



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR

HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI-, KERTÉSZETI ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

Dr. Győri Zoltán

MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Csontos Györgyi

Egyetemi docens

Dr. Dobránszki Judit

Mezőgazdasági tudományok kandidátusa

„DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”

**A ZÖLDBORSÓ NEMESÍTÉSÉNEK ÚJABB EREDMÉNYEI A DEBRECENI
EGYETEM AMTC KUTATÓ KÖZPONTJÁBAN NYÍREGYHÁZÁN**

Készítette:

Mendlerné Drienyovszki Nóra

doktorjelölt

Debrecen

2008.

1. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSE

A világ lakosságának élelmiszerellátása szempontjából a hüvelyes növények közül a szója mellett a borsónak és a babnak van a legnagyobb jelentősége. A borsó érett magja már a régebbi időkben is fontos népelelmezési cikk volt, és még ma is az. A zöldborsó, mint fontos zöldségfaj a 19. századtól kezdve lett egyre keresettebb.

Magyarországon az üzemi zöldborsótermesztők feladata, hogy a fajták helyes megválasztásával, azok arányának jó kialakításával, szakaszos vetéssel a feldolgozóipar igényének megfelelően 30-35 napon át folyamatosan jó minőségű nyersanyagot állítsanak elő.

Más a termesztő, más a feldolgozóipar és megint más a fogyasztó fajtával szemben támasztott igénye.

A különböző éréscsoportok megítélése is más és más. A korai fajták potenciális termőképessége a legkisebb. Ennek ellenére termesztani kell őket, mert csak így lehet a feldolgozási időnyt nyújtani. Mellettük szól az is, hogy időjárási viszonyaink között viszonylag biztonságos a termesztésük.

A kései fajtáknak kb. 30%-kal nagyobb a potenciális termőképességük. Ez azonban csak csapadékos, nem túl forró nyarakon jut érvényre.

Viszonyaink között a középérésű fajták adják a legkiegyenlítettebb termésátlagot.

A hazai fajtaválasztékot tekintve megállapítható, hogy a középkorai és a késői éréscsoportba tartozó fajtacsoportban nagy termőképességű, kiváló fajtákkal rendelkezünk, ellenben a korai és szuperkorai fajták kínálata nem megfelelő. Ezért célunk főként az ebbe az éréscsoportba tartozó velő típusú zöldborsófajta előállítását, de az ígéretesnek tűnő egyéb éréscsoportú vonalakból is fajtát kívánunk előállítani.

A konzervipari és mélyhűtőipari célra termesztett zöldborsó legfontosabb követelménye a termőképesség, jó minőség mellett a zsengeség, az egyöntetű magszín és magnagyság (magnéret csökkentése és a kiegyenlítetttségének növelése). Ma már a kisebb magnagyságot kedvelik és a sötétebb zöld színt, mert az a mélyhűtés után nem szürkül el.

Termeszthetőség szempontjából fontos a gépi betakarításra való alkalmasság. Az ideális zöldérés kori magasság 60-80 cm, ahol a hüvelyek a növény felső harmadában helyezkednek el.

Az állóképesség növelésére jó lehetőséget nyújt a félig levél nélküli, vagy csak kacsos („*afila*”-jellegű) fajták előállítása, melyeknek szára összekapaszkodva képes az

állományt megtartani. Nagyon ígéretesek az ilyen irányú, 2001-ben végzett keresztezéseink.

Az egyik legfontosabb szempont napjainkban a betegségekkel szembeni ellenállóság. Az államilag elismert zöldborsó fajták *Fusarium oxysporum f. sp. pisi* I. rasszával szemben rezisztensek, e kórokozóval szembeni rezisztencia hiányában nem fogadnak el fajtát. Viszont egyre nagyobb problémát jelent a *Fusarium solani* megjelenése és fertőzése a szántóföldeken. Ezért célul tűztük ki a kiinduló fajták, más fajták és nemesítési törzsek *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóság tesztelését.

Előtérbe került az utóbbi években az abiotikus stressz-szel szembeni ellenállóképesség vizsgálata. Nagy kárt tudnak okozni zöldborsóban a 2007-es évet is jellemző extrém környezeti hatások (vetés utáni aszály, virágzáskori (korai fajtáknál) fagy, majd ismét a vízhiány). Mivel a szélsőséges időjárási hatások nagyban befolyásolják a termesztés eredményességét, ezért fagytűrő és szárazságtűrő egyedek kiemelése is fontos nemesítési célunk.

