kvantitatív változói mennyire különböztetik meg (diszkriminálják) a termőhelyeket. A program 12 lépcsőben hajtotta végre a termőhelyek páronkénti összehasonlítását és kiszámította az F-próba értékeit, illetve a szignifikanciaszinteket. A csoportpáronkénti F-próba arányban állt (egyenesen arányos) *Hotelling* T^2 próbájával és a *Mahalanobis-féle* D^2 próbával. Tehát minden egyes F-érték tulajdonképpen a csoportpárok közötti távolság mértékének volt tekinthető.

Az analízis eredményeként megállapítottuk, hogy a gyöngyösi és a gönci termőhelyek álltak a legtávolabb egymástól, az együttható értéke itt volt a legnagyobb (38,210). A legszorosabb kapcsolat a martonvásári és a sopronhorpácsi (9,911), illetve a keszthelyi és a sopronhorpácsi termőhelyek között volt (10,335). A martonvásári termőhely a legjobb termőhelyek közé azáltal került, hogy mindkét évben a kukorica virágzása idején 80-80 mm csapadéknak megfelelő öntözővizet juttattunk ki a területre.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A kísérleti hibridek közül azoknak a teljesítménye volt a legnagyobb, amelyekben a szülők genetikai távolsága nagy volt (*B 37 x Iodent*, *B 37 x Mps*). A széles genetikai bázison előállított hibridek biztosítják egyedi produkcióban a nagymértékű heterózist, és a különböző viszonyokhoz való jó alkalmazkodóképességet is.

2. A kukorica általunk vizsgált és az UPOV által is kiemelt morfológiai tulajdonságai közül a termőhely a növény- és csőmagasságra hatott a legnagyobb mértékben. A két tulajdonság arányát viszont nem befolyásolta.

3. Az asszimilációs levélfelület nagyságára mind a termőhely, mind a növénysűrűség hatott. Adott termőhely csapadék és hőmérsékleti viszonyai befolyásolták a levéllemezek méreteit. A tőszám növelése a növényenkénti levélfelület csökkenését okozta két termőhelyen (Gyöngyös, Martonvásár). Három termőhelyen viszont (Keszthely, Gönc, Sopronhorpács) a növények a legnagyobb asszimilációs levélfelületüket a 68 880 tő/ha sűrűségben érték el.

4. A címerágak számának alakulására a termőhelyek ökológiai adottságai nem voltak hatással, viszont a tőszám növelése a címerágak számának igazolható csökkenését okozta. A legnagyobb állománysűrűségben a kevesebb címerágszám miatt csökkent a pollenprodukció, és ez már a termékenyülésben is gondot okozott.

5. A beltartalmi tulajdonságok a terméssel (egyedi produkció) és néhány fontos terméselemmel (főcsőhossz, ezerszemtömeg, szemtömeg) negatív korrelációban voltak. A hibridek közül az *Mv 12* egyenes és reciprok változatát jellemezte a legnagyobb fehérje- és olajkoncentráció, ugyanakkor ez volt a legkisebb teljesítményű hibridpár és az egyedüli flint szemtípusú kukorica a kísérletben.

6. Vizsgálataink során 12 egyenes és reciprok kombinációt hasonlítottunk össze UPOV nomenklatúrában is szereplő, fontos fajtabélyegek szerint. A vizsgált paraméterek alapján megállapítottuk, hogy a hibridpárok szorosan összefüggnek, a citoplazmának jelentősebb hatása a növény- és csőmagasságban, valamit a csőhosszban mutatkozott. Azonban a jelzett paraméterekben a különbség kisebb volt, mint ami két fajta megkülönböztethetőségéhez szükséges.

7. A többváltozós statisztikai módszerek alkalmasnak bizonyultak a kukoricahibridek vizsgált, kvantitatív tulajdonságai közötti összefüggések feltárására. Amennyiben ismerjük termesztett fajtáink tulajdonságai közötti korrelációs kapcsolatokat, prognosztizálni lehet bármelyik paraméter változása esetén a többi alakulását is. A főkomponensanalízis számos tulajdonság esetén igazolta, hogy a tulajdonságok összefüggésrendszere sok esetben környezetfüggő, de vannak olyan tulajdonságok is, amelyek kisebb mértékben függnek a környezeti, termesztési viszonyoktól (szemsorszám, címerágszám). Ez utóbbiakat célszerű a hibridekben genetikailag rögzíteni, míg a környezetfüggő jellegeket a termesztéstechnológia javításával hozhatjuk inkább a kívánatos szintre. A cluster alapú eljárások jól mutatták, hogy azok a hibridek, amelyek alkalmazkodóképessége jobb volt, mint másoké (különböző évjáratokban és sűrűség mellett), a kapott eredményeik alapján egy jól definiálható clustercsoportot alkottak. Ugyanakkor a környezeti viszonyokra érzékeny hibridek (különböző években és sűrűségben) többváltozós eredményeik alapján nem alkottak egy definitív csoportot. Ezeknél a hibrideknél a különböző környezetből származó eredmények a dendrogramban „szétszórt” képet mutattak. A diszkriminanciaanalízis alkalmas volt arra, hogy a hibridek vizsgált kvantitatív változói alapján a termőhelyek közötti távolságot megbecsüljük.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A termőhely, a tőszám, az évjárat és a fajta hatását vizsgáltuk két éven keresztül. A hibrideket három rokonsági körbe tartozó törzzsel 1996-ban hoztuk létre, 12 egyenes és 12 reciprok keresztezést. A kísérleteket 1997-1998. években Keszthelyen, Göncön, Gyöngyösön, Sopronhorpácson és Martonvásáron állítottuk be. A hibrideket minden termőhelyen háromféle állománysűrűségben értékeltük (51 000, 68 880, 94 390 tő/ha). A kísérletek célja az volt, hogy a fő tényezők hatásait vizsgáljuk az új, kísérleti hibridek legfontosabb tulajdonságaira, illetve összehasonlítsuk az egyenes és a reciprok keresztezéseket a vizsgált változók alapján.

Megállapítottuk, hogy azon hibridek teljesítménye volt a legnagyobb, amelyekben a szülőtörzsek genetikai távolsága nagy volt. Eredményeink alapján az egy növényre jutó csőtömeget legnagyobb mértékben a tenyészterület nagysága befolyásolta, ezt követte a termőhely hatása. Kísérletünkben a helyhatásnak nagyobb befolyása volt, mint az évhatásnak. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy évenként más eredményt kaptunk az egyes termőhelyeken. Az éveknek helyenként változó hatása a tövenkénti csőszám változásában mutatkozott meg. A növények a legnagyobb teljesítményeket - mindkét vizsgálati évben - az 51 000 tő/ha sűrűségben érték el. A tőszám növelése az egy növényre jutó csőtömeg igazolható csökkenését okozta. Elsősorban azért, mivel a 68 880 és a 94 390 tő/ha sűrűségben a növények csak egy csövet hoztak és a főcső méretei is kisebbek lettek. Összefüggést állapítottunk meg az egyedi produkció nagysága és a júliusban lehullott csapadék mennyisége között.

A kukoricanövények fenotípusos variabilitására legnagyobb befolyása a termőhelyeknek volt. Az egyes termőhelyeken a hibridek növény- és csőmagassága a klimatikus tényezők, elsősorban a szár megnyúlása idején lehullott csapadék függvényében alakult. A növény- és csőmagasságra a vizsgált fő tényezők közül a tőszámnak volt a legkisebb hatása.

Az asszimilációs levélfelület nagyságára legnagyobb hatása az évjáratnak volt, ezt követte a termőhely és a tőszám befolyása csökkenő sorrendben. A tőszám növelése (51 000-ről 94 390 tő/ha-ra) - a két legszárazabb termőhelyen (Gyöngyös, Martonvásár) - a növényenkénti levélfelület csökkenését okozta. A másik három termőhelyen (Keszthely, Gönc, Sopronhorpács) viszont a növények a legnagyobb levélfelületüket a 68 880 tő/ha sűrűségben érték el, és csak a legnagyobb tőszámkísérletben (94 390 tő/ha) csökkent a levélfelületük. Kísérletünkben a főcső fölötti asszimilációs levélfelület közepes korrelációban volt az egy növényre jutó csőtömeggel, a korrelációs együttható értéke 0,68 volt.

A termőhelyek nem okoztak igazolható eltéréseket a címerágak számában, viszont a tőszám növelése a címerágak számának szignifikáns csökkenését okozta.

Vizsgáltuk a hibridek fehérje- és olajtartalmát is. A minták fehérjetartalma több esetben, statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben különbözött a termőhelyek között, mint az

olajtartalmuk. A hibridek a gyöngyösi és a martonvásári területen érték el a legnagyobb fehérjekoncentrációkat. E két termőhely szárazabb éghajlata szerepet játszhatott a nagyobb fehérjetartalom képződésében. A legcsapadékosabb termőhely a gönci és a sopronhorpácsi volt, az innen származó mintákban mértük a legkisebb értékeket. A kísérleti adatok alapján szoros korrelációt találtunk a tenyészterület nagysága és a vizsgált beltartalmi paraméterek között. A hektáronkénti növényszám növelése a kukorica szemtermés fehérje- és olajtartalmát szignifikánsan csökkentette. Az egyedi produkció és a beltartalmi tulajdonságok között negatív összefüggést állapítottunk meg.

Az egyenes és a reciprok keresztezéseket 14 tulajdonság alapján hasonlítottuk össze. A megbízható eltérések előfordulásának gyakorisága szempontjából a tulajdonságok közül a növény- és csőmagasságot kell kiemelni. A növényi tulajdonságok közül a levélszámban mutatkozott a legnagyobb hasonlóság. Az egyedi produkcióban néhány esetben szignifikáns különbség volt a hibridpárok közt. A legnagyobb egyezőség a hibridpárok főcsövének csutkatömegét jellemezte, a csőhossz volt viszont az a terméselem, amelyben a legtöbb igazolható eltérés volt a hibridpárok között. A fehérjetartalom tekintetében is a legtöbb esetben igazolhatóak voltak a különbségek. A hibridpárok olajtartalma viszont nagyfokú hasonlóságot mutatott, a két vizsgálati évben összesen három hibridpár vizsgált beltartalmi mutatója tért el igazolhatóan. A clusteranalízis a hibridpárok vizsgált tulajdonságai alapján megerősítette azt a hipotézisünket, hogy az egyenes és a reciprok hibridek szorosan összefüggnek. A hibridpárok egy-egy clusterbe kerültek, az elsőszintű kapcsolódásuk az 5-ös beosztáson belül volt, ami jelzi a köztük lévő szoros korrelációt.

A főkomponensanalízissel áttekintettük a vizsgált változók egymás közötti korrelációs rendszerét. A kukorica legfontosabb értékmérő tulajdonságai az első főkomponensben csoportosultak. Ezekre a poligénes meghatározottságú paraméterekre hatottak legnagyobb mértékben a makro- és a mikroökológiai tényezők. A második főkomponensben a beltartalmi tulajdonságok függtek össze, ezek a paraméterek egymással korreláltak a legszorosabban, azonban a környezeti tényezők szintén hatottak rájuk. Azok a tulajdonságok, amelyek genetikailag jól meghatározottak (szemsorszám), vagy a környezet hatásaira kevésbé változékonyak (levélszám, címerágszám) szintén egy-egy főkomponensben csoportosultak.

A hierarchikus clusteranalízis dendrogramjai segítségével vizuálisan is megjelenítettük a tulajdonságok összefüggéseit. Jól áttekinthetővé tette a dendrogram a termőhelyek és a tőszámok kapcsolódásait is, sőt az évjáratok hatásait is elemezhettük. A diszkriminanciaanalízissel arra vártuk a választ, hogy a hibridek vizsgált kvantitatív változói mennyire különböztetik meg (diszkriminálják) a termőhelyeket. Az analízis eredményeként megállapítottuk, hogy a gyöngyösi és a gönci termőhelyek álltak a legtávolabb egymástól. A legszorosabb kapcsolat a martonvásári és a sopronhorpácsi, illetve a keszthelyi és a sopronhorpácsi termőhelyek között volt.

9. SUMMARY

The effect of genotype, growing site, plant density and year were examined over a two-year period. The hybrids were developed in 1996 from 12 direct and 12 reciprocal crosses involving lines belonging to three groups of related genotypes. The experiments were set up in Keszthely, Gönc, Gyöngyös, Sopronhorpács and Martonvásár in 1997 and 1998, and the hybrids were evaluated at three plant densities (51,000, 68,880 and 94,390 plants/ha) at each growing site. The aim of the experiments was to examine the effect of the main factors on the major traits of the new maize hybrids and to compare the direct and reciprocal crosses on the basis of these parameters.

It was found that there was a great genetic distance between the parental lines in the hybrids which gave the best performance. The ear mass per plant was found to be influenced to the greatest extent by the size of the growing area, followed by the growing site, which had a greater effect than the year. In other words, different results were achieved each year at different growing sites. The different effect of the years at different growing sites was manifested in the number of ears per plant. In both years the best result was achieved with plants grown at a density of 51,000 plants/ha. An increase in plant density led to a significant reduction in the ear mass per plant. The main reason for this was that only a single ear per plant was produced at plant densities of 68,880 and 94,390, and the size of this main ear was also reduced. A correlation was revealed between the yield per plant and the quantity of rain in July.

The growing site had the greatest effect on the phenotypic variability of maize plants. The plant height and the height of the main ear at various growing sites depended on climatic factors, especially the quantity of rainfall in the given year. Among the factors tested, the plant density had the least effect on plant and ear height.

The size of the assimilating leaf area was influenced not only by the year, but also by the growing site and plant density. At the two most arid growing sites, an increase in plant density led to a reduction in the leaf area per plant. At the other three growing sites, however, the plants were found to have the greatest leaf area at a density of 68,880 plants/hectare. In the present experiments the assimilating leaf area above the main ear was moderately correlated ($r = 0,68$) with the ear mass per plant.

No significant differences were found between the growing sites for the number of tassel branches, but a significant decline was caused by an increase in plant density.

An analysis of the protein and oil contents of the hybrids revealed that the protein contents of the samples differed to a significantly greater extent from one growing site to another than the oil contents. The greatest protein concentrations were recorded in hybrids grown in Gyöngyös and Martonvásár. The drier climate of these two growing sites may have played a role in the greater

protein formation. The most humid growing sites were Gönc and Sopronhorpács, where the lowest protein contents were found. The experimental data revealed a close correlation between the size of the growing area and the chemical quality parameters. As the plant density rose there was a significant decrease in the protein and oil contents. A negative correlation was observed between individual plant production and chemical quality traits.

The direct and reciprocal crosses were compared on the basis of 14 traits. Significant differences were observed most frequently for plant and ear height, while among the plant characters the greatest similarity was exhibited by the leaf number. Significant differences in individual plant production were observed between the hybrid pairs in a few cases. Among the yield components the greatest similarity was observed for the cob mass of the main ear, while differences between the hybrids were recorded most frequently for the ear length. In most cases there were also significant differences in protein content, while the oil contents of the hybrid pairs exhibited great similarity: in the two experimental years significant differences in this parameter were only observed in three cases. Cluster analysis on the basis of the traits of hybrid pairs confirmed the hypothesis that direct and reciprocal hybrids are closely related to each other. The hybrid pairs always formed separate clusters and their first level linkage was always within 5 units, indicating close correlation.

Principal component analysis was applied to examine the system of correlations between the different variables. The major traits of maize were grouped in the first principal component. These polygenic parameters were influenced to the greatest extent by macro- and microecological factors. Chemical quality traits were correlated in the second principal component; these parameters were most closely correlated with each other, but were also affected by environmental factors. The traits which are most subject to genetic determination (number of grain rows) or are less influenced by environmental effects (leaf number, number of tassel branches) were also grouped within single principal components.

With the aid of dendrograms formed by hierarchical cluster analysis, correlations between various traits could be visibly displayed. The dendrograms clarified links between growing sites and plant densities, and also allowed year effects to be analysed.

Discriminant analysis was used to determine the extent to which the quantitative variables of the hybrids were capable of discriminating between growing sites. The results of the analysis revealed that the Gyöngyös and Gönc growing sites differed from each other to the greatest extent. The closest correlations were found between Martonvásár and Sopronhorpács, and between Keszthely and Sopronhorpács.