Végezetül fontosnak tartom a magyar fajtaválaszték növelését, az olyan fajták térhódítását, amelyek, felveszik a versenyt a külföldi fajtákkal, és jobban alkalmazkodnak a Kárpát- medence ökológiai feltételeihez.

2. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Hazánk adottságai kiválóan alkalmasak a borsótermesztésre. E kedvező körülményt már a múlt század elején felismerték, amikor külföldi cégek megbízásából megkezdődtek az ún. céltermesztések (vetőmag előállítás), amelyek a két világháború éveit kivéve fejlődő tendenciát mutattak. Ez érvényesül ma is.

A borsónemesítés hazai hagyományai nem ilyen régi keletűek, a fejlődés sem volt ilyen egyenes irányú. Az 1940-es években is voltak borsónemesítési kezdeményezések és eredmények. Az első magyar fajtákat egyszerű kiemeléssel hozták létre. Jelenleg az *Express* fajtán kívül nincs már más a fajtasorban azokból az évekből. Ilyenek voltak a *Diószegi*, a *Monori*, a *Montenuovo*, valamint a *Mauthner Express* típusok, továbbá a *Victoria* különböző típusai és a *Record*.

Az országosan egységes, szervezeten összefogott nemesítői munka a II. világháború után a kutató intézetek megalapításával már állami feladatként kezdődött meg. Három borsónemesítési bázis alakult ki. Az első Iregszemcsén szerveződött közvetlenül a

háború után Kurnik Ernő irányításával és Oberritter Anna közreműködésével, ahol főként takarmányborsó nemesítésével foglalkoztak.

A második bázist Ács Antal szervezte meg a Hatvan melletti Fenyőharaszton, amelyet rövid működés után a Nógrád megyei Újmajorba helyeztek át. 1957-ben az újmajori kutatóhely egy része Debrecenbe került, ugyancsak Ács Antal vezetésével. Újmajorban megmaradt zöldborsó nemesítésével Lászlóffy Antal, majd Csizmadia László foglalkozott.

A harmadik kutatóhely eredményei Csatári-Szüts Kálmán nevéhez fűződnek, aki Harsányiné Baranyai Ágnes közreműködésével Budatétényen kezdte meg a nemesítési munkát.

A zöldborsó nemesítésébe a Nyíregyházi Kutató Központ 1978-ban kapcsolódott be Bukai József irányításával, deák Veronika közreműködésével, majd Mándi Lajosné vezetésével, melynek következtében kiváló fajtákat sorakoztatott fel minden éréscsoportban.

Jelenleg a Nemzeti Fajtajegyzékben lévő hazai és külföldi fajták képesek megfelelni azoknak az igényeknek, melyek a termesztéssel, feldolgozással, értékesítéssel kapcsolatban felmerülnek.

Magyarországon a közös európai fajtalista alapján (Zöldségfajok Közös Fajtajegyzéke) 700 zöldborsófajta forgalmazható (Európa összes országában is), ebből 500 velőborsó, 130 kifejtő, 70 cukorborsó. Az Intézet saját nemesítésű fajtái (Léda, Margó, Lora, Zeus, Zita, Zsuzsi), és nálunk fenntartott külföldi fajták (Avola, Talbot, Cabree, Combi, Durango, Hailey, Milor, Resal, Tristar, Twin, Wolf) mindegyike szerepel a közös európai fajtalistán.

A feldolgozóipar fejlődése és az állattenyésztés fokozott fehérjeigénye szükségessé tették a nemesítési munka gyors fejlesztését. Ma már nemcsak fajtákra, hanem fajtasorra, s gyakran gyors ütemű fajtaváltásra is szükség van. Különösen fontos célkitűzés, hogy minél több hazai fajta legyen köztermesztésben.

Intézetünkben a nemesítési programban prioritásként került megfogalmazásra a betegségekkel szembeni ellenállóképességre történő nemesítés és a rezisztenciavizsgálatok módszertani fejlesztése.

Az elmúlt néhány évben, zöldborsóban jelentkező fuzárium fertőzés mértéke és súlyossága arra engedett következtetni, hogy egy új fuzárium sp. van terjedőben, amely áttörte a rezisztens fajták ellenállóképességét. A *Fusarium solani* közismert nevén a fuzáriumos gyökér- és szárothadás okozza ezen súlyos tüneteket.

A kórokozó jelenléte ismert volt eddig is. Figyelmeztető jelként kell értékelni, hogy a Fuzárium sp. pisi rezisztens fajták elterjedésével fokozódik kártétele. Indokolt volt tehát egy olyan provokációs kert létesítése, ahol természetes körülmények között tesztelni lehetett és lehet a zöldborsó fajták rezisztencia viszonyait a *Fusarium solani*-val szemben.