10. IRODALOMJEGYZÉK

Alarcon, C. D. – Segundo, R. T. – Avila, L. G. – Cespedes, P. L. M. (1995): Analysis of the stability of various maize cultivars under natural rainfall conditions in the province of Manabi – Ecuador. Memorias de la III Reunion Latinoamericana y XVI Reunion de la Zona Andina de Investigadores en Maiz. Cochabamba, Santa Cruz, Bolivia. 1: 1-17.

Allen, J. R. – McKee, G. W. – McGahen, J. H. (1973): Leaf number and maturity in hybrid corn. Agronomy Journal 65:2, 233-235.

Andrejenko, Sz. Sz. – Kuperman, F. M. (1961): A kukorica élettana. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Athar, M. (1979): Influence of nitrogen fertilizer and plant density on some physiological aspects and grain yield of maize (*Zea mays* L.). Dissertation Abstracts International, B. 40: 2, 524 B.

Ángyán, J. (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben. GATE-KSZE. Gödöllő. Szekszárd.

Árendás, T. – Hegyi, Zs. – Bónis, P. – Marton, L. Cs. (2003): Műtrágyák hatása a kukorica nyersfehérje tartalmára. Martonvásár. 1:16.

Bajtay, I. – Daniel, L. (1976): Gazdasági tulajdonságok alakulása 9 csemegekukorica genotípus (*Zea mays* L. conv. Saccharata Koern.) diallél keresztezésében. I. Összehasonlító kísérletek. ZKI bulletinje. 11: 45-51.

Bálint, A. (1967): Az öröklés és származás alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Bálint, A. (1977): A fehérjeképződés genetikája. In: Gazdasági növényeink produkciógenetikája. Szerk.: Bálint A. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Bálint, A. (1980): A vetőmagtermesztés genetikai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Bálint, A. – Kovács, A. (1956): Vizsgálatok a kukorica fehérjetartalmának fokozására. Agrártudományi Egyetem, Agron. Kar kiadv. III. köt. 5. sz.

Bálint, A. (1974): Kukorica 2000-ben. Magyar Mezőgazdaság. XXIX. 2: 6-7.

Bálint, A. – Kovács, A. – Jelenits, K. (1958): Az *Euchlaena mexicana* szerepe a kukorica fehérje-tartalmának növelésében és minőségének javításában. Növénytermelés. 3: 235-248.

Bálint, A. – Menyhért, Z. – Sutka, J. – Kovács, Gné. – Kurnik, E. (1970): Increasing the protein content of maize by means of induced mutans. In: Improving plant protein by nuclear techniques. IAEA, Vienna. 77-85.

Banchero, C. B. – Bartoloni, N. – Rapela, M. A. – Marrassini, G. – Renteria, S. (2000): Determination of discriminatory in maize hybrids. Agronomie. 875-884.

Basheeruddin, M. – Reddy, M. B. – Shaik, M. (1999): Genetic analysis of forage yield and related agronomic characters in maize. Crop Research Hisar. 17: 2, 219-225.

Bauman, L. F. (1950): Performance of reciprocal crosses in corn. Abstract of Thesis of the University of Illinois. 3.

Baynes, R. A. – Brawn, R. I. (1973): Influence of cytoplasmic effects on some agronomic characters in corn. Can. J. of Plant Sci. 53: 101-104.

Begna, S. H. – Hamilton, R. I. – Dwyer, L. M. – Stewart, D. W. – Smith, D. L. (2000): Variability among maize hybrids differing in canopy architecture for above-ground dry matter and grain yield. Maydica. 45: 2, 135-141.

Berényi, D. (1945): A kukorica termelése és összefüggése az időjárással. Alföldi Magvető, Debrecen.

Berke, T. G. – Rocheford, T. R. (1995): Quantitative trait loci for flowering, plant and ear height, and kernel traits in maize. Crop Science. 35: 1542-1549.

Bhat, B. K. – Dhawan, N. L. (1969): Effects of cytoplasm on quantitative characters of maize. The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 29: 3, 321-326.

Bocz, E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Bonaparte, E. – Brawn, R. I. (1976): Effects of plant density and planting date on leaf number and some developmental events in corn. Canadian Journal of Plant Science. 56: 3, 691-698.

Brej, S. (1970): Protein content and 1000-grain weight in maize interline hybrids. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin. 3-4: 45-47.

Brown, W. L. (1953): A summary of maize breeding techniques. Tropical Agriculture. 30: 86-96.

Camacho, L. H. (1962): Quantitative genetic analysis of physical components of yield in corn. Ph. D. Thesis. North Carolina State College. Department of Genetics.

Carlone, M. R. – Russel, W. A. (1987): Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. Crop Science. 27: 3, 465-470.

Cassanti, S. (1975): Influence of plant density and nitrogen fertilization on grain yield in maize under irrigation. Rivista di Agronomia. 9: 2-3, 125-129.

CastAnon, G. – Tosquy, H. – (1998a): Phenotypic stability of tropical maize hybrids. Revista Fitotecnia Mexicana. 185-194.

CastAnon, G. – Tosquy, H. – Arano, R. – Raygoza, B. (1998b): Cluster analysis in tropical maize hybrids and synthetics in Veracruz, Mexico. Agronomia Mesoamericana. 77-81.

Chase, S. S. – Nanda, D. K. (1967): Number of leaves and maturity classification in *Zea mays* L. Crop. Sci. 5: 431-432.

Cloninger, F. D. – Horrocks, P. D. – Zuber, M. S. (1975): Effects of harvest date, plant density and hybrid on corn grain quality. Agron. Jour. 5: 693-695.

Cockerham, C. C. – Zeng, Z. B. – Comstock, R. E. – Robinson, H. F. – Stuber, C. W. (1996): Design III with marker loci. Genetics. 143: 3, 1437-1456.

Collins, G. N. (1916): Correlated characters in maize breeding. Jour. Agr. Research. 12: 435-453.

Cornelius, P. L. – Dudley, J. W. (1976): Genetic variance components and predicted response to selection under selfing and full-sib mating in a maize population. Crop Science 16: 3, 333-339.

Cortez-Mendoza, H. – Hallauer, A. R. (1979): Divergent mass selection for ear length in maize. Crop Science. 19: 2, 175-178.

Cosmin, O. – Bica, N. – Sarca, T. (1983): Maize hybrids for cultivation without irrigation in the south and west of Romania. Productia Vegetala, Cereale si Plante Tehnice. 35: 3-9.

Daniel, L. – Bajtay, I. (1975): Néhány mennyiségi tulajdonság alakulása 11 csemegekukorica (*Zea mays* L. conv. saccharata Koern.) beltenyésztett törzs diallél keresztezésében. Növénytermelés. 24:4, 285-294.

Dass, S. –Singh, M. – Sarial, A. K. – Aneja, D. R. (1987): Stability analysis in maize. Crop Improvement. 14: 185-187.

Dhaif, A. A. M. (1976): A kukorica egyes alaktani és élettani tulajdonságainak összehasonlítása különböző heterozigóta szinten. Kandidátusi disszertáció. Martonvásár.

Diem, C. D. – Dolinka, B. (1983): Terméselemek, valamint morfológiai tulajdonságok összefüggése a kukoricánál. Növénytermelés. 32: 97-103.

Diem, C. D. – Dolinka, B. (1985): The applicability of some parameters in comparative evaluation of the phenotypic characters of maize hybrids. Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae. 34: 336-342.

Dobbins, F. A. – Krider, J. L. – Hamilton, T. S. – Earley, E. B. – Terril, S. W. (1950): Comparison of high and low protein corn for growing-fattening pigs in drylot. Jour. Anim. Sci. 9: 625-633.

Dudley, I. W. (1973): Seventy generations of selection for oil and protein in corn kernel. In: Proceedings of the 28th Annual Corn and Sorghum Research Conf. ASTA, Chicago. 123-136.

Dudley, I. W. (1974): Seventy generations of seletion for oil and protein in maize. Crop Sci. Soc. of America, Inc. Madison, Wisconsin.

Duncan, W. G. (1975): Maize. In: Crop physiology. Szerk.: Evans, L. T. Cambridge University. Press Cambridge. 23-50.

Earle, F. R. – Curtis, J. J. – Hubbard, J. E. (1946): Composition of the component parts of the corn kernel. Cereal Chem. 23: 504-511.

East, E. M. – Hayes, H. K. (1912): Heterozygosis in Evolution and in Plant Breeding. U. S. Dept. Agr., Bur. Plant Indus. Bul. 243.

East, E. M. – Jones, D. F. (1920): Genetic studies on the protein content of maize. Genet. 5: 543-610.

Eke, I. – Manninger, S. – Somssich, I. (1984): Hibridkukoricák nyersfehérje tartalma és biológiai értéke. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle, XXVIII. 5: 109-114.

El-Sherbieny, H. Y. – El-Itriby, H. A. – Mahgoub, G. M. A. – Ismail, A. A. (1991): Improvement of a commercial maize single cross by improving its component inbreds. II. Improving inbred line Sids 62, the male parent of single cross 9. Bull. of Fac. of Agr. Univ. of Cairo 42: 971-980.

Ephrath, J. E. – Hesketh, J. D. – Alm, D. M. (1994): Leaf and stem characteristics in maize strains differing in stem leaf number. Photosynthetica. 30: 3, 381-388.

Fischer, K. S. – Edmeades, G. O. – Johnson, E. C. (1987): Recurrent selection for reduced tassel branch number and reduced leaf area density above the ear in tropical maize populations. Crop Science. 27: 6, 1150-1156.

Fleischmann, R. (1947): Kukorica (*Zea mays* L.) In: Villax Ö.: Növénynemesítés, II. kötet Magyaróvár. 176-213.

Fleming, A. A. – Kozelniczky, G. M. – Browne, E. B. (1960): Cytoplasmic Effects on Agronomic Characters in Double Cross Maize Hybrid. Agronomy Journal. 52: 2.

Frey, K. J. (1949): The inheritance of protein and certain of its components in maize. Agron. Jour. 41: 113-117.

Frey, K. J. (1971): Improving crop yields through plant breeding. In: Eastin, J. D. and Muson, R. D. (eds). Moving of the yield Planteau. Special Publ. 20: 15-58. Amer. Soc. of Agron., Madison. Wiscontin.

Frunze, I. I. – Garbur, I. V. (1989): Pollen production of paternal forms. Kukuruza i Sorgo. No. 1: 38-39.

Gama, E. E. G. – Hallauer, A. R. (1977): Relation between inbred and hybrid traits in maize. Crop Science. 17: 703-706.

Garwood, D. L. – Weber, E. J. – Lambert, R. J. – Alexander, D. E. (1970): Effect of different cytoplasms on oil, fatty acids, plant height and ear height in maize (*Zea mays* L.). Crop Science. 10: 39-41.

Geczky, I. (1987): Minőségi tulajdonságok javítása a nemesítésben. In: Mezőgazdasági növények nemesítése. Szerk.: Hódosné Kotvics G. Egyetemi jegyzet. Gödöllő. 128-136.

Genter, C. F. – Eheart, J. F. – Linkous, W. N. (1956): Effects of location, hybrid, fertilizer and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. Agron. Jour. 48: 63-67.

Geraldi, I. O. – Miranda Filho, J. B. – Vencovsky, R. (1978): Prospects of breeding maize (*Zea mays* L.) with reference to tassel characters. 30th annual reunion, Brazilian Society for Scientific Progress. 30: 533-534.

Gundel, J. (1985): A kukorica felhasználása az állattenyésztésben. In: A kukoricatermesztés kézikönyve. Szerk.: Menyhért Z. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Guo, P. Z. – Gardner, C. O. – Obaidi, M. (1986): Genetic variation and gene effects controlling prolificacy and other traits in maize (*Zea mays* L.). Acta Genetica Sinica. 13: 1, 35-42.

Gupta, D. – Kovács, I. – Gáspár, L. (1975): Protein quality traits and their relationships with yield and yield components of opaque-2 and analogous normal maize hybrids and inbred lines. Theoretical and Applied Genetics. 45: 341-348.

Gyenesné Hegyi, Zs. (2000a): A beltenyésztett törzsek és a hibridek terméselemeinek stabilitása. Martonvásár. 2: 24-25.

Gyenesné Hegyi, Zs. (2000b): A beltenyésztett törzsek terméselemeinek stabilitása. VI. Növénynemesítési Tudományos Napok. Budapest. 45.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Kizmus, L. – Nagy, E. – Marton, L. Cs. (2001a): A kukorica címerágak számának és az egyedi produkciónak a vizsgálata eltérő ökológiai körülmények között. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. Budapest. 62.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Kizmus, L. – Záborszky, S. – Marton, L. Cs. (2001b): A kukorica fehérje- és olajtartalmának, valamint ezerszemtömegének alakulása eltérő ökológiai körülmények között. Növénytermelés. 50: 385-394.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Kizmus, L. – Nagy, E. – Marton, L. Cs. (2002a): Kukorica címerágak számának és az egyedi produkciónak a vizsgálata eltérő ökológiai körülmények között. Növénytermesztési Tudományos Nap. In: Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben. Szerk.: Pepó, P., Jolánkai, M. 185-191.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Pók, I. – Illés, O. – Szőke, Cs. – Kizmus, L. – Marton, L. Cs. (2002b): A termőhely, a tőszám és az évjárat hatása kukoricahibridek terméselemeire. Növénytermelés. 50: 425-435.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Pók, I. – Kizmus, L. – Zsubori, Zs. – Nagy, E. – Marton, L. Cs. (2002c): Plant height and height of the main ear in maize (*Zea mays* L.) at different locations and different plant densities. Acta Agronomica Hungarica. 50. 75-84.

Gyenesné Hegyi, Zs. – Pók, I. – Zsubori, Zs. – Kizmus, L. – Nagy, E. – Marton, L. Cs. (2002d): A kukorica (*Zea mays* L.) növénymagasságának és főcső eredési magasságának alakulása eltérő termőhelyeken. VIII. Növénynemesítési tudományos napok. Budapest. 87.

Győrffy, B. (1958): Kukoricafajták trágyareakciójának vizsgálata. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó, Budapest. 118-124.

Győrffy, B. (1979): Fajta-, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. Agrártudományi Közlemények. 38: 309-331.

Győrffy, B. – I'só, I. – Bölöni, I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Győrffy, B. – I'só, I. (1970): A kukorica. In: A növénytermesztés kézikönyve. Szerk.: Láng G. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 242-270.

Hallauer, A. R. – Miranda, J. B. (1981): Heriditary Variance: Experimental Estimates. In: Quantitative Genetics in Maize Breeding. Ed.: The Iowa State University, Ames, Iowa. 115-158.

Hamilton, T. S. – Hamilton, B. C. – Johnson, B. C. – Mitchell (1951): The dependence of the physical and chemical composition of the corn kernel on soil fertility and cropping system. Cereal Chem. 28: 163-176.

Hansen, L. A. – Baggett, J. R. (1977): Reciprocal differences for plant and ear characteristics in sweet corn. Hort Science. 12: 60-62.

Hassan, A. A. (2000): Effect of plant population density on yield and yield components of eight Egyptian maize hybrids. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo. 51: 1, 1-16.

Hayes, H. K. (1922): Production of high-protein maize by Mendelian methods. Genet. 7: 237-257.

Hayes, H. K. – Garber, R. J. (1919): Synthetic production of high-protein corn in relation to breeding. Jour. Am. Soc. Agron. 11: 309-318.

Hegyi, Zs. (2002): Egyenes és reciprok kukoricahibridek, valamint szülőtörzseik beltartalmi mutatói. Acta Agronomica Hungarica. Jubileumi Tudományos ülés. Szerk.: Sutka, J., Veisz, O. 137-143.

Hegyi, Zs. – Kizmus, L. – Marton, L. Cs. (2003a): Eltérő termesztési viszonyok hatása a kukorica növényi méreteire és terméselemeire. IX. Növénynemesítési tudományos napok. Budapest. 64.

Hegyi, Zs. – Berzy, T. – Záborszky, S. – Marton, L. Cs. (2003b): Kukoricatörzsek egyenes és reciprok keresztezéseinek összehasonlító elemzése. V. Magyar Genetikai Kongresszus. Siófok. 86-87.