A rezisztencia vizsgálatokat 2000-ben kezdtük el. A kísérleteket 2001-től a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (Azonosító szám: 116-a1/2001) támogatásával végeztük.

3. A KUTATÁS MÓDSZEREI

A kísérleteket a Debreceni Egyetem AMTC Kutató Központ nyíregyházi kísérleti telepén végeztük humuszos homok talajon.

3.1. Új fajta előállítását célzó nemesítés

A keresztezésre felhasznált szülőpartnereket több éves megfigyelések és jegyzőkönyvek alapján választottuk ki a fajtagyűjteményünkéből (1: Léda, 2: Margó, 3: Foremos, 4: Presto, 5: Mariza, 6: Early sweet, 7: Debreceni korai velő, 8: Horymir, 9: Kijevszkij korai, 10: Early snap). Mivel a nemesítési célunk az új, superkorai, illetve korai, jó termőképességű fajta előállítása, a kiválasztás e szempontok figyelembevételével történt.

A keresztezéseket 2002-ben végeztük háló mellett, annyi ismétlésben, amennyi virág volt egy adott fajtán. Mivel a reciprok nélküli módszert alkalmaztuk, figyelembe vettük, hogy legyen egy fajtáról vagy elég virágpor, vagy legyen megfelelő számú virágunk, amelyekre rávihettük a virágport.

A szülőpartnereket és az utódnemzedékeket F₃-ig háló mellett vetettük el, megfigyeléseket végeztünk. F₄ nemzedékig Ramsch-ban tartottuk.

F₄ és F₅ generációkat már szántóföldön véletlenszerűen 1,6 x 2 méteres kisparcellában helyeztük el.

Keresztezés menete:

A borsókeresztezés történhet szabadföldi vetésben, növényházban, fóliaházban, klímasekrényben, stb. A keresztezési munka alapfeltétele, hogy a partnerek úgy virágozzanak együtt, hogy az anyapartneren a portok ne legyen nyitott, az apapartneren viszont legyen érett hímpor. Az együttvirágoztatás a hőösszegek ismeretében megvalósítható, de egyszerűbb, ha a partnerekből többszöri vetést végzünk. Így, valamelyik vetésből sikerül az együttvirágzás. Mi a pollen hűtésével és lefagyasztásával áthidaltuk az esetleges virágzási időben adódó különbségeket.

A keresztezési munka egyik művelete a kasztrálás (hímtelenítés), melynek során a megnyitott virágból lándzsával a még ki nem nyílt portokat eltávolítjuk.

Minden virág után a lándzsát alkoholba (alkoholos vattába) kell mártani, nehogy véletlenül a már kinyílt portokok kihulló porával nem kívánt keresztezést végezzünk.

A keresztezés során az érett pollent ecsettel vagy a virággal együtt visszük át a bibére.

A keresztezésre legalkalmasabbak a reggeli órák, amikor a hőmérséklet még nem túl magas, és a relatív páratartalom is megfelelő.

A megporzott virágokat izolálhatjuk is, de - ha a roncsolás nem nagy- a virág visszazáródik, nincs szükség mesterséges izolálásra.

A keresztezett virágokat címkékkel látjuk el, feltüntetve a keresztezés sorszámát.

Az időjárástól függően szántóföldön 60-80 %-os kötődést lehet elérni.

A keresztezési utódszármazékokat F_1 - F_2 -, stb. F_x - nemzedékben szaporíthatjuk tovább. A nemesítési célnak megfelelő egyedkiválasztást már meg lehet kezdeni F_2 -nemzedékben is, de célszerű ezt F_4 - F_5 - nemzedékben megkezdeni, mivel addig a homozigóta egyedek száma növekszik, és így ezekből nagyobb számban emelhetjük ki a célnak megfelelő egyedeket. A kiemelt egyedek utódait vonalként, törzsként kezeljük.

3.2. Elemzések során alkalmazott számítások

Az általunk létrehozott negyed diallél rendszer vizsgálatát a Griffing 2-es módszere alapján működő DIALLEL Analysis and Simulation továbbfejlesztett változatának alkalmazásával végeztük el F_1 nemzedékben. A program a következő modellt használja az analízishez:

$$x_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + b_k + e_{ijk}$$

ahol: μ = populációs átlag (a változó főátlag értéke),
 g_i = az i-edik szülő általános kombinálódóképességének hatása,
 g_j = a j-edik szülő általános kombinálódóképességének hatása,
 s_{ij} = az i-edik és j-edik szülő keresztezésének specifikus kombinálódóképességének hatása,
 r_{ij} = reciprok hatás, az i-edik j-edik szülővel kapcsolatos reciprok hatás,
 b_k = ismétlés (parcella hatás),
 e_{ijk} = hiba.