Hegyi, Zs. – Kovács, G. – Pintér, J. – Marton, L. Cs (2003c): Kukoricahibridek környezeti stabilitásának vizsgálata többváltozós statisztikai módszerekkel. 50 éves a magyar hibrid kukorica. Jubileumi emlékülés. Martonvásár, 2003. szept. 30. (in press)

Herczegh, M. (1970): Importance of yield components of the phenotype. Some methodological achievements of the hungarian hybrid maize breeding. Akadémiai Kiadó. Budapest. 229-236.

Hopkins, C. G. (1899): Improvement in the chemical composition of the corn kernel. III. Agr. Exp. Sta. Bul. 55: 205-240.

Hozumi, K. – Koyami, H. – Kira, T. (1955): Interspecific competition among higher plants. IV. A preliminary account of the interaction between adjacent individuals. J. Inst. Polytechnics, Osaka City University, Ser. D 6. 121-130.

Hui, D. F. – Jiang, C. J. – Mo, H. D. (1997): Comparison among mapping methods for detecting QTLs and estimating their effects. Acta Agronomica Sinica. 23: 129-136.

Hunter, J. E. (1947): What corn quality means to the feed mixer. Am. Seed Trade Assoc., Hybrid Corn Div., Indus.-Res Rpt. 1: 34-36.

Inglett, G. E. (1970): Corn: Culture, Precessing, Products. The AVI publishing Co. Inc. Westport, Conn.

I'só, I. (1969): Tenyészterület-kísérletek különböző hibridekkel. Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Jahn-Deesbach, W. – Machemer, C. (1976): Untersuchungen über Protein- und Fettgehalte, Fettsauereanteile, Griessausbeuten und Grissfettgehalte bei Mais–Neuzüchtungen. Deutscher Mais-Test, 1974. Getreide, Mehl und Brot. 30: 6, 137-142.

Jenkins, M. T. (1929): Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize. I. Agric. Res. 39: 677-721.

Johnson, I. J. – Hayes, H. K. (1936): The combining ability of inbred lines of Golden Bawtam sweet corn. I. Am. Soc. Agron. 28: 246-252.

Jones, D. F. (1918): The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. Connecticut Agric. Exp. Stn. Bull. 207: 5-100.

Jones, D. F. – Mangelsdorf, P. C. (1926): Crossed corn. Connecticut. Agr. Exp. Sta. Bul. 273.

Jorgenson, L. – Brewbaker, H. E. (1927): A comparison of selfed lines of corn and first-generation crosses between them. J. Amer. Soc. Agron. 19: 819-830.

Jorregroza, M. – Harpstead, D. D. (1965): Performance of S_1 lines of maize per se and as test crosses to related and unrelated varieties. Amer. Soc. Agron. Abstract. 21.

Jugenheimer, R. W. (1950): Experimental corn hybrids tested in 1949. III. Agr. Exp. Sta. Bul. 538.

Jugenheimer, R. W. (1959): Composition de la plante et de l'épi. In: La sélection des mais hybrides et la production des semences. Organisation des nations unics pour l'alimentation et l' agriculture. Rome. 167-173.

Kabir, K. M. (1988): Combining abilities of early maize strains divergent by selected for ear moisture. Maize Abstracts. 4: 6, 2850.

Kalsy, H. S. – Sharma, D. (1972): Study of cytoplasmic effects in reciprocal crosses of divergent varieties of maize. Euphytica. 21: 527-533.

Kamel, M. S. – El-Kadi, D. A. – Mahmoud, E. A. – Ba-Momen, A. M. (1979): Effect of sowing dates on some developmental characteristics of three corn cultivars. Research Bull. Fac. of Agr. Ain Shams Univ. 1095. 18.

Kapás, S. (1961): A kukorica fajtabírálat egyes kérdései. Növényfajtaminősítő Tanács Titkárságának Kiadványa. Budapest. 152-158.

Ke, C. Y. (1987): Cluster analysis of parental inbred lines in maize. Journal of Shenyang Agricultural University. 18: 56-63.

Khalifa, M. A. – Shokr, E. S. – El-Sayed, K. I. (1984): Effect of plant density on corn, (*Zea mays* L.). Yield and yield components. Annals of Agricultural Science, Moshtohor. 22: 1, 77-89.

Kising, W. (1962): Maisanbau auf neuen Wegen. Verl. E. J. Kniebühler. Endingen.

Kovács, I. (1963): Reciprok anyai egyszeres keresztezés hatása a hibridkukorica termőképességének alakulására. Növénytermelés. 12: 4, 325-328.

Kovács, I. (1971): Correlation of earliness traits of hybrids produced from related and non related lines. Maize Genet. Coop. News Letter. 45: 246-249.

Kovács, K. (1994): A műtrágyázás és kémiai növényvédelem hatása az őszi búza és a kukorica szemtermésének minőségére. In: Trágyázási Kutatások 1960-1990. Szerk.: Debreceni B. és Debreceni Bné. Akadémiai Kiadó, Budapest. 65-73.

Kozelnicky, G. M. (1952): The performance of corn inbreds per se in comparison with their performance in test cross combination. Proc. Ass. Southern Agr. Workers. 49: 53-54.

Kuleshov, N. (1933): World's diversity of phenotype of maize. Agron. J. 25: 688-700.

Lambert, R. J. – Hopkins, C. G. – Smith, L. H. – Woodworth, C. M. – Leng, E. R. – Alexander, D. E. – Dudley, J. W. (1974): Seventy generations of selection for oil and protein in maize. Crop Science Society of America. Madison. Wisconsin. USA.

Lap, D. O. – Berzsenyi, Z. (1993): A növényszám x műtrágyázás interakció hatása a kukorica (Zea mays L.) biomassza produkciójára különböző évjáratokban. Növénytermelés. 42: 171-183.

Lee, M. – Veldboom, L. R. (1993): Quantitative genetic variation near *an1* and *bx1*. Maize Gen. Coop. Newsletter 67: 6.

Lee, M. H. (1994): Growth and yield response of corn hyrids with different canopy types to planting density. Korean Journal of Crop Science. 39: 4, 353-358.

Lee, T. C. – Lu, H. S. – Wan, H. (1983): Studies on the yield stability of double hybrids of opaque-2 maize. Journal of Agricultural Research of China. 32: 3, 219-227.

Leng, E. R: (1962): Results of long-term selection for chemical composition in maize and their significance in evaluating breeding systeme. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 47: 67-91.

Leng, E. R. (1963): Component analysis in Inheritance Studies of Grain yield in maize. Crop Science. 3, 187-190.

Letal, J. – Krajewski, P. – Kaczmarek, Z. (1997): Quantitativ variation and Mendelian factors in F2 populations of maize. Proceedings of the tenth meeting of the EUCARPIA Section Biometrics in Plant genetics, Poznan, Poland. 203-207.

Letchworth, M. B. – Lambert, R. J. (1998): Pollen parent effects on oil, protein, and starch concentration in maize kernels. Crop Scienece. 38: 363-367.

Lonnquist, J. H. – Lindsey, M. F. (1964): Topcross versus S_1 line performance in corn (*Zea mays* L.). Crop Science. 4: 580-584.

Loyal, F. B. (1960): Relative Yields of First (Apical) and Second Ears of Semi Prolific Southeru Corn Hibrids. Agronomy Journal. 52: 4, 220-222.

Lőrincz, J. – Menyhért, Z. – Ángyán, J. (1977): Kukorica agrotechnikai kísérlet adatainak összefüggés vizsgálata faktoranalízissel. Agrártudományi Egyetem Közleményei, Gödöllő. 53-66.

Lucas, E. O. – Remison, S. U. (1984): Effect of population density on yield and dry-matter partition of maize varieties in Nigeria. Indian Journal of Agricultural Sciences. 54: 4, 284-290.

Malvar, R. A. – Ordas, A. – Revilla, P. – Cartea, M. E. (1996): Estimates of genetic variances in two Spanish populations of maize. Crop Science. 36: 291-295.

Marton, L. Cs. – Berzsenyi, Z. – Szundy, T. – Árendás, T. – Bónis, P. (1999): Különböző tenyészidejű kukoricahibridek termőképességének és szemnedvességének összehasonlító értékelése. In: Tiszántúli Mezőgazdasági Tud. Napok. Szerk.: Ruzsányi, L. – Lesznyák, Mné. – Jávor, A. Debrecen. 85-89.

Mason, L. – Mondart, C. L. Jr. – Chaney, C. R. – Martin, P. – Milam, M. (1974): Corn forage as affected by plant population, nitrogen rate and hybrid on Olivier soil. Bulletin Agricultural Experiment Station Lousiana State University. No. 677, 23.

Mason, L. – Zuber, M. S. (1976): Diallel analysis of maize for leaf angle, leaf area, yield and yield components. Crop Sci. 16: 693-695.

Mathur, R. K. – Chuni, L. – Bhatnagar, S. K. – Jain, V. K. – Gor, H. K. (1997): Effect of growing conditions on character association in maize (*Zea mays* L.). Annals of Agricultural Research. 18: 4, 503-507.

McKee, G. W – McGahen, J. H. – Peiffer, R. A. – Allen, J. R. (1974): Interrelationships of maturity, leaf area index, time of black layer formation, heat units and yield of 120 corn hybrids. Agronomy Abstracts' 87.

Melo, W. M. C. – Pinho, R. G. – Ferreira, D. F. (2001): Combining ability and genetic divergence in commercial maize hybrids. Ciencia e Agrotechnologia. 25: 821-830.

Menyhért, Z. (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Menyhért, Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Menyhért, Z. – Kovács, Gné. (1970): Spontán és indukált opaque mutánsok aminosav összetételének vizsgálata. Agrártudományi Közlemények. 29: 3, 331-335.

Menyhért, Z. – Ángyán, J. (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Mertz, E. T. – Bates, L. S. – Nelson, O. E. (1964): Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science. 145: 279-280.

Miller, P. A. – Brimhall, B. (1951): Factors influencing the oil and protein content of corn grain. Agron. Jour. 43: 305-311.

Mitchell, H. H. – Beadles, J. R. (1944): Corn germ a valuable protein food. Sci. 99: 129-130.

Mock, J. J. – Schnetz, S. H. (1974): Inheritance of tassel branch number in maize. Crop Science. 14: 6, 885-888.

Modarres, A. M. – Dijak, M. – Hamilton, R. I. – Dwyer, L. M. – Stewart, D. W. – Mather, D. E. – Smith, D. L. (1998): Leafy reduced-stature maize hybrid response to plant population density and planting patterns in a short growing season area. Maydica. 43: 3, 227-234.

Moll, R. H. – Kamprath, E. J. (1977): Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. Agronomy Journal. 69:1, 81-84.

Montgomery, E. G. (1906): What is an ear of corn? Popular Sci. Mon. 68: 55-62.

Muleba, N. (1980): Physiological determinants of grain yield of maize (*Zea mays* L.) varieties in different environments. Dissertation Abstracts International, B. 41: 5, 1601.

Muleba, N. – Hart, T. G. – Paulsen, G. M. (1983): Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L.) yields under tropical and temperate conditions. Tropical Agriculture. 60: 1, 3-10.

Myburgh, S. J. (1946): The biological values of the proteins of some South African (whole seed) maize varieties. Jour. Vet. Sci. 21: 57-77.

Nagy, L. (1982): A termőképesség, valamint néhány értékmérő tulajdonság vizsgálata eltérő tenyészidejű kukorica törzsekkel előállított egyszeres keresztezésű reciprok hibrideknél. Növénytermelés. 31: 1, 11-20.

Nagy, L. (1985): Korai kukorica reciprok egyszeres keresztezések összehasonlító vizsgálata. Növénytermelés. 34: 307-312.

Nanda, D. K. (1966): Evaluation of eight inbred lines of maize. Crop Scienece. 6: 67-68.

Nawar, A.A. – Ibrahim, M. E. – Attia, M. B. (1992): Grain yield, yield components and infestation rates of corn borers and aphid of maize genotypes as influenced by nitrogen fertilization. Egyptian J. of Agronomy. 17: 41-58.

Németh, J. – Pintér, L. (1975): Effects of plant density and spacing on the grain yield of hybrids. Maize Genetics Cooperation News Letter. 49: 21-23.

Nilsson-Leissner, G. (1927): Relation of selfed strains of corn to F_1 crosses between them. J. Amer. Soc. Agron. 19: 440-454.

Obilana, A. T. – Hallauer, A. R. (1974): Estimation of variability of quantitative traits in BSSS by using unselected maize inbred lines. Crop Science. 14: 1, 99-103.

Onn, L. C. (1989): Maximum yield research towards predicting high yields of maize in Malaysia. Maximum yield research. Proceedings of symposium on maximum yield research. November, 16-18. New Delhi, India. 196-202.

Park, K. Y. – Kang, Y. K. – Park, S. U. – Moon, H. G. (1989): Effects of planting density and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. Korean J. of Crop Science. 34: 2, 192-197.

Pásztor, K. – Győri, Z. – Szilágyi, Sz. (1998): A fehérje-, a keményítő-, a hamu-, a rost- és a zsírtartalom változása kukorica szülőtörzsekben és hibridjeikben. Növénytermelés. 47: 271-278.

Pavlicic, J. (1974): Variability of some quantitative characters of domestic types of maize flints (Montenegro flints). Savremena Poljoprivreda. 22: 9-10, 49-57.

Pavlov, B. J. (1951): Vüvegyenije mezszortovüh gibridov Kukuruzü. Szel. i Szem. 10: 3-12.

Pintér, L. – Burucs, Z. – Páldi, E. (1994): Mire vezethető vissza a kukorica genetikailag meghatározott tőszám reakciója? Növénytermelés. 43: 263-271.

Polerecky, O. (1976): Yield and yield components of newly-bred high-yielding grain maize hybrids. Rostlinna Vyroba. 22: 10, 1021-1027.

Pollmer, W. G. – Klein, D. – Dhillon, B. S. (1979): Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverse for protein content. Euphytica. 28: 2, 325-328.

Prokszáné Paplogó, Zs. – Harmati, I. (1988): Kukoricahibridek keményítő-, fehérje- és olaj-tartalma. Növénytermelés. 37: 17-26.

Prokszáné Paplogó, Zs. – Széll, E. – Kovácsné Komlós, M. (1995): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstalajon. Növénytermelés. 44: 33-42.

Pucaric, A. (1974): Changes in some properties of the plants and in yield of maize hybrids in relation to density of stand. IV. Height to the tassel and to the ear. Poljoprivredna Znanstvena Smotra. 33: 43, 113-119.

Rather, A. G. – Sheikh, F. A. – Wani, S. A. (1999): Variability and correlation studies in maize (*Zea mays* L.) under rainfed conditions. Advances in Plant Sciences. 12: 539-542.

Richey, F. D. (1920): The inequality of reciprocal corn crosses. Jour. Am. Soc. Agron. 12: 185-196.

Richey, F. D. (1924): Effects of selection on the yield of a cross between varieties of corn. U. S. Dept. of Agr. Bul. No. 1209.

Richey, F. D. – Mayer, L. S. (1925): The productiveness of successive generations of self-fertilized lines of corn and of crosses between them. U. S. Dept. Agr. Bul. No. 1354.

Rossman, E. C. – Staniforth, D. W. (1949): Effects of 2,4 D on inbred lines and a single cross of maize. Plant. Physiol. 24: 60-74.

Russel, W. A. (1976): Genetic effects and genetic effect x year interactions at three gene loci in sublines of a maize inbred line. Canadian J. of Gen. and Cytology. 18:1, 23-33.

Rutz, H. W. – Pollmer, W. G. – Dhillon, B. S. (1978): Studies on the variation and covariation of some nutritional and technological traits in maize inbred lines. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung. 81: 1, 24-31.

Salazar, A. M. – Hallauer, A. R. (1986): Divergent mass selection for ear length in maize. Revista Brasileira de Genetica. 9: 2, 281-294.

Sárvári, M. – Szabó, P. (1998): A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. 47: 213-221.

Schneider, E. O. – Earley, E. B. – DeTurk, E. E. (1952): Nitrogen fractions of the component parts of the corn kernel as affected by selection and soil nitrogen. Agron. Jour. 44: 161-169.

Schön, C. C. – Lee, M. – Melchinger, A. E. – Guthrie, W. D. – Woodman, W. L. (1993): Mapping and characterization of quantitative trait loci affecting resistance against second-generation European corn borer in maize with the aid of RFLPs. Heredity. 70: 5, 648-659.

Seka, D. – Cross, H. Z. (1995a): Xenia and maternal effects on maize kernel development. Crop Scienece. 35: 80-85.

Seka, D. – Cross, H. Z. (1995b): Xenia and maternal effects on maize agronomic traits at three plant densities. Crop Science. 35: 86-90.

Shahi, J. P. – Singh, I. S. (1988): Genetic variability in maize composite. Crop Improvement. 15: 1, 101-104.

Shull, G. H. (1910): Hybridization methods in corn breeding. Amer. Breed. Mag. 1: 98-107.

Sing, C. F. – Moll, R. H. – Hanson, N. D. (1967): Inbreeding in two populations of *Zea mays* L. Crop Science. 7: 631-636.

Sotomayor, Rios A. – Torres, C. – Ellis, M. (1980): Effect of plant density on yield and plant characters of twelve corn hybrids and selections. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 64: 4, 407-413.

Southwood, T. R. E. (1984): Ökológiai módszerek, különös tekintettel a rovarpopulációk tanulmányozására. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Sprague, G. F. (1955): A kukorica és nemesítése. Academic Press Inc., New York, 1957. 699. Kivonatos fordítás. Országos Mezőgazdasági Könyvtár, Budapest.

Sprague, G. F. – Brimhall, B. (1949): Quantitative inheritance of oil in the corn kernel. Agron. Jour. 41: 30-33.

Sprague, G. E. – Eberhart, S. A. (1977): Corn and corn improvement. Madison, Wisconsin, USA. 305-354.

Student (1934): A calculation of the minimum number of genes in Winter's selection experiment. Eugenics Rev. 24: 293-296.

Subandi–Compton, W. A. (1974): Genetic studies in an exotic population of corn (*Zea mays* L.) grown under two plant densities. 1. Estimates of genetic parameters. Theoretical and Applied Genetics. 44: 4, 153-159.

Surányi, J. – Mándy, Gy. (1955): A kukorica. Magyarország kultúrflórája. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Sváb, J. (1979): Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Sváb, J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szundy, T. (1981): Eltérő heterozigóta szintű szülőkön előállított kukorica hibridek néhány tulajdonsága. Kandidátusi értekezés. Martonvásár.

Szundy, T. – Kovács, I. (1981): Correlation between certain characters for earliness in hybrids produced on systematic heterozygous series. Maize Genet. Coop. News Letter. 55: 73-75.

Troyer, A. F. (1990): Selection for early flowering in corn. Three adapted synthetics. Crop Science. 30: 4, 896- 900.

Troyer, A. F. – Brown, W. L. (1972): Selection for early flowering in corn. Crop Science. 12: 301-303.

Troyer, A. F. – Brown, W. L. (1976): Selection for early flowering in corn; seven late synthetics. Crop Science. 16: 767-772.

Troyer, A. F. – Larkins, J. R. (1985): Selection for early flowering in corn; 10 late synthetics. Crop Science. 25: 4, 695-697.

Veldboom, L. R. – Lee, M. – Woodman, W. L. (1994): Molecular marker-facilitated studies in an elite maize population: I. Linkage analysis and determination of QTL for morphological traits. Theor. Appl. Genet. 88: 7-16.

Veneni, M. (1971): Results of the study of maize hybrids for grain production under irrigated conditions. Vedecke Prace Vyskumneho Ustavu Zavlahoveho Hospodarstva v Bratislave. 1971-1972. 9: 147-178.

Veneni, M. (1974): Studium komponentov urodnosti niektorych zavlazovanych hybridov kukurice. Vedecke Prace Vyskumneho Ustavu Zavlahoveho Hospodarstva v Bratislave. 11: 175-188.

Vez, A. (1974): Effect of plant density on the yields of grain maize. Revue Suisse d'Agriculture. 6 : 2, 43-47.

Villax, Ö. (1944): Növénynemesítés. I. Magyaróvár.

Wallace, H. A. – Bresmann, E. N. (1949): Corn and corn growing. Wiley – Chapman. New York and London.

Williams, C. G. – Welton, F. A. (1915): Corn Experiments. Ohio Agr. Exp. Sta. Cir. 66.

Woodworth, C. M. – Jugenheimer, R. W. (1949): Breeding and genetics of high protein corn. Am. Seed Trade Assoc. Hybrid Corn Div. Indus. Res. Rpt. 8: 75-83.

Woodworth, C. M. – Leng, E. R. – Jugenheimer, R. W. (1952): Fifty generations of selection for protein and oil in corn. Agron. Jour. 44: 60-65.

Wu, Z. K. (1988): Study of eight agronomic characters in corn under two environments. Acta Agronomica Sinica. 14: 1, 39-45.

Xu, Z. B. (1986): Influence of major characters of maize on the productivity of individual plants. Ningxia Agricultural Science and Technology. No. 5: 26-27.

Zhang, S. H. – Shi, D. Q. – Xu, J. S. – Kang, J. W. – Wang, L. M. – Yang, Y. F. (1995): Effects of mass selection on the adaptive improvement of exotic quality protein maize populations. II. Correlated responses. Acta Agronomica Sinica. 21: 5, 513-519.

Zhuchenko, A. A. – Preigel, I. A. – Tavertailo, T. F. – Dankov, T. – Skorpan, V. G. (1990): Dependence of heterosis in the F1 and the range of variation in the F2 on the genotype of the parental forms in maize. Tsitologiya i Genetika. 24: 49-56.

Zscheischler, J. – Hepting, L. (1974): Results of regional varietal trials of grain maize at various spacings in Bavaria, 1970-1972. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch. 51: 304-317.

11. MELLÉKLETEK

M 1. táblázat A tenyészidőszak jellemző időjárási paraméterei

Keszthely, 1997-1998

Hónap	Havi csapadék-összeg mm	Havi közép-hőmérséklet °C	Hőségnapok száma
	1997		
IV.	10,9	7,7	-
$\Delta_{IV.}$	*- 40,5*	*-3,1*	-
V.	75,0	16,4	1
$\Delta_{V.}$	*13,9*	*0,8*	-
VI.	93,7	18,8	-
$\Delta_{VI.}$	*12,7*	*- 0,1*	-
VII.	111,0	19,5	1
$\Delta_{VII.}$	*36,9*	*- 0,8*	-
VIII.	27,2	20,0	1
$\Delta_{VIII.}$	*- 45,2*	*0,2*	-
IX.	21,5	15,2	-
$\Delta_{IX.}$	*- 28,1*	*-0,8*	-
IV-IX.	339,3	16,3	3
$\Delta_{IV-IX.}$	*-50,3*	*-0,6*	-
	1998		
IV.	60,0	12,0	-
$\Delta_{IV.}$	*8,6*	*1,2*	-
V.	49,3	15,1	-
$\Delta_{V.}$	*-11,8*	*- 0,5*	-
VI.	128,0	19,5	3
$\Delta_{VI.}$	*47,0*	*0,6*	-
VII.	81,0	20,4	6
$\Delta_{VII.}$	*6,9*	*0,1*	-
VIII.	53,6	20,5	9
$\Delta_{VIII.}$	*-18,8*	*0,7*	-
IX.	157,7	15,1	-
$\Delta_{IX.}$	*108,1*	*- 0,9*	-
IV-IX.	529,6	17,1	18
$\Delta_{IV-IX.}$	*140,0*	*0,2*	-

Δ - Eltérés a 30 éves átlagtól

M 2. táblázat A tenyészidőszak jellemző időjárási paraméterei

Gönc, 1997-1998

Hónap	Havi csapadék-összeg mm	Havi közép-hőmérséklet °C	Hőségnapok száma
	1997		
IV.	30,2	6,8	-
$\Delta_{IV.}$	*- 18,5*	*- 3,4*	-
V.	78,1	15,9	4
$\Delta_{V.}$	*8,5*	*0,3*	-
VI.	93,8	18,3	3
$\Delta_{VI.}$	*8,1*	*0,1*	-
VII.	88,5	18,9	1
$\Delta_{VII.}$	*8,3*	*- 1,0*	-
VIII.	29,8	19,9	2
$\Delta_{VIII.}$	*- 41,5*	*0,6*	-
IX.	28,0	14,3	-
$\Delta_{IX.}$	*- 22,8*	*- 1,4*	-
IV-IX.	348,4	15,7	10
$\Delta_{IV-IX.}$	*- 57,9*	*- 0,8*	-
	1998		
IV.	78,3	11,4	-
$\Delta_{IV.}$	*29,6*	*1,2*	-
V.	99,3	14,6	1
$\Delta_{V.}$	*29,7*	*- 1,0*	-
VI.	93,3	19,0	6
$\Delta_{VI.}$	*7,6*	*0,8*	-
VII.	167,7	19,4	8
$\Delta_{VII.}$	*87,5*	*- 0,5*	-
VIII.	53,9	19,9	9
$\Delta_{VIII.}$	*- 17,4*	*0,6*	-
IX.	73,0	14,8	-
$\Delta_{IX.}$	*22,2*	*- 0,9*	-
IV-IX.	565,5	16,5	24
$\Delta_{IV-IX.}$	*159,2*	*0,0*	-

Δ - Eltérés a 30 éves átlagtól

M 3. táblázat A tenyészidőszak jellemző időjárási paraméterei

Gyöngyös, 1997-1998

Hónap	Havi csapadék-összeg mm	Havi közép-hőmérséklet °C	Hőségnapok száma
	1997		
IV.	19,1	8,3	-
$\Delta_{IV.}$	*- 17,0*	*- 2,5*	-
V.	18,9	17,1	2
$\Delta_{V.}$	*- 44,8*	*0,8*	-
VI.	76,0	19,8	5
$\Delta_{VI.}$	*9,8*	*0,9*	-
VII.	108,7	20,5	2
$\Delta_{VII.}$	*63,4*	*- 0,2*	-
VIII.	12,6	21,8	7
$\Delta_{VIII.}$	*- 33,5*	*1,4*	-
IX.	18,9	16,9	1
$\Delta_{IX.}$	*- 14,0*	*0,1*	-
IV-IX.	254,2	17,4	17
$\Delta_{IV-IX.}$	*- 36,1*	*0,1*	-
	1998		
IV.	69,9	12,4	-
$\Delta_{IV.}$	*33,8*	*1,6*	-
V.	98,1	15,8	-
$\Delta_{V.}$	*34,4*	*- 0,5*	-
VI.	44,2	20,9	6
$\Delta_{VI.}$	*- 22,0*	*2,0*	-
VII.	67,9	21,8	11
$\Delta_{VII.}$	*22,6*	*1,1*	-
VIII.	36,0	22,0	14
$\Delta_{VIII.}$	*- 10,1*	*- 1,6*	-
IX.	103,9	16,0	-
$\Delta_{IX.}$	*71,0*	*- 0,8*	-
IV-IX.	420,0	18,2	31
$\Delta_{IV-IX.}$	*129,7*	*0,8*	-

Δ - Eltérés a 30 éves átlagtól

M 4. táblázat A tenyészidőszak jellemző időjárási paraméterei

Sopronhorpács, 1997-1998

Hónap	Havi csapadék-összeg mm	Havi közép-hőmérséklet °C	Hőségnapok száma
	1997		
IV.	49,4	7,5	-
$\Delta_{IV.}$	*- 1,1*	*- 2,5*	-
V.	95,3	15,9	-
$\Delta_{V.}$	*27,6*	*0,2*	-
VI.	98,3	18,4	2
$\Delta_{VI.}$	*16,0*	*0,0*	-
VII.	147,7	19,1	1
$\Delta_{VII.}$	*73,9*	*- 1,2*	-
VIII.	29,5	20,4	2
$\Delta_{VIII.}$	*- 42,1*	*0,6*	-
IX.	37,6	16,0	1
$\Delta_{IX.}$	*- 13,9*	*0,5*	-
IV-IX.	457,8	16,2	6
$\Delta_{IV-IX.}$	*60,4*	*- 0,4*	-
	1998		
IV.	35,7	11,6	-
$\Delta_{IV.}$	*- 14,8*	*1,6*	-
V.	66,9	15,3	-
$\Delta_{V.}$	*- 0,8*	*- 0,4*	-
VI.	57,7	19,3	5
$\Delta_{VI.}$	*- 24,6*	*0,9*	-
VII.	117,0	20,2	5
$\Delta_{VII.}$	*43,2*	*- 0,1*	-
VIII.	74,1	20,9	10
$\Delta_{VIII.}$	*2,5*	*1,1*	-
IX.	125,4	14,7	-
$\Delta_{IX.}$	*73,9*	*- 0,8*	-
IV-IX.	476,8	17,0	20
$\Delta_{IV-IX.}$	*79,4*	*0,4*	-

Δ - Eltérés a 30 éves átlagtól

M 5. táblázat A tenyészidőszak jellemző időjárási paraméterei

Martonvásár, 1997-1998

Hónap	Havi csapadék-összeg mm	Havi közép-hőmérséklet °C	Hőségnapok száma
	1997		
IV.	34,0	8,3	-
$\Delta_{IV.}$	*- 4,2*	*- 3,0*	-
V.	57,0	17,2	4
$\Delta_{V.}$	*1,6*	*0,9*	-
VI.	43,0	20,0	8
$\Delta_{VI.}$	*- 16,7*	*0,2*	-
VII.	65,0	20,3	6
$\Delta_{VII.}$	*24,7*	*- 1,2*	-
VIII.	22,0	21,7	18
$\Delta_{VIII.}$	*- 27,9*	*1,0*	-
IX.	7,0	16,6	7
$\Delta_{IX.}$	*- 29,8*	*0,0*	-
IV-IX.	228,0	17,4	43
$\Delta_{IV-IX.}$	*- 52,3*	*- 0,3*	-
	1998		
IV.	80,0	12,1	-
$\Delta_{IV.}$	*41,8*	*0,8*	-
V.	80,0	15,4	-
$\Delta_{V.}$	*24,6*	*- 1,0*	-
VI.	64,0	20,5	9
$\Delta_{VI.}$	*4,3*	*0,7*	-
VII.	58,0	21,3	12
$\Delta_{VII.}$	*17,7*	*- 0,2*	-
VIII.	31,0	21,4	15
$\Delta_{VIII.}$	*- 18,9*	*0,7*	-
IX.	134,0	15,5	-
$\Delta_{IX.}$	*97,2*	*- 1,1*	-
IV-IX.	447,0	17,7	36
$\Delta_{IV-IX.}$	*166,7*	*0,0*	-