A program alkalmazásával elvégeztük a termőképesség esetében a GCA és SCA elemzését. Továbbá kiszámította a különböző varianciakomponensek varianciáját.

A szórást, varianciát, korrelációt a Windows xp, Microsoft Office Excel táblázatkezelő program segítségével számoltam. A variációs koefficiens meghatározásához az alábbi képletet használtam: $CV = \frac{s \times 100}{\bar{x}}$, ahol s= szórás, $\bar{x}$ = átlag.

A GCA és SCA érték varianciáját, az additív genetikai varianciát, dominanciavarianciát a diallél program segítségével számítottuk ki.

A dominancia foka (DF) hányadost a $DF = \frac{V_D}{V_A}$ képletből kaptam, ahol V_A = additív genetikai variancia, V_D = dominanciavariancia.

A szűkebb értelemben vett h^2 érték kiszámítása a következő képlettel történt:

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}, \text{ ahol } V_P \text{ a fenotípusos variancia, } V_A \text{ pedig az additív genetikai variancia.}$$

A szignifikancia-vizsgálatot F_2 nemzedékben SPSS 13.0 for Windows programcsomaggal értékeltem. A kezeléshatást Tukey-tesztel vizsgáltam $p < 0,05$ valószínűségi szinten.

3.3. *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóképesség vizsgálatok

A kísérleteket *Fusarium oxysporum*-ra fogékony fajta felhasználásával, szabadföldi körülmények között, mesterségesen provokált környezetben végeztük a Kutató Központban.

Kísérletünkben a provokációs tenyészkertünkbe fuzáriumos burgonyagumók zúzalékát (1 hét inkubálási idő után) dolgoztunk be.

24 fajtát és nemesítési törzset választottunk ki, köztük van a *Fusarium oxysporum*-ra fogékony Margit fajta, illetve bevontuk a kísérletbe a keresztezéshez felhasznált szülőpárokat is.

A fajtákat és nemesítési törzseket elvetettük a provokációs kert zúzalékkal kezelt részébe, fajtánként 40 db mag mennyiségben, 4 ismétlésben 2000, 2001 és 2002-ben.

A fajták közötti különbségek értékelésére SPSS 13.0 for Windows programcsomagot használtam. A kezeléshatást Tukey-tesztel vizsgáltam $p < 0,05$ valószínűségi szinten.

4. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

4.1. Keresztezés eredményei

A keresztezéseinkhez 10 szülőt választottunk ki, amelyek tulajdonságaikban lényegesen nem térnek el egymástól.

A rendelkezésünkre álló virágokat kereszteztük (minimum 20). Kevés hüvelyt kaptunk, mivel háló mellett szántóföldi körülmények között végeztük a beporzást, a kísérleti növények ki voltak téve a külső környezeti körülményeknek. Tapasztaltunk termékenyülési hiányosságot is, és éretlen, deformált magokat is, melyek nem voltak csíráképesek.

Három fajtánál nem volt sikeres a keresztezés (*Kijevszkij*, *Horymir*, *Early snap*), mert nagyon kevés hüvelyt kaptunk. A *Léda* x *Early snap*, *Léda* x *Horymir*, *Margó* x *Horymir*, *Horymir* x *Debreceni korai velő* kombinációkat tovább szaporítottuk ugyan, de a kombinálódóképességi vizsgálatainkhoz nem használtuk fel.

4.2. Kombinálódóképesség vizsgálatok F_1 generációban

Négy termésmennyiséget befolyásoló mennyiségi tulajdonságot vizsgáltunk: növényenkénti hüvelyszám, hüvelyenkénti magszám, hüvelyhossz, növénymagasság.

Az elemzéshez használt szülők:

1. Léda

2. Margó
3. Foremos
4. Presto
5. Mariza
6. Early sweet
7. Debreceni korai velő.

4.2.1. A szülők F₁ nemzedék alapján becsült fenotípusos értékei:

Külön vizsgálva minden tulajdonságot, az egy hüvelyben levő magszám tekintetében az átlag 5,34 db magot jelent. A legnagyobb hüvelyenkénti magszáma a *Foremos*-nak volt (5,73 db), legkevesebb az *Early sweet* fajtának (4,96 db).