Δ - Eltérés a 30 éves átlagtól

M 6. táblázat A termőhely hatása a genotípusok növénymagasságára az évek és a tőszámok átlagában (cm)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	158,88	161,50	166,63	185,38	157,63	***166,00***
HMv 2	174,63	190,88	181,75	190,25	171,00	***181,70***
HMv 3	197,75	195,38	189,88	189,63	172,88	***189,10***
HMv 4	142,88	128,75	143,50	144,38	141,25	***140,15***
HMv 5	152,13	144,25	150,63	170,38	155,88	***154,65***
HMv 6	141,00	130,28	142,13	146,63	131,25	***138,28***
HMv 7	155,25	145,50	144,38	147,75	139,75	***146,53***
$SzD_{5\%}$			***3,21***			***1,44***
szülő átlag	***160,36***	***156,66***	***159,84***	***167,77***	***152,81***	***159,49***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	269,28	248,33	213,33	262,22	224,89	***243,61***
Mv 2	251,22	243,06	212,22	239,67	216,28	***232,49***
Mv 3	255,00	235,00	210,56	245,28	218,61	***232,89***
Mv 4	264,44	246,39	207,78	246,78	217,28	***236,53***
Mv 5	278,44	245,56	207,50	252,00	227,17	***242,13***
Mv 6	294,33	262,78	231,11	281,39	241,28	***262,18***
Mv 7	292,72	269,72	234,72	274,78	246,33	***263,65***
Mv 8	207,61	169,72	175,00	191,22	178,94	***184,50***
Mv 9	269,00	243,89	211,39	246,22	222,11	***238,52***
Mv 10	264,06	234,17	211,67	259,06	224,06	***238,60***
Mv 11	254,72	230,83	205,28	243,44	220,22	***230,90***
Mv 12	218,17	204,17	175,83	206,33	185,50	***198,00***
$SzD_{5\%}$			***3,06***			***1,37***
utód átlag	***259,92***	***236,14***	***208,03***	***245,70***	***218,56***	***233,67***
heterózis (%)	***162,08***	***150,73***	***130,15***	***146,45***	***143,03***	***146,51***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	272,11	250,00	218,33	251,22	225,11	***243,35***
Mv 2R	244,83	235,83	213,06	235,94	209,61	***227,85***
Mv 3R	251,83	233,33	202,22	242,50	210,78	***228,13***
Mv 4R	265,39	238,06	203,06	247,28	215,44	***233,85***
Mv 5R	275,33	240,00	210,28	258,17	226,94	***242,14***
Mv 6R	293,44	258,61	221,67	277,56	240,22	***258,30***
Mv 7R	291,83	263,89	233,06	269,17	242,17	***260,02***
Mv 8R	206,56	168,78	171,44	188,50	183,17	***183,69***
Mv 9R	267,67	246,94	212,39	252,11	221,78	***240,18***
Mv 10R	264,00	232,50	210,00	256,50	220,78	***236,76***
Mv 11R	257,89	229,17	202,78	243,72	213,67	***229,45***
Mv 12R	209,83	197,50	172,50	206,28	183,17	***193,86***
$SzD_{5\%}$			***3,06***			***1,37***
utód átlag	***258,39***	***232,88***	***205,90***	***244,08***	***216,07***	***231,47***
heterózis (%)	***161,13***	***148,65***	***128,81***	***148,48***	***141,40***	***145,13***

M 7. táblázat A termőhely hatása a genotípusok csőmagasságára az évek és a tőszámok átlagában (cm)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	57,63	46,25	66,00	69,00	66,25	***61,03***
HMv 2	55,25	62,50	63,88	67,88	64,00	***62,70***
HMv 3	69,50	65,00	61,88	61,00	61,63	***63,80***
HMv 4	44,00	34,00	46,88	56,00	56,63	***47,50***
HMv 5	62,00	43,75	61,50	74,63	69,50	***62,28***
HMv 6	50,38	44,13	56,25	54,13	61,25	***53,23***
HMv 7	48,63	42,38	43,75	46,88	49,00	***46,13***
$SzD_{5\%}$			***2,87***			***1,28***
szülő átlag	***55,34***	***48,29***	***57,16***	***61,36***	***61,18***	***56,67***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	115,00	101,67	88,06	113,56	96,50	***102,96***
Mv 2	107,39	103,33	88,33	109,22	92,39	***100,13***
Mv 3	114,78	101,67	85,56	111,39	97,72	***102,22***
Mv 4	115,28	106,39	78,61	105,28	89,61	***99,03***
Mv 5	113,28	101,94	78,89	107,00	92,39	***98,70***
Mv 6	122,89	113,89	95,56	129,22	104,44	***113,20***
Mv 7	119,39	101,67	95,83	117,22	102,06	***107,33***
Mv 8	89,67	65,83	69,44	84,61	74,11	***76,73***
Mv 9	113,17	93,06	79,44	104,39	85,72	***95,16***
Mv 10	111,00	96,11	86,94	113,17	98,83	***101,21***
Mv 11	109,06	91,11	81,67	104,50	95,50	***96,37***
Mv 12	79,56	75,56	64,72	76,22	72,61	***73,73***
$SzD_{5\%}$			***2,98***			***1,33***
utód átlag	***109,21***	***96,02***	***82,75***	***106,36***	***91,82***	***97,23***
heterózis (%)	***197,33***	***198,85***	***144,77***	***173,33***	***150,09***	***171,59***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	112,22	100,28	87,22	108,78	92,22	***100,14***
Mv 2R	105,33	93,89	84,72	104,44	86,61	***95,00***
Mv 3R	107,83	100,83	77,50	105,61	89,28	***96,21***
Mv 4R	109,56	101,94	78,61	107,78	89,83	***97,54***
Mv 5R	110,78	105,56	82,22	110,78	89,33	***99,73***
Mv 6R	123,44	105,00	90,83	116,17	104,11	***107,91***
Mv 7R	120,06	103,89	91,94	113,50	101,89	***106,26***
Mv 8R	85,78	55,83	68,06	80,89	74,61	***73,03***
Mv 9R	112,72	103,33	81,67	105,11	89,22	***98,41***
Mv 10R	115,00	89,72	82,78	109,78	92,67	***97,99***
Mv 11R	106,28	93,61	79,72	102,61	94,33	***95,31***
Mv 12R	77,72	63,61	65,28	77,11	70,67	***70,88***
$SzD_{5\%}$			***2,98***			***1,33***
utód átlag	***107,23***	***93,12***	***80,88***	***103,55***	***89,56***	***94,87***
heterózis (%)	***193,75***	***192,85***	***141,49***	***168,75***	***146,39***	***167,42***

M 8. táblázat A hibridek növénymagasságának variációs koefficiense (CV) a vizsgált tényezők átlagában (%)

Hibridek	***1997***			***1998***		
	51000 tő/ha	***68880 tő/ha***	***94390 tő/ha***	***51000 tő/ha***	***68880 tő/ha***	***94390 tő/ha***
Egyenes hibridek						
Mv 1	9,38	8,76	12,74	11,72	13,12	17,32
Mv 2	6,46	5,83	8,66	11,14	13,26	12,58
Mv 3	8,45	9,55	9,51	9,39	10,93	16,08
Mv 4	10,68	8,99	11,40	15,56	10,27	19,72
Mv 5	11,82	11,83	10,44	14,62	14,76	18,91
Mv 6	11,21	8,77	11,66	12,19	10,37	18,11
Mv 7	9,09	9,87	8,88	9,18	13,77	14,72
Mv 8	13,55	10,34	13,62	9,39	11,23	11,98
Mv 9	10,28	8,49	11,89	9,35	11,20	19,89
Mv 10	12,97	9,73	10,57	12,73	15,08	15,27
Mv 11	7,44	10,44	9,22	12,97	14,13	13,43
Mv 12	9,72	9,92	13,77	11,89	11,49	16,04
Átlag	***10,09***	***9,38***	***11,03***	***11,68***	***12,47***	***16,17***
Reciprok hibridek						
Mv 1R	12,17	7,43	9,17	10,35	12,83	16,63
Mv 2R	6,30	5,51	11,42	10,59	11,93	12,19
Mv 3R	9,72	7,73	11,01	12,03	13,19	16,28
Mv 4R	11,37	9,26	11,00	15,80	13,21	16,00
Mv 5R	11,44	11,83	8,74	11,57	16,44	16,58
Mv 6R	10,71	9,68	10,03	15,83	14,48	16,90
Mv 7R	9,48	8,91	13,31	13,27	10,89	15,36
Mv 8R	17,46	11,51	11,21	6,32	8,39	15,14
Mv 9R	7,37	8,70	12,03	10,20	14,87	17,32
Mv 10R	13,18	10,67	11,69	14,86	15,02	17,66
Mv 11R	13,14	8,73	15,38	12,90	13,31	15,98
Mv 12R	10,77	9,92	12,86	7,93	12,30	19,08
Átlag	***11,09***	***9,16***	***11,49***	***11,80***	***13,07***	***16,26***

M 9. táblázat A hibridek csőmagasságának variációs koefficiense (CV) a vizsgált tényezők átlagában (%)

Hibridek	***1997***			***1998***		
	51000 tő/ha	***68880 tő/ha***	***94390 tő/ha***	***51000 tő/ha***	***68880 tő/ha***	***94390 tő/ha***
Egyenes hibridek						
Mv 1	10,02	10,27	17,78	12,38	13,97	22,12
Mv 2	8,59	6,51	14,00	15,80	18,61	18,25
Mv 3	11,35	9,02	12,38	14,93	15,01	20,99
Mv 4	15,77	16,29	15,15	28,97	16,39	21,00
Mv 5	13,33	16,96	11,63	21,13	17,73	20,46
Mv 6	13,81	11,54	9,71	11,73	17,12	21,60
Mv 7	6,10	13,19	8,77	13,80	18,34	16,54
Mv 8	19,05	15,70	22,10	11,95	14,06	16,70
Mv 9	20,49	13,92	17,10	15,90	12,01	26,57
Mv 10	10,29	9,45	7,72	21,09	16,18	17,76
Mv 11	9,72	8,78	11,99	20,10	16,68	20,93
Mv 12	9,34	6,52	18,53	14,82	14,63	18,07
Átlag	***12,32***	***11,51***	***13,91***	***16,88***	***15,89***	***20,08***
Reciprok hibridek						
Mv 1R	12,56	7,37	20,13	11,07	16,12	16,92
Mv 2R	11,49	5,78	12,86	17,47	16,23	22,09
Mv 3R	10,81	10,77	13,77	18,36	17,07	19,42
Mv 4R	18,02	9,06	12,16	21,30	17,78	19,13
Mv 5R	13,32	14,69	7,70	12,28	19,67	20,17
Mv 6R	8,57	7,92	6,70	18,69	18,01	18,45
Mv 7R	11,03	4,42	17,39	20,04	17,15	16,28
Mv 8R	38,30	31,99	15,69	13,51	12,47	16,83
Mv 9R	15,25	8,47	16,67	8,72	18,41	23,25
Mv 10R	13,19	14,70	11,68	21,46	20,39	24,53
Mv 11R	5,07	10,20	21,46	15,89	16,79	17,90
Mv 12R	28,83	14,80	26,33	9,21	13,61	21,43
Átlag	***15,54***	***11,68***	***15,21***	***15,67***	***16,97***	***19,70***

M 10. táblázat A termőhely hatása a főcső fölötti levelek hosszúságára az évek és a tőszámok átlagában (cm)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	63,88	69,25	63,75	68,00	58,50	***64,68***
HMv 2	57,88	58,00	62,00	62,63	57,38	***59,58***
HMv 3	65,13	69,50	64,25	65,25	59,88	***64,80***
HMv 4	69,13	51,13	60,25	56,13	56,50	***58,63***
HMv 5	67,50	63,00	63,63	64,63	59,38	***63,63***
HMv 6	67,13	60,88	64,13	55,63	57,75	***61,10***
HMv 7	61,38	55,63	61,50	59,00	57,13	***58,93***
$SzD_{5\%}$			***1,64***			***0,73***
szülő átlag	***64,58***	***61,06***	***62,79***	***61,61***	***58,07***	***61,62***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	83,22	75,17	77,78	79,44	74,44	***78,01***
Mv 2	82,50	75,06	79,72	76,72	76,06	***78,01***
Mv 3	86,33	74,67	78,83	77,61	75,72	***78,63***
Mv 4	83,39	72,89	75,94	78,33	72,06	***76,52***
Mv 5	87,56	75,67	78,50	81,83	74,94	***79,70***
Mv 6	90,94	78,00	84,17	84,83	81,89	***83,97***
Mv 7	89,28	77,94	83,39	83,22	79,28	***82,62***
Mv 8	75,44	64,56	67,94	69,22	64,67	***68,37***
Mv 9	85,06	75,56	79,50	80,28	73,67	***78,81***
Mv 10	89,56	79,78	82,39	84,56	81,61	***83,58***
Mv 11	82,94	76,56	79,33	79,44	76,61	***78,98***
Mv 12	76,39	68,33	71,61	69,89	65,50	***70,34***
$SzD_{5\%}$			***1,65***			***0,74***
utód átlag	***84,38***	***74,52***	***78,26***	***78,78***	***74,70***	***78,13***
heterózis (%)	***130,67***	***122,05***	***124,64***	***127,87***	***128,64***	***126,79***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	84,72	74,67	79,56	78,67	74,44	***78,41***
Mv 2R	83,22	73,06	79,06	76,89	75,22	***77,49***
Mv 3R	85,39	74,33	78,00	78,72	76,83	***78,65***
Mv 4R	82,72	73,11	77,50	78,78	73,89	***77,20***
Mv 5R	87,50	75,00	80,61	81,56	73,44	***79,62***
Mv 6R	90,83	79,83	81,22	86,44	81,39	***83,94***
Mv 7R	86,72	75,78	83,56	81,33	77,00	***80,88***
Mv 8R	74,22	61,83	71,17	68,22	65,17	***68,12***
Mv 9R	87,50	76,33	79,89	81,00	75,17	***79,98***
Mv 10R	90,61	79,72	82,56	86,11	81,89	***84,18***
Mv 11R	84,78	74,61	80,50	79,72	75,67	***79,06***
Mv 12R	72,39	67,89	70,50	69,72	65,56	***69,21***
$SzD_{5\%}$			***1,65***			***0,74***
utód átlag	***84,22***	***73,85***	***78,68***	***78,93***	***74,64***	***78,06***
heterózis (%)	***130,42***	***120,95***	***125,31***	***128,11***	***128,52***	***126,68***

M 11. táblázat A termőhely hatása a főcső fölötti levelek szélességére az évek és a tőszámok átlagában (cm)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	9,00	8,75	8,88	9,25	9,13	***9,00***
HMv 2	8,63	9,75	8,63	9,38	8,75	***9,03***
HMv 3	9,63	11,00	9,00	9,50	9,25	***9,68***
HMv 4	9,38	8,75	8,63	9,88	9,13	***9,15***
HMv 5	11,50	10,50	11,38	11,50	10,50	***11,08***
HMv 6	8,63	8,63	8,50	9,25	8,38	***8,68***
HMv 7	8,88	8,00	8,88	9,50	9,00	***8,85***
$SzD_{5\%}$			***0,57***			***0,26***
szülő átlag	***9,38***	***9,34***	***9,13***	***9,75***	***9,16***	***9,35***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	11,32	11,44	10,33	11,31	10,67	***11,01***
Mv 2	11,93	11,81	10,86	11,50	11,22	***11,46***
Mv 3	11,48	11,31	11,08	11,83	11,28	***11,40***
Mv 4	11,10	11,19	10,11	11,28	10,83	***10,90***
Mv 5	10,96	11,36	10,28	11,17	10,69	***10,89***
Mv 6	11,16	11,25	10,67	11,97	11,14	***11,24***
Mv 7	11,20	11,17	10,53	11,11	10,97	***11,00***
Mv 8	11,19	11,17	9,94	11,36	10,72	***10,88***
Mv 9	11,55	11,89	11,17	11,92	11,17	***11,54***
Mv 10	10,61	11,31	10,33	11,61	11,28	***11,03***
Mv 11	10,92	11,31	10,17	12,06	11,31	***11,15***
Mv 12	9,49	10,08	9,22	10,61	10,11	***9,90***
$SzD_{5\%}$			***0,38***			***0,17***
utód átlag	***11,08***	***11,27***	***10,39***	***11,48***	***10,95***	***11,03***
heterózis (%)	***118,10***	***120,71***	***113,83***	***117,70***	***119,50***	***117,98***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	11,00	11,47	10,36	11,39	10,83	***11,01***
Mv 2R	11,39	11,53	10,56	11,78	11,11	***11,27***
Mv 3R	11,50	11,47	10,39	11,72	11,17	***11,25***
Mv 4R	11,22	11,08	10,47	11,44	11,08	***11,06***
Mv 5R	11,12	11,22	10,42	11,22	10,61	***10,92***
Mv 6R	11,03	11,14	10,22	11,44	10,89	***10,94***
Mv 7R	10,46	10,86	10,11	10,78	10,72	***10,59***
Mv 8R	11,01	10,50	10,36	11,28	10,81	***10,79***
Mv 9R	11,68	11,86	10,81	11,67	11,14	***11,43***
Mv 10R	10,46	10,50	9,89	11,56	11,31	***10,74***
Mv 11R	10,79	11,89	10,42	11,53	10,72	***11,07***
Mv 12R	9,90	9,44	9,48	10,42	10,06	***9,86***
$SzD_{5\%}$			***0,38***			***0,17***
utód átlag	***10,96***	***11,08***	***10,29***	***11,35***	***10,87***	***10,91***
heterózis (%)	***116,89***	***118,63***	***112,73***	***116,42***	***118,64***	***116,67***

M 12. táblázat A termőhely hatása a főcső fölötti levelek számára az évek és a tőszámok átlagában (db)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	4,17	5,17	5,50	5,17	5,00	***5,00***
HMv 2	3,83	4,83	5,00	4,83	4,83	***4,66***
HMv 3	7,17	7,17	7,00	7,17	5,00	***6,70***
HMv 4	6,33	5,83	6,00	5,67	5,17	***5,80***
HMv 5	5,83	5,83	5,83	5,50	5,17	***5,63***
HMv 6	5,00	5,50	5,67	5,50	5,33	***5,40***
HMv 7	6,17	5,50	7,17	6,50	7,17	***6,50***
$SzD_{5\%}$			***0,54***			***0,24***
szülő átlag	***5,50***	***5,69***	***6,02***	***5,76***	***5,38***	***5,67***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	6,50	5,83	6,61	6,94	6,56	***6,49***
Mv 2	5,50	5,44	5,89	6,17	5,67	***5,73***
Mv 3	5,11	4,72	5,83	5,22	5,83	***5,34***
Mv 4	5,83	4,39	6,33	5,83	6,28	***5,73***
Mv 5	7,06	5,83	7,28	7,22	7,33	***6,94***
Mv 6	6,72	5,33	7,39	6,61	7,28	***6,67***
Mv 7	6,94	6,56	7,06	7,00	7,00	***6,91***
Mv 8	5,78	5,56	6,11	6,33	5,72	***5,90***
Mv 9	6,33	5,89	6,67	6,72	6,56	***6,43***
Mv 10	5,89	4,61	6,78	5,89	6,44	***5,92***
Mv 11	5,50	5,00	6,00	5,78	5,83	***5,62***
Mv 12	5,89	5,78	6,28	6,56	6,28	***6,16***
$SzD_{5\%}$			***0,29***			***0,13***
utód átlag	***6,09***	***5,41***	***6,52***	***6,36***	***6,40***	***6,15***
heterózis (%)	***110,68***	***95,11***	***108,21***	***110,29***	***118,90***	***108,51***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	6,17	5,50	6,78	6,56	6,28	***6,26***
Mv 2R	5,83	4,89	6,00	5,94	6,17	***5,77***
Mv 3R	5,28	4,39	5,90	5,33	5,94	***5,37***
Mv 4R	5,83	3,94	6,00	6,00	5,72	***5,50***
Mv 5R	7,00	5,44	7,61	6,94	7,06	***6,81***
Mv 6R	6,78	5,50	7,00	6,28	6,83	***6,48***
Mv 7R	6,83	6,61	7,60	7,11	7,39	***7,11***
Mv 8R	6,06	5,50	6,10	6,17	5,94	***5,95***
Mv 9R	6,06	5,67	6,60	7,00	6,72	***6,41***
Mv 10R	5,61	6,06	6,11	6,11	5,83	***5,94***
Mv 11R	5,72	4,94	6,10	6,06	5,89	***5,74***
Mv 12R	6,00	6,28	6,33	5,89	6,28	***6,16***
$SzD_{5\%}$			***0,29***			***0,13***
utód átlag	***6,10***	***5,39***	***6,51***	***6,28***	***6,34***	***6,12***
heterózis (%)	***110,85***	***94,78***	***108,08***	***109,10***	***117,77***	***107,98***

M 13. táblázat A címerágak száma a termőhelyek és a tőszámok átlagában (db)

Genotípus	***1997***	***1998***	***Átlag***
	Szülőtörzsek		
HMv 1	9,85	9,75	***9,80***
HMv 2	7,45	7,90	***7,68***
HMv 3	4,40	5,75	***5,08***
HMv 4	3,45	2,85	***3,15***
HMv 5	5,05	4,95	***5,00***
HMv 6	7,25	8,65	***7,95***
HMv 7	11,90	10,15	***11,03***
$SzD_{5\%}$		***0,41***	***0,29***
szülő átlag	***7,05***	***7,14***	***7,10***
	Egyenes hibridek		
Mv 1	10,67	11,02	***10,85***
Mv 2	7,20	8,42	***7,81***
Mv 3	8,16	9,87	***9,02***
Mv 4	6,80	6,24	***6,52***
Mv 5	4,91	5,51	***5,21***
Mv 6	7,91	8,56	***8,24***
Mv 7	11,18	11,02	***11,10***
Mv 8	4,64	3,20	***3,92***
Mv 9	5,80	9,36	***7,58***
Mv 10	8,18	9,00	***8,59***
Mv 11	8,96	10,87	***9,92***
Mv 12	9,67	10,00	***9,84***
$SzD_{5\%}$		***0,36***	***0,25***
utód átlag	***7,84***	***8,59***	***8,21***
heterózis (%)	***111,21***	***120,25***	***115,76***
	Reciprok hibridek		
Mv 1R	9,42	10,04	***9,73***
Mv 2R	6,87	8,18	***7,53***
Mv 3R	7,91	9,29	***8,60***
Mv 4R	6,04	6,62	***6,33***
Mv 5R	4,40	5,22	***4,81***
Mv 6R	8,16	8,82	***8,49***
Mv 7R	10,98	10,69	***10,84***
Mv 8R	4,11	3,73	***3,92***
Mv 9R	6,58	9,42	***8,00***
Mv 10R	8,33	9,47	***8,90***
Mv 11R	8,89	11,29	***10,09***
Mv 12R	9,58	10,49	***10,04***
$SzD_{5\%}$		***0,36***	***0,25***
utód átlag	***7,61***	***8,61***	***8,11***
heterózis (%)	***107,88***	***120,47***	***114,22***

M 14. táblázat A tőszám hatása a címerágak számára az évek és a termőhelyek átlagában (db)

Hibridek	***51000 tő/ha***	***68880 tő/ha***	***94390 tő/ha***	***Átlag***
		Egyenes hibridek		
Mv 1	11,30	10,77	10,47	10,84
Mv 2	8,07	8,13	7,23	7,81
Mv 3	9,40	9,60	8,03	9,01
Mv 4	6,50	6,63	6,43	6,52
Mv 5	5,33	5,10	5,20	5,21
Mv 6	8,17	8,70	7,83	8,23
Mv 7	12,00	11,17	10,13	11,10
Mv 8	4,23	4,00	3,53	3,92
Mv 9	8,17	7,43	7,13	7,58
Mv 10	8,73	8,50	8,53	8,59
Mv 11	11,10	9,97	8,67	9,91
Mv 12	10,07	10,00	9,43	9,83
$SzD_{5\,\%}$		***0,44***		***0,25***
Átlag	***8,59***	***8,33***	***7,72***	***8,21***
		Reciprok hibridek		
Mv 1R	9,87	9,87	9,47	9,73
Mv 2R	8,17	7,17	7,23	7,52
Mv 3R	9,00	8,83	7,97	8,60
Mv 4R	6,43	6,27	6,30	6,33
Mv 5R	4,97	4,50	4,97	4,81
Mv 6R	8,80	8,23	8,43	8,49
Mv 7R	11,83	10,27	10,40	10,83
Mv 8R	3,83	4,13	3,80	3,92
Mv 9R	9,00	8,03	6,97	8,00
Mv 10R	9,63	8,67	8,40	8,90
Mv 11R	10,63	10,00	9,63	10,09
Mv 12R	10,30	10,50	9,30	10,03
$SzD_{5\%}$		***0,44***		***0,25***
Átlag	***8,54***	***8,04***	***7,74***	***8,11***

M 15. táblázat A termőhely hatása a címer elsőrendű elágazásainak a számára az évek és a tőszámok átlagában (db)

Genotípus	***Termőhely***					***Átlag***
	Keszthely	Gönc	Gyöngyös	Sopronh.	Martonvásár	
			Szülőtörzsek			
HMv 1	9,63	9,38	10,63	10,38	9,00	*9,80*
HMv 2	6,50	8,50	8,38	7,88	7,13	*7,68*
HMv 3	7,25	2,88	5,75	3,50	6,00	***5,08***
HMv 4	3,38	2,38	3,13	3,38	3,50	***3,15***
HMv 5	5,75	3,50	5,50	3,88	6,38	***5,00***
HMv 6	7,50	7,38	9,00	8,63	7,25	*7,95*
HMv 7	11,25	9,38	12,75	10,63	11,13	***11,03***
SzD$_{5\%}$			***0,65***			***0,29***
szülő átlag	***7,32***	***6,20***	***7,88***	***6,90***	***7,20***	***7,10***
			Egyenes hibridek			
Mv 1	10,11	11,50	10,94	11,44	10,22	***10,84***
Mv 2	7,72	7,39	8,89	7,72	7,33	***7,81***
Mv 3	9,11	9,94	8,89	8,11	9,00	***9,01***
Mv 4	6,39	6,44	6,50	6,33	6,94	***6,52***
Mv 5	5,33	4,83	6,11	4,72	5,06	***5,21***
Mv 6	7,72	8,22	8,56	8,00	8,67	***8,23***
Mv 7	11,50	10,94	11,50	11,33	10,22	***11,10***
Mv 8	3,67	3,28	3,72	3,89	5,06	***3,92***
Mv 9	7,89	7,44	7,11	8,00	7,44	***7,58***
Mv 10	8,28	8,06	9,44	7,94	9,22	***8,59***
Mv 11	9,67	10,11	10,17	9,94	9,67	***9,91***
Mv 12	9,44	9,39	11,67	9,39	9,28	***9,83***
SzD$_{5\%}$			***0,56***			***0,25***
utód átlag	***8,07***	***8,13***	***8,63***	***8,07***	***8,18***	***8,21***
heterózis (%)	***110,18***	***131,10***	***109,49***	***116,97***	***113,58***	***115,69***
			Reciprok hibridek			
Mv 1R	10,61	10,06	9,72	9,89	8,39	***9,73***
Mv 2R	7,33	8,33	7,00	7,50	7,44	***7,52***
Mv 3R	8,33	8,89	8,39	8,78	8,61	***8,60***
Mv 4R	6,44	6,50	6,06	6,11	6,56	***6,33***
Mv 5R	4,78	4,11	5,67	4,44	5,06	***4,81***
Mv 6R	9,33	8,28	9,11	8,22	7,50	***8,49***
Mv 7R	9,89	11,39	12,39	11,11	9,39	***10,83***
Mv 8R	3,83	3,89	4,11	4,17	3,61	***3,92***
Mv 9R	8,67	7,67	8,17	7,56	7,94	***8,00***
Mv 10R	8,11	9,39	9,33	8,78	8,89	***8,90***
Mv 11R	9,89	10,78	10,44	9,67	9,67	***10,09***
Mv 12R	9,28	8,89	12,44	9,78	9,78	***10,03***
SzD$_{5\%}$			***0,56***			***0,25***
utód átlag	***8,04***	***8,18***	***8,57***	***8,00***	***7,74***	***8,11***
heterózis (%)	***109,80***	***131,96***	***108,79***	***116,00***	***107,48***	***114,18***

M 16. táblázat A tőszám hatása a genotípusok fehérjetartalmára 1997-ben a termőhelyek átlagában (%)

Genotípus	***Fehérjetartalom (%)***			***Átlag***
	51 000 tő/ha	***68 880 tő/ha***	***94 390 tő/ha***	
		Egyenes hibridek		
Mv 1	10,90	10,60	10,48	***10,66***
Mv 2	11,22	11,16	10,94	***11,11***
Mv 3	10,74	10,84	10,40	***10,66***
Mv 4	10,92	10,58	10,40	***10,63***
Mv 5	10,62	10,56	10,42	***10,53***
Mv 6	11,44	10,92	10,92	***11,09***
Mv 7	11,26	10,92	10,74	***10,97***
Mv 8	11,12	11,04	11,00	***11,05***
Mv 9	10,67	10,32	10,08	***10,36***
Mv 10	10,88	10,66	10,62	***10,72***
Mv 11	11,14	10,82	10,48	***10,81***
Mv 12	11,59	11,40	11,22	***11,40***
$SzD_{5\%}$		***0,05***		***0,03***
Átlag	***11,04***	***10,82***	***10,64***	***10,83***
		Reciprok hibridek		
Mv 1 R	10,84	10,94	10,66	***10,81***
Mv 2 R	11,24	10,94	10,80	***10,99***
Mv 3 R	10,86	10,54	10,42	***10,61***
Mv 4 R	10,64	10,62	10,38	***10,55***
Mv 5 R	10,52	10,44	10,42	***10,46***
Mv 6 R	11,08	11,04	10,66	***10,93***
Mv 7 R	11,32	11,00	10,58	***10,97***
Mv 8 R	10,92	11,06	10,78	***10,92***
Mv 9 R	10,50	10,44	10,08	***10,34***
Mv 10 R	10,80	10,88	10,96	***10,88***
Mv 11 R	11,24	10,68	10,62	***10,85***
Mv 12 R	11,64	11,50	11,18	***11,44***
$SzD_{5\%}$		***0,05***		***0,03***
Átlag	***10,97***	***10,84***	***10,63***	***10,81***

M 17. táblázat A tőszám hatása a genotípusok fehérjetartalmára 1998-ban a termőhelyek átlagában (%)

Genotípus	***Fehérjetartalom %***			***Átlag***
	51 000 tő/ha	***68 880 tő/ha***	***93 390 tő/ha***	
		Egyenes hibridek		
Mv 1	10,88	10,66	10,44	***10,66***
Mv 2	11,30	10,94	10,82	***11,02***
Mv 3	10,64	10,58	10,52	***10,58***
Mv 4	10,74	10,54	10,28	***10,52***
Mv 5	10,46	10,28	10,20	***10,31***
Mv 6	11,42	11,16	10,82	***11,13***
Mv 7	11,20	11,10	10,88	***11,06***
Mv 8	11,30	11,12	10,82	***11,08***
Mv 9	11,00	10,86	10,36	***10,74***
Mv 10	10,98	10,54	10,42	***10,65***
Mv 11	11,02	10,89	10,86	***10,92***
Mv 12	11,52	11,32	10,94	***11,26***
$SzD_{5\%}$		***0,07***		***0,04***
Átlag	***11,04***	***10,83***	***10,61***	***10,83***
		Reciprok hibridek		
Mv 1 R	11,20	10,62	10,52	***10,78***
Mv 2 R	11,20	11,02	10,92	***11,05***
Mv 3 R	10,56	10,50	10,38	***10,48***
Mv 4 R	10,62	10,58	10,30	***10,50***
Mv 5 R	10,66	10,58	10,32	***10,52***
Mv 6 R	11,46	10,94	10,92	***11,11***
Mv 7 R	11,10	11,02	10,86	***10,99***
Mv 8 R	11,12	10,90	10,78	***10,93***
Mv 9 R	10,70	10,38	10,32	***10,47***
Mv 10 R	11,32	10,54	10,50	***10,79***
Mv 11 R	10,84	10,76	10,70	***10,77***
Mv 12 R	11,36	11,06	11,00	***11,14***
$SzD_{5\%}$		***0,07***		***0,04***
Átlag	***11,01***	***10,74***	***10,63***	***10,79***

M 18. táblázat A tőszám hatása a genotípusok olajtartalmára 1997-ben a termőhelyek átlagában (%)

Genotípus	***Olajtartalom %***			***Átlag***
	51 000 tő/ha	***68 880 tő/ha***	***94 390 tő/ha***	
		Egyenes hibridek		
Mv 1	4,22	4,06	4,06	***4,11***
Mv 2	4,24	4,22	4,18	***4,21***
Mv 3	4,26	4,26	4,14	***4,22***
Mv 4	4,24	4,06	4,04	***4,11***
Mv 5	4,00	3,94	3,88	***3,94***
Mv 6	4,28	4,16	4,14	***4,19***
Mv 7	4,28	4,16	4,14	***4,19***
Mv 8	4,16	4,14	4,08	***4,13***
Mv 9	4,06	3,94	3,88	***3,96***
Mv 10	4,18	4,16	4,06	***4,13***
Mv 11	4,22	4,12	4,08	***4,14***
Mv 12	4,44	4,40	4,40	***4,41***
$SzD_{5\%}$		***0,04***		***0,02***
Átlag	***4,22***	***4,14***	***4,09***	***4,15***
		Reciprok hibridek		
Mv 1 R	4,16	4,12	4,12	***4,13***
Mv 2 R	4,20	4,20	4,14	***4,18***
Mv 3 R	4,20	4,10	4,06	***4,12***
Mv 4 R	4,10	4,02	4,02	***4,05***
Mv 5 R	4,00	3,92	3,86	***3,93***
Mv 6 R	4,22	4,16	4,16	***4,18***
Mv 7 R	4,26	4,24	4,10	***4,20***
Mv 8 R	4,12	4,10	4,08	***4,10***
Mv 9 R	3,96	3,96	3,92	***3,95***
Mv 10 R	4,22	4,20	4,20	***4,21***
Mv 11 R	4,25	4,10	4,11	***4,15***
Mv 12 R	4,44	4,40	4,40	***4,41***
$SzD_{5\%}$		***0,04***		***0,02***
Átlag	***4,18***	***4,13***	***4,10***	***4,13***