A *Foremos* x *Presto* szülők utódjainál kaptuk a legmagasabb **hüvelyenkénti számszámot** (6,45 db), legkevesebbet pedig *Presto* x *Early sweet* szülők keresztezéséből származó vonalnál (4,56 db). A kombinációk átlagértékei szerinti rangsorban az első három kombinációk átlag magszám értékei meghaladják a legjobb szülő átlag magszám értékét. A rangsor utolsó három helyén álló kombinációk értékei viszont még a legkisebb értéket mutató *Early sweet* fajtánál is kisebb értéket produkáltak.

A **hüvelyhosszak**at vizsgálva a populáció átlaga 5,35 cm volt. A leghosszabb hüvelye ismét a *Foremos* szülőnek volt (5,70 cm), legrövidebb pedig a *Margóé* (4,95 cm). A *Presto* x *Debreceni korai velő* keresztezéséből származó populáció adta a legjobb eredményt (6,25 cm), legrosszabb pedig a *Early sweet* x *Debreceni korai velő* szülők kombinációja (4,21 cm).

Ennél a tulajdonságnál is a rangsorban az első három kombináció átlag hüvelyhossz értékei meghaladják a legjobb szülő átlag hüvelyhossz értékét, sőt ezen kívül még a következő négy kombináció (*Léda* x *Early sweet*, *Léda* x *Foremos*, *Margó* x *Foremos*, *Foremos* x *Mariza*) értékei is meghaladják ezt az értéket. A rangsor utolsó három helyén álló kombinációk értékei viszont még a legkisebb értéket mutató *Margó* fajtánál is kisebb értéket hoztak.

A harmadik elemzett tulajdonságunk a **növényenkénti hüvelyszám**. A teljes átlag 4,8 db hüvely volt egy tövön. Legtöbb hüvelyt a *Léda* produkálta (5,5 db), legkevesebbet pedig a *Debreceni korai velő* (4,3 db). Külön a keresztezések átlagait

vizsgálva látható, hogy a legeredményesebb itt a *Léda* x *Early sweet* szülőktől származó vonal (7 db növényenkénti hüvelyszám), kevésbé pedig a *Margó* x *Presto* kombinációi (3 db növényenkénti hüvelyszám).

Ebben a tulajdonságban is érvényesül az előző két tulajdonságnál említett összefüggés, miszerint *a legjobb kombinációk átlagértékei nagyobbak, mint a legjobb szülő átlaga. A három legrosszabb kombinációk kisebb értékekkel bírnak, mint a legkisebb értékkel rendelkező szülő.*

Ha megvizsgáljuk a **zöldérés kori magasság** értékeit láthatjuk, hogy a *Foremos* F₁ nemzedék alapján becsült fenotípusos értéke a legmagasabb 48,22 cm. Ez az érték a teljes populáció átlag értékét felülmúlja (35,24 cm). A legkisebb értékkel a *Debreceni korai velő* rendelkezik (30,21 cm). Külön figyelve a kombinációkat látható, hogy a legmagasabb a fenotípusos értéke a *Margó* x *Foremos* kombinációnak (67 cm), legalacsonyabb értékű pedig a *Léda* x *Debreceni korai velő* keresztezéséből származó kombináció.

Ennél a tulajdonságnál viszont csak két kombináció volt az, amelyik meghaladta a legjobb szülő értékét, és tíz kombináció volt, amelyeknek az értéke alacsonyabb a legkisebb magasságot mutató *Debreceni korai velő* fajtánál.

4.2.2. A szülőkre jellemző megfigyelt átlagértékek és az F₁ nemzedék értékei alapján becsült fenotípusos értékek összehasonlítása

Nagyobb eltéréseket főleg a magasságban láthatunk, nagyságrendi különbség van a kapott értékek között. Kisebb különbségeket mértünk a növényenkénti hüvelyszámot vizsgálva. A hüvelyenkénti magszám tulajdonságban a *Foremos*, *Presto* és *Debreceni korai velő* fajtáknak lett kevesebb a becsült értéke, a többi fajtának közel azonos ez a két szám. A hüvelyhossznál csak a *Foremos* fajtánál kaptunk igen eltérő eredményeket. Kombinációikban, minden tulajdonságot figyelembe véve viszont - a megfigyeléseink alapján - vannak a szülőre jellemző értékekhez hasonló átlagok.