M 19. táblázat A tőszám hatása a genotípusok olajtartalmára 1998-ban a termőhelyek átlagában (%)

Genotípus	***Olajtartalom %***			***Átlag***
	51 000 tő/ha	***68 880 tő/ha***	***94 390 tő/ha***	
		Egyenes hibridek		
Mv 1	4,18	4,12	4,08	***4,13***
Mv 2	4,36	4,22	4,14	***4,24***
Mv 3	4,12	4,06	4,04	***4,07***
Mv 4	4,18	4,08	4,02	***4,09***
Mv 5	4,00	3,94	3,84	***3,93***
Mv 6	4,32	4,22	4,16	***4,23***
Mv 7	4,30	4,24	4,20	***4,25***
Mv 8	4,24	4,16	4,14	***4,18***
Mv 9	4,10	4,08	4,04	***4,07***
Mv 10	4,18	4,08	4,08	***4,11***
Mv 11	4,24	4,24	4,18	***4,22***
Mv 12	4,46	4,40	4,30	***4,39***
$SzD_{5\%}$		***0,06***		***0,04***
Átlag	***4,22***	***4,15***	***4,10***	***4,16***
		Reciprok hibridek		
Mv 1 R	4,24	4,10	4,06	***4,13***
Mv 2 R	4,28	4,26	4,18	***4,24***
Mv 3 R	4,10	4,08	4,04	***4,07***
Mv 4 R	4,10	4,08	3,92	***4,03***
Mv 5 R	4,08	3,98	3,88	***3,98***
Mv 6 R	4,36	4,22	4,18	***4,25***
Mv 7 R	4,28	4,26	4,18	***4,24***
Mv 8 R	4,14	4,12	4,06	***4,11***
Mv 9 R	4,02	3,92	3,90	***3,95***
Mv 10 R	4,32	4,14	4,04	***4,17***
Mv 11 R	4,24	4,23	4,10	***4,19***
Mv 12 R	4,38	4,30	4,26	***4,31***
$SzD_{5\%}$		***0,06***		***0,04***
Átlag	***4,21***	***4,14***	***4,07***	***4,14***

M 20. táblázat Az évjárat hatása a genotípusok fehérjetartalmára a termőhelyek és a tőszámok átlagában (%)

Genotípus		1997	1998	Átlag
		Szülőtörzsek		
	HMv 1	11,74	11,70	**11,72**
	HMv 2	11,48	11,28	**11,38**
	HMv 3	11,12	11,32	**11,22**
	HMv 4	11,46	11,22	**11,34**
	HMv 5	11,08	11,14	**11,11**
	HMv 6	11,60	11,70	**11,65**
	HMv 7	11,60	11,58	**11,59**
	$SzD_{5\%}$	**0,05**		**0,04**
	Szülő átlag	**11,44**	**11,42**	**11,43**
		Egyenes hibridek		
Mv 1	*HMv 1 x HMv3*	10,66	10,66	**10,66**
Mv 2	*HMv 1 x HMv 4*	11,11	11,02	**11,07**
Mv 3	*HMv 1 x HMv 5*	10,66	10,58	**10,62**
Mv 4	*HMv 2 x HMv 4*	10,63	10,52	**10,58**
Mv 5	*HMv 3 x HMv 4*	10,53	10,31	**10,42**
Mv 6	*HMv 3 x HMv 6*	11,09	11,13	**11,11**
Mv 7	*HMv 3 x HMv7*	10,97	11,06	**11,02**
Mv 8	*HMv 4 x HMv 5*	11,05	11,08	**11,07**
Mv 9	*HMv 5 x HMv 3*	10,36	10,74	**10,55**
Mv 10	*HMv 5 x HMv 6*	10,72	10,65	**10,69**
Mv 11	*HMv 5 x HMv 7*	10,81	10,92	**10,87**
Mv 12	*HMv 7 x HMv 6*	11,41	11,26	**11,34**
	$SzD_{5\%}$	**0,02**		**0,05**
	Utód átlag	**10,83**	**10,83**	**10,83**
	Heterózis (%)	**-5,29**	**-5,19**	**-5,25**
		Reciprok hibridek		
Mv 1R	*HMv 3 x HMv 1*	10,81	10,78	**10,80**
Mv 2R	*HMv 4 x HMv 1*	10,99	11,05	**11,02**
Mv 3R	*HMv 5 x HMv 1*	10,61	10,48	**10,55**
Mv 4R	*HMv 4 x HMv 2*	10,54	10,50	**10,52**
Mv 5R	*HMv 4 x HMv 3*	10,46	10,52	**10,49**
Mv 6R	*HMv 6 x HMv 3*	10,93	11,11	**11,02**
Mv 7R	*HMv 7 x HMv3*	10,97	10,99	**10,98**
Mv 8R	*HMv 5 x HMv 4*	10,92	10,94	**10,93**
Mv 9R	*HMv 3 x HMv 5*	10,34	10,47	**10,41**
Mv 10R	*HMv 6 x HMv 5*	10,88	10,79	**10,84**
Mv 11R	*HMv 7 x HMv 5*	10,85	10,77	**10,81**
Mv 12R	*HMv 6 x HMv 7*	11,44	11,14	**11,29**
	$SzD_{5\%}$	**0,02**		**0,05**
	Utód átlag	**10,81**	**10,79**	**10,80**
	Heterózis (%)	**-7,87**	**-5,52**	**-6,70**

M 21. táblázat Az évjárat hatása a genotípusok olajtartalmára a termőhelyek és a tőszámok átlagában (%)

Genotípus		1997	1998	Átlag
		Szülőtörzsek		
	HMv 1	4,44	4,42	**4,43**
	HMv 2	4,50	4,44	**4,47**
	HMv 3	4,20	4,22	**4,21**
	HMv 4	4,24	4,20	**4,22**
	HMv 5	4,10	4,12	**4,11**
	HMv 6	4,42	4,44	**4,43**
	HMv 7	4,54	4,50	**4,52**
	$SzD_{5\%}$	**0,06**		**0,05**
	Szülő átlag	**4,35**	**4,33**	**4,34**
		Egyenes hibridek		
Mv 1	*HMv 1 x HMv 3*	4,11	4,13	**4,12**
Mv 2	*HMv 1 x HMv 4*	4,22	4,24	**4,23**
Mv 3	*HMv 1 x HMv 5*	4,22	4,07	**4,15**
Mv 4	*HMv 2 x HMv 4*	4,11	4,09	**4,10**
Mv 5	*HMv 3 x HMv 4*	3,94	3,93	**3,93**
Mv 6	*HMv 3 x HMv 6*	4,19	4,24	**4,22**
Mv 7	*HMv 3 x HMv 7*	4,19	4,25	*4,22*
Mv 8	*HMv 4 x HMv 5*	4,13	4,18	**4,16**
Mv 9	*HMv 5 x HMv 3*	3,96	4,07	**4,02**
Mv 10	*HMv 5 x HMv 6*	4,13	4,11	**4,12**
Mv 11	*HMv 5 x HMv 7*	4,14	4,22	**4,18**
Mv 12	*HMv 7 x HMv 6*	4,41	4,39	**4,40**
	$SzD_{5\%}$	**0,07**		**0,03**
	Utód átlag	**4,15**	**4,16**	**4,15**
	Heterózis (%)	**-4,61**	**-3,60**	**-3,77**
		Reciprok hibridek		
Mv 1R	*HMv 3 x HMv 1*	4,13	4,13	**4,13**
Mv 2R	*HMv 4 x HMv 1*	4,18	4,24	**4,21**
Mv 3R	*HMv 5 x HMv 1*	4,12	4,08	**4,10**
Mv 4R	*HMv 4 x HMv 2*	4,05	4,03	**4,04**
Mv 5R	*HMv 4 x HMv 3*	3,93	3,98	**3,95**
Mv 6R	*HMv 6 x HMv 3*	4,18	4,25	**4,21**
Mv 7R	*HMv 7 x HMv 3*	4,20	4,24	*4,22*
Mv 8R	*HMv 5 x HMv 4*	4,10	4,11	**4,10**
Mv 9R	*HMv 3 x HMv 5*	3,94	3,95	**3,95**
Mv 10R	*HMv 6 x HMv 5*	4,21	4,17	**4,19**
Mv 11R	*HMv 7 x HMv 5*	4,15	4,19	**4,17**
Mv 12R	*HMv 6 x HMv 7*	4,41	4,31	**4,36**
	$SzD_{5\%}$	**0,07**		**0,03**
	Utód átlag	**4,13**	**4,14**	**4,14**
	Heterózis (%)	**-4,93**	**-4,05**	**-4,49**

HMv 1

HMv 2

HMv 3

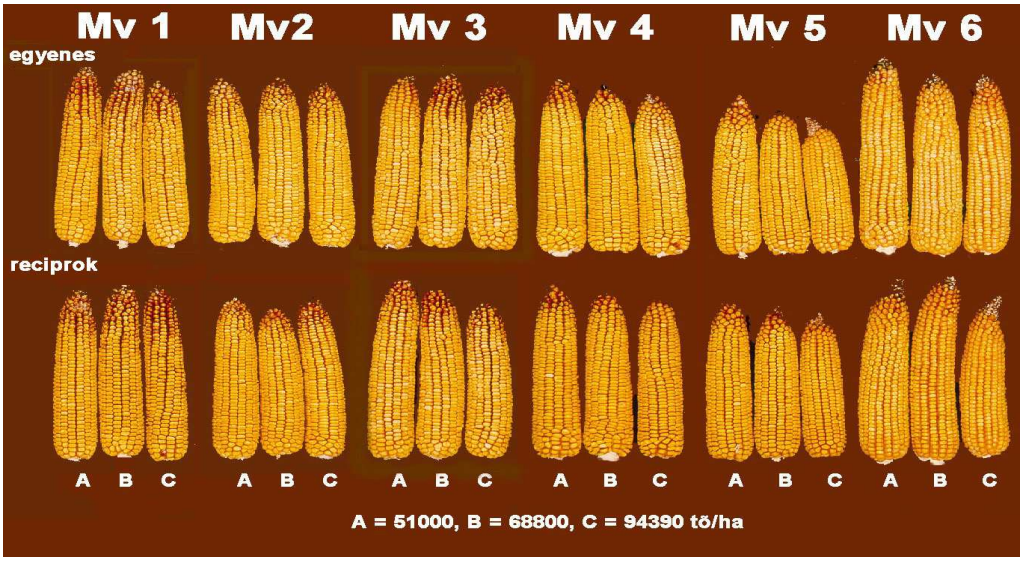
HMv 4

HMv 5

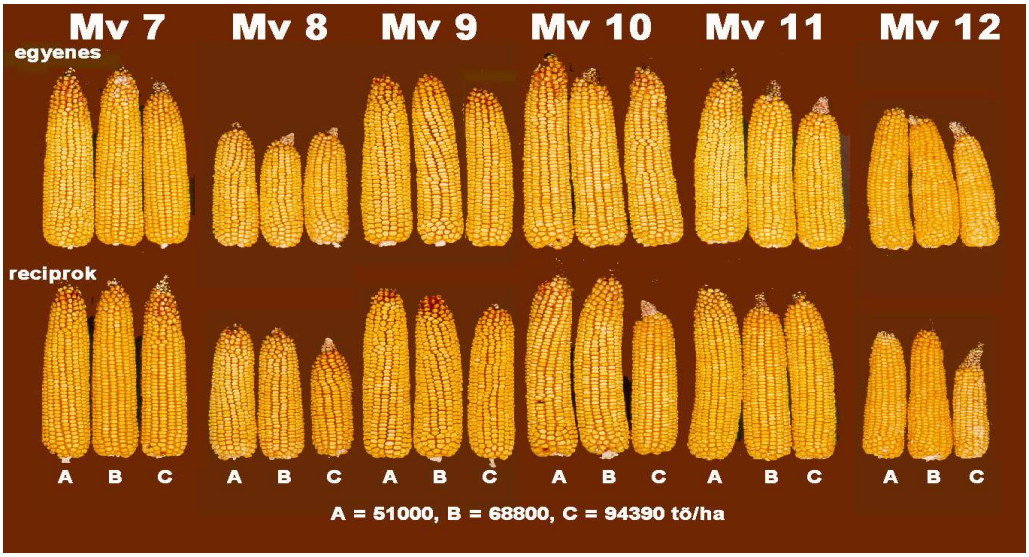
HMv 6

HMv 7

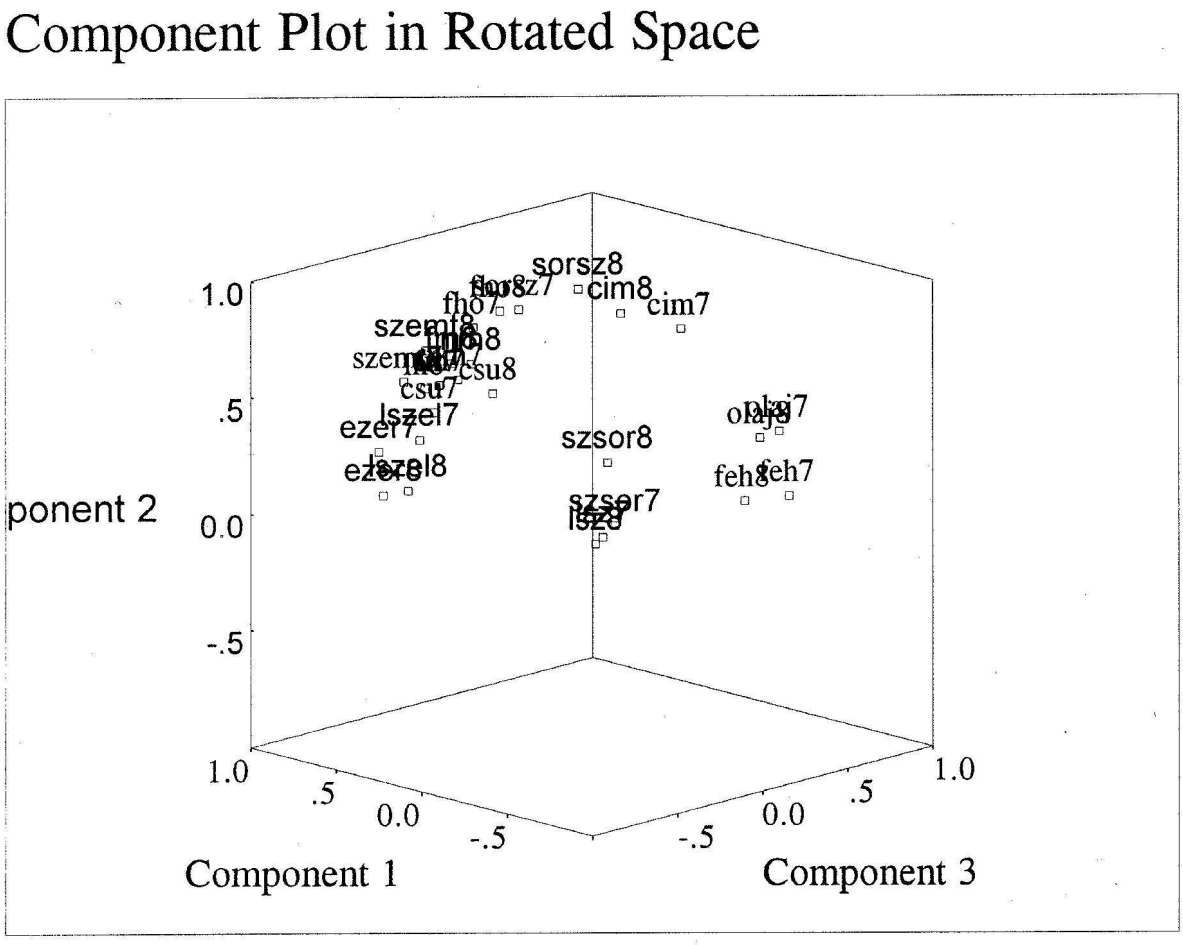
M 1. ábra A hibridek szülőtörzseinek csövei