4.2.3. Általános kombinálódóképesség (GCA)

A szülők F₁ alapján becsült általános kombinálódóképesség értékeit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: Az általános kombinálódóképességi (GCA) értékek

Szülők	Tulajdonságok			
	hüvely/tő	hüvelyhossz	mag/hüvely	magasság
1. Léda	0,771	0,362	-0,001	1,521
2. Margó	-0,161	-0,489	0,021	-1,651
3. Foremos	-0,095	0,415	0,466	15,575
4. Presto	-0,228	0,027	0,099	-1,298
5. Mariza	0,104	-0,148	-0,068	-5,458
6. Early sweet	0,304	-0,354	-0,464	-2,651
7. Debreceni korai velő	-0,695	0,186	-0,052	-6,038
se [g(i)]	0,260	0,124	0,157	1,836
se [g(i)-g(j)]	0,397	0,190	0,240	2,805

Az általános kombinálódóképességi hatások értékeinél kiugróan eltérő eredményeket növényenkénti hüvelyszám, hüvelyhossz, hüvelyenkénti magszám tulajdonságnál nem kaptunk, mivel a kiválasztott szülőpárok a *Foremos* kivételével közel azonos tulajdonságúak. Változatosabb képet mutat a magasság tulajdonság. Ott a *Foremos* általános kombinálódóképesség értéke 15,575. Pozitív a GCA érték a *Lédánál* (1,521), de lényegesen alacsonyabb a *Foremos*-hoz képest. A többi szülő általános kombinálódóképesség értéke negatív, nem várhatunk előrehaladást a kombinációikban. Kiugróan negatív értéket kaptunk a *Debreceni korai velő* (-6,038) és a *Mariza* fajtánál (-5,458).

A hüvelyhossznál megfigyelt 0,415 általános kombinálódóképesség érték, nagyobb hüvelyenkénti magszám GCA értékkel párosul.

4.2.4. Speciális kombinálódóképesség (SCA)

Speciális kombinálódóképességi értékeket (SCA) vizsgálva megállapítható ugyanaz, ami a GCA értékeknél, nem volt kiemelkedően pozitív vagy negatív eredmény, a fajták hasonlósága miatt (11. táblázat). Kivételt itt is a magasság képez.

Viszonylag magasabb értékeket kaptunk **növényenkénti hüvelyszámban** a:

- *Margó* x *Foremos* (1,40),
- *Presto* x *Mariza* (1,60),
- *Early sweet* x *Debreceni korai velő* (1,20) kombinációkban,

hüvelyhossznál a:

- *Léda x Early sweet* (0,714),
- *Presto x Debreceni korai velő* (0,685),
- *Margó x Foremos* (0,546) kombinációkban,

hüvelyenkénti magszám esetében pedig:

- *Margó x Debreceni korai velő* (0,632),
- *Foremos x Presto* (0,535),
- *Foremos x Mariza* (0,537) vonalaknál.

A magasságot külön vizsgálva szembetűnők az értékek *Léda x Foremos* (1x3), *Margó x Foremos* (2x3), *Foremos x Presto* (3x4), *Foremos x Mariza* (3x5), *Foremos x Early sweet* (3x6), *Foremos x Debreceni korai velő* (3x7), *Presto x Early sweet* (4x6) kombinációkban. Külön figyelmet érdemel, hogy a *Foremos* (3) azokban a kombinációkban kiemelkedően javító hatású, ahol anyaként szerepelt a keresztezés során. Apaként viszont negatív eredményt hozott, tehát ebben a variációban javító hatást nem várhatunk az utódnemzedékben.

4.3. Fenotípusos érték és az általános kombinálódóképesség-érték közötti kapcsolat vizsgálata

A fenotípusos megjelenés és a általános kombinálódóképesség értékeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a viszonylag magas fenotípusos értékhez magasabb általános kombinálódóképességi érték párosul (2.táblázat).

A GCA értékek (a magasság kivételével, fajtát tekintve, pedig kivétel a *Foremos*) nagyon hasonlóak egymáshoz, nem kaptunk kiemelkedő értéket, mert azok a fajták, amelyeket szülőpárnak választottunk majdnem minden tulajdonságban hasonlóak egymáshoz. Kíváncsiak voltunk, hogy így lesz-e az utódnemzedékben a szülőknél jobb értékmérő tulajdonsággal rendelkező egyed.

Ha megvizsgáljuk a fajtáinkat látjuk, hogy a *Foremos* a legjobb fenotípusos értékekkel és a legmagasabb általános kombinálódóképességgel rendelkezik, a növényenkénti hüvelyszám kivételével, mindhárom vizsgált tulajdonságban. Eredményeink szerint mindhárom tulajdonság javító hatású az utódokban. Ez a hatás nem olyan nagy mértékű, hogy stabilizálni tudjuk a kombinációkban, pedig a *Foremos* egy korai, magas, nagy hüvelyhosszúságú (8-10cm), nagy magszámú (8-10 db/ hüvely), közepes szemméretű, világoszöld színű fajta.

2. táblázat: Fenotípusos érték és az általános kombinálódóképesség-érték közötti kapcsolat

	Hüvely- hossz	GCA	Magszám	GCA	Hüvely/ tő	GCA	Magasság	GCA
Léda	6,4	0,3623	5,7	-0,0013	7,8	0,7714	48,4	1,5219
Margó	5,6	-0,4896	5,1	0,0213	6,7	-0,1619	47,5	-1,6514
Foremos	8,8	0,5147	8,2	0,4660	5,5	-0,0952	108,9	15,5752
Presto	6,5	0,0277	7,8	0,0993	12,4	-0,2285	56,2	-1,2980
Mariza	5,6	-0,1482	5,7	-0,0686	8,4	0,1047	50,6	-5,4580
E. sweet	5,8	-0,3542	5,9	-0,4640	5,2	0,3047	48,6	-2,6514
Dkv.	7,9	0,1863	7,05	-0,0526	10,6	-0,6952	50,5	-6,0380
átlag	6,66		6,49		8,09		58,67	
szórás	1,15		1,1		2,45		20,68	
variancia	1,53		1,41		7,01		498,78	
CV%	17,22		16,95		30,31		35,24	
R2	0,81		0,61		-0,46		0,92	

Hüvelyhossz: Legnagyobb fenotípusos értéke a *Foremos* fajtának van: 8,8 cm, ehhez magasabb általános kombinálódóképességi érték is párosul: 0,51. Erre lehet következtetni a 0,81 korrelációs együtthatóból. Legkisebb fenotípusos értéke a *Margó* és a *Mariza* fajtának van: 5,6 cm. Ennél a tulajdonságnál nem várhatunk előrehaladást a keresztezés során, mert az általános kombinálódóképességi értékek alacsonyak. Az kis variációs koefficiens érték (17,22%) arra enged következtetni, hogy a szülők kiegyenlítettek erre a tulajdonságra.

Hüvelyenkénti magszám: Legnagyobb fenotípusos értékkel a *Foremos* rendelkezik: 8,2 cm, amelyhez a mért legmagasabb általános kombinálódóképesség érték párosul (0,46). Ez az érték is, mint az összes általános kombinálódóképességi érték alacsony, tehát ennél a tulajdonságnál sem számíthatunk arra, hogy a szülőket fenotípusos értékeiben felülmúló utódokat kapunk. Variációs koefficiens: 16,57%. Korrelációs együttható 0,61.

Növényenkénti hüvelyszám: Legtöbb hüvelye a *Presto* fajtának volt (12,4 db) viszont hozzá negatív általános kombinálódóképesség érték párosul (-0,23). Igen magas a növényenkénti hüvelyszáma a *Debreceni korai velő* fajtának (10, 6 db), ehhez is negatív GCA érték tartozik (-0,69). Mivel nem vonható le olyan következtetés, mint a többi fajtánál, hogy a legnagyobb, és legkisebb fenotípusos értékkel rendelkező fajtához a legmagasabb, vagy legalacsonyabb általános kombinálódóképességi érték kapcsolódik, ezért kaphattunk negatív korrelációt (-0,46) e tulajdonságban.

A legmagasabb általános kombinálódóképességi érték (0,77) a *Léda* fajtához (7,8 db) tartozik.

Növénymagasság: Ennél a tulajdonságnál a legerősebb a korreláció a fenotípusos érték és a általános kombinálódóképességi érték között (0,92). Legnagyobb a fenotípusos értéke a *Foremos* fajtának (108,9 cm), amelyekhez 15,57 általános kombinálódó-képesség érték párosul. A többi szülő átlagos korai zöldborsófajtára jellemző magasságú, de a hozzájuk kapcsolódó GCA értékek a *Lédán* kívül (1,52) negatívak. A variációs koefficiens 35,24%. Előrehaladást várhatunk azoknál a vonalaknál, amelyeknek valamelyik szülője a *Foremos*.

A kapott korrelációk nem utalnak a vizsgált értékek nagyságára csak a fenotípusos és az általános kombinálódóképességi értékek szorosságát fejezi ki. A szoros korrelációk ellenére előrehaladást nem várhatunk az adott tulajdonságokban, mert az általános kombinálódóképességi értékek alacsonyak, és ez arra utal, hogy kiegyenlítettek ezekre a tulajdonságra nézve, és valószínűleg a genetikai hátterük is hasonló.

4.5. F₃ nemzedékben végzett vizsgálatok értékelése

Növénymagasság: A szülői átlagértékeknél alacsonyabb és magasabb átlagú törzsek is vannak a populációban. F₃ generációban így transzgresszív hasadás történt. A genotípusos varianciából megállapítható, hogy az additív variancia értéke jelentősen meghaladja a dominanciavariancia értékét. A tulajdonság örökölhetősége magas, amiből az következik, hogy az F₂ nemzedékben végzett egyedszelekció eredményes lehetett volna, ha már e korai szakaszban elkezdjük a kiválogatást. De mi a Ramsch-módszert alkalmaztuk a felszaporításban F₄ generációig, így egyedszelekciót nem végeztünk. Magas a variációs koefficiens értéke, amely nem utal a magasság tulajdonság kiegyenlítettségére, ami persze F₃ nemzedékben még nem is várható el.

Az additív hatások túlsúlya jelentős, így ezen tulajdonságra sikeresen alkalmazhatóak azok a nemesítési módszerek, amelyek az additív hatású gének gyakoriságának fokozására szolgálnak.

Növényenkénti hüvelyszám: A szülői átlagértékeknél alacsonyabb és magasabb átlagú törzsek is vannak a populációban. A genotípusos variancia nagyobb hányadát a dominanciavariancia teszi ki. Ha ez az érték meghaladja az additív variancia értékét, az pozitív transzgresszív episztatikus kölcsönhatásra utal. Az örökölhetőség közepes. Ez visszavezethető az alacsonyabb V_A értékre. Így nem lett volna célszerű korai nemzedékekben a szelekciót elkezdeni.

Több nemzedéken keresztül végzett szelekcióval homozigóta állapotba kell hozni a hüvelyszám kialakításában egyirányban ható domináns alléleket. Ez lassú genetikai előrehaladást eredményez.

A tulajdonság variabilitására utal a magas CV% érték.

Hüvelyenkénti magszám: Változatos értékeket kaptunk ennél a tulajdonságnál is. Variábilis tulajdonság magas örökölhetőséggel. Az additív genetikai variancia a magasabb, tehát az additív genetikai hatások érvényesülnek a tulajdonságban.

Hüvelyhossz: A tulajdonság öröklődése additív, közepes h^2 értékű.

Minden tulajdonságra jellemző, hogy a pozitív transzgressziót mutató törzsek továbbvitele célszerű.

4.6. F₅ nemzedék nemesítési törzseiről tett megállapítások

- Összességében megállapítható, hogy vannak olyan egyedek, illetve teljes populációk, amelyek a kapott statisztikai eredmények ellenére is ígéretesnek mondhatók, mivel jelentősen felülmúlják a szülői tulajdonságokat.
- Főleg a korai éréscsoportú törzsek további fejlődését erőteljesen befolyásolja a tenyészidőszak közepén bekövetkezett fagy 2007-ben. Azok a törzsek, amelyeknél fagyérzékenységet jelöltünk, nem regenerálódtak a hideg-hatás után.
- Megállapítható, hogy a nemesítési kombinációk jelentős része gépi betakarításra alkalmasak.
- A 2007-ben végzett kiemelések (az évi megfigyelés szerint) megfelelnek a nemesítési céljainknak. Természetesen további megfigyelések szükségesek.
- A perspektivikusnak ítélt törzsekkel és a kiemelt egyedekkel folytatjuk a *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóképesség tesztelését.
- A kelési eredményeket, a hüvelykötődést, a termékenyülést, az adott kombináció genetikájában rejlő előnyös tulajdonságok érvényesítését jelentősen befolyásolja az időjárás, azaz az évjárat hatása. Egyes intenzív fajtákat intenzív körülmények között, vagyis öntözött területeken termesztetjük biztonságosan. Ezt pedig a gazdálkodók egy része földrajzi elhelyezkedés vagy gazdasági okok miatt nem tudják biztosítani.
- További megfigyelésekre lesz szükség a jövőben, annak érdekében, hogy az extrém ökológiai feltételekhez jól alkalmazkodó vonalak, illetve egyedek másmilyen évjáratban az előnyös tulajdonságaikat