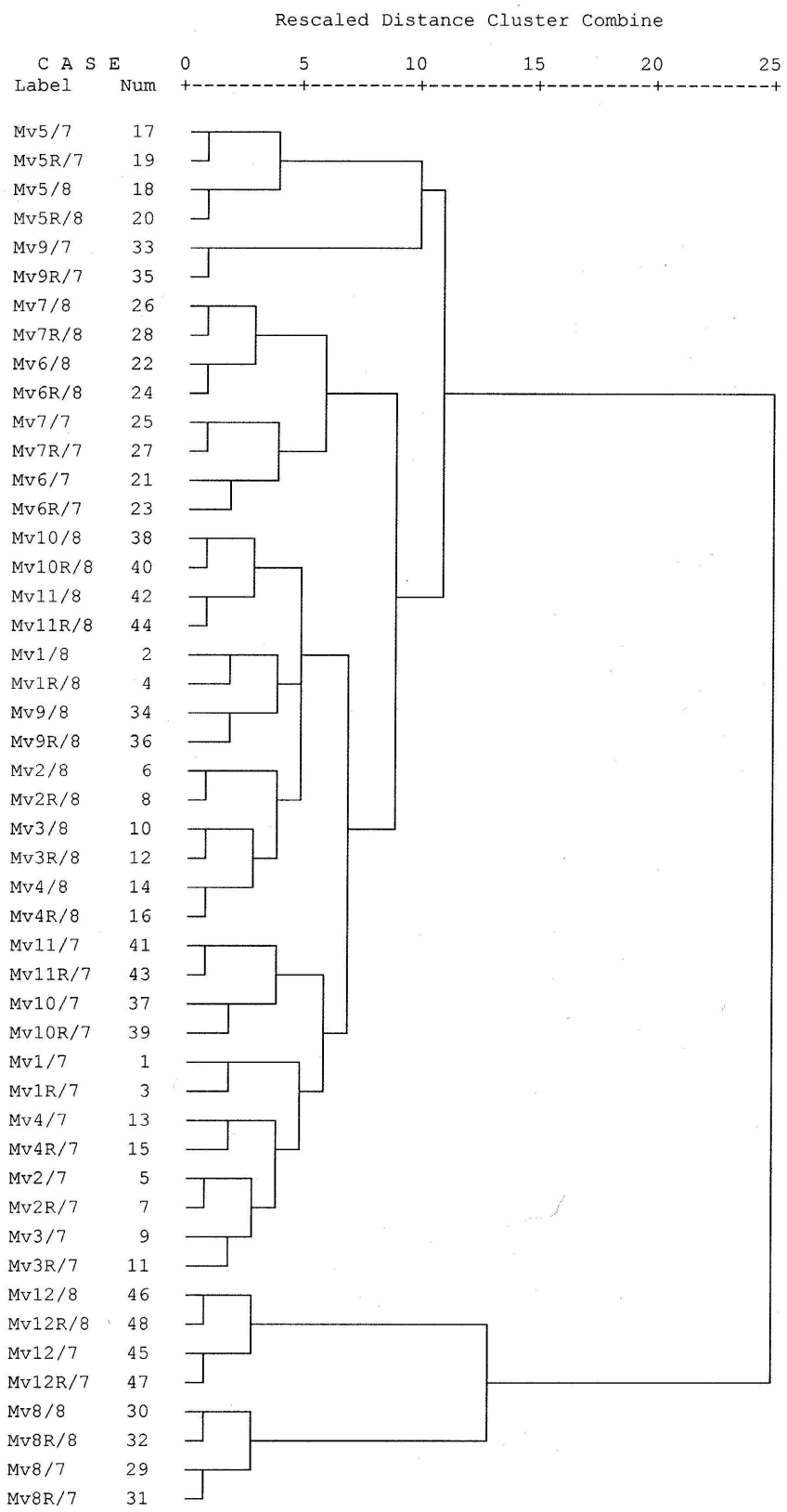
M 2/a. ábra A hibridpárok (*Mv 1- Mv 6*) főcsövei a martonvásári termőhelyen 1997-ben



M 2/b. ábra A hibridpárok (*Mv 7- Mv 12*) főcsövei a martonvásári termőhelyen 1997-ben

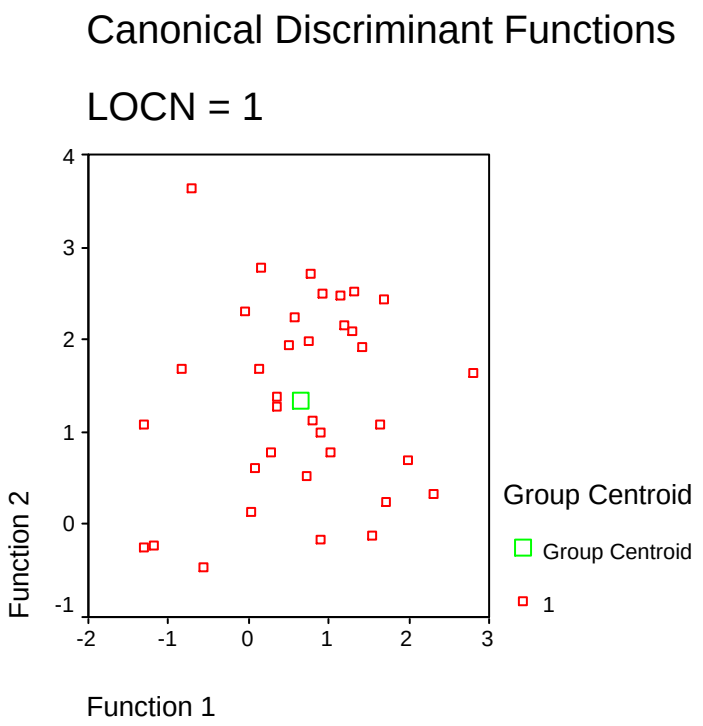


M 3. ábra A vizsgált változók térbeli ábrázolása

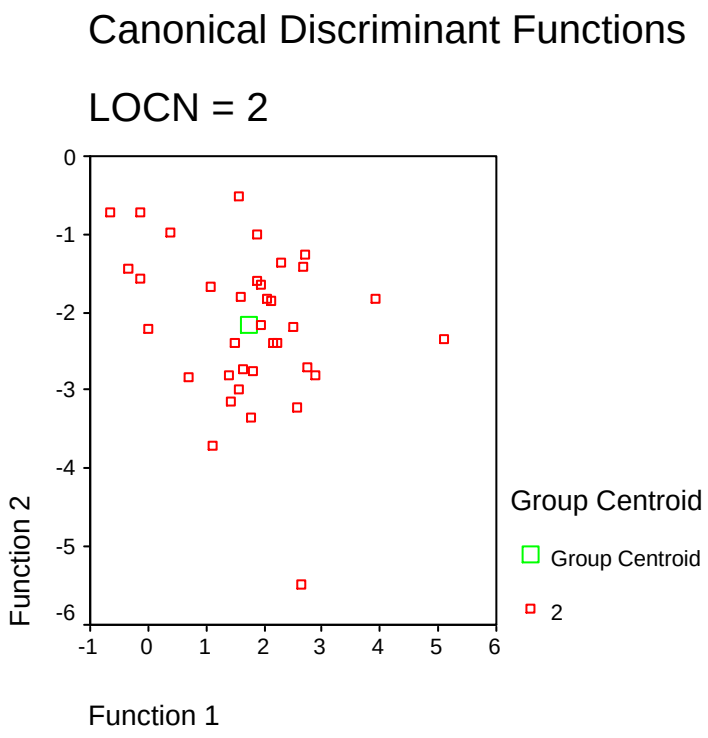


Jelmagyarázat: 7 = 1997, 8 = 1998

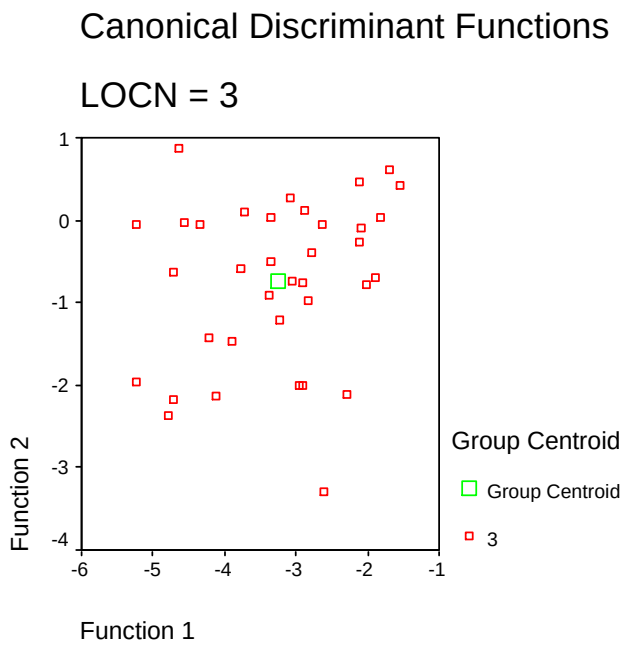
M 4. ábra A hibridpárok dendrogramja évjáratonként a vizsgált tényezők átlagában



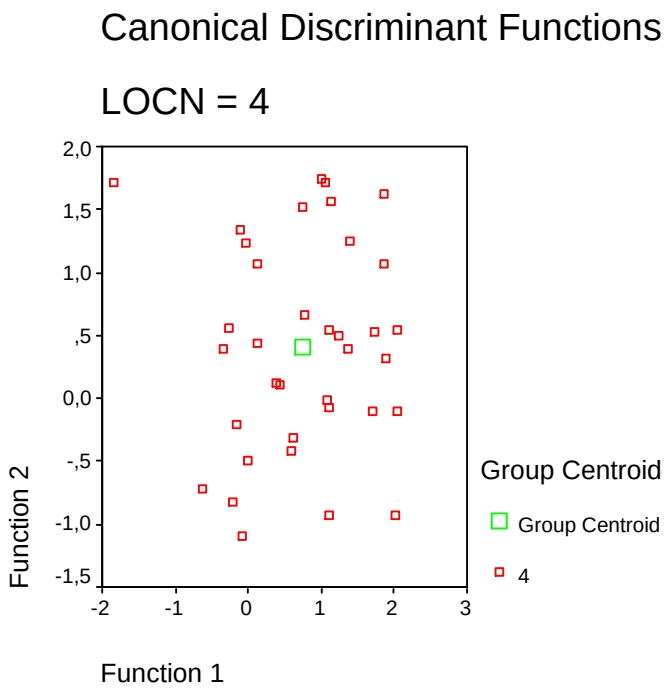
M 5. ábra A vizsgált változók csoportosulása a keszthelyi termőhelyen



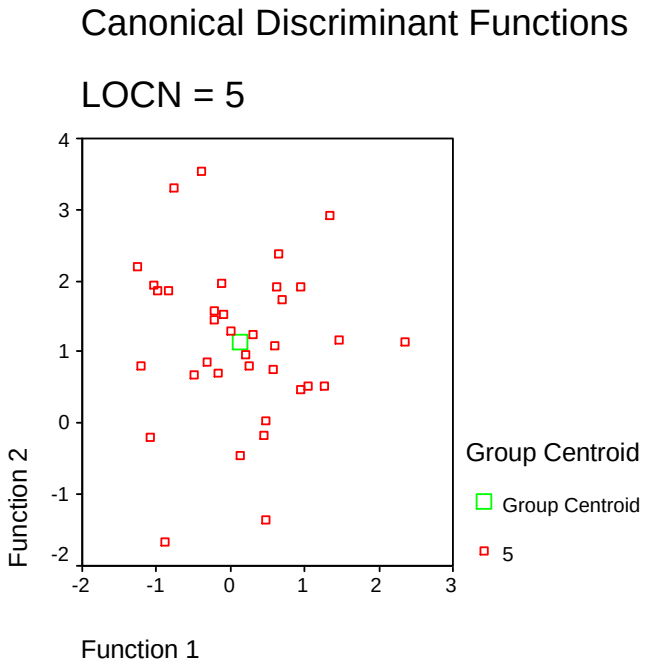
M 6. ábra A vizsgált változók csoportosulása a gönci termőhelyen



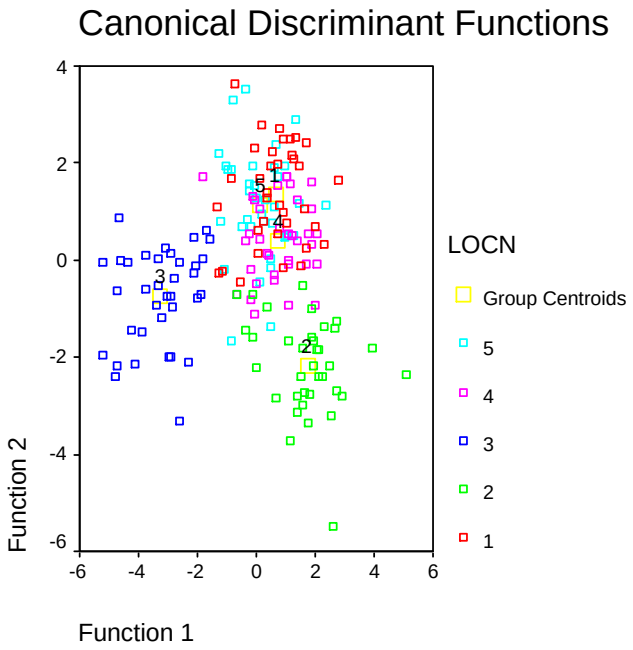
M 7. ábra A vizsgált változók csoportosulása a gyöngyösi termőhelyen



M 8. ábra A vizsgált változók csoportosulása a sopronhorpácsi termőhelyen



M 9. ábra A vizsgált változók csoportosulása a martonvásári termőhelyen



□ 1=Keszthely, □ 2=Gönc, □ 3=Gyöngyös, □ 4=Sopronhorpács, □ 5=Martonvásár

M 10. ábra A termőhelyek kapcsolatai a group centroid értékek szerint

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok munkahelyi vezetőimnek, Dr. Marton L. Csabának és Dr. Szundy Tamásnak azért a segítségért, amit a dolgozatom elkészítéséhez nyújtottak. Szeretném megköszönni Dr. Szundy Tamásnak és Dr. Árendás Tamásnak a dolgozatom gondos átnézését és hasznos tanácsaikat.

Köszönetet mondok témavezetőmnek, Dr. Jolánkai Mártonnak, a Növénytermesztési Intézet igazgatójának, aki a munkámat segítette és a dolgozat megírására ösztönzött.

Köszönöm a segítségét munkahelyi témavezetőmnek, Dr. Pintér Jánosnak, aki segítette a munkámat, és a dolgozat lektorálásában is közreműködött.

Köszönetet mondok Dr. Kizmus Lajosnak, aki a segítségemre volt vidéki kísérleteim elvetésében, mérésében és betakarításában.

Megköszönöm Dr. Kovács Gézának és Pók Istvánnak a biometriai elemzéshez nyújtott segítséget.

Köszönetet mondok Kunsági Ferencnének, aki áldozatos munkájával nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a dolgozat elkészüljön.

Köszönetet mondok lányomnak, Gyenes Beatrixnak, aki nyaranta, a vakáció alatt elkísért és segítségemre volt a kukorica növények mérésénél. Köszönetet mondok fiamnak, Gyenes Balázsnak, aki az otthoni munkámat elősegítette azáltal, hogy egy korszerű számítógéppel ajándékozott meg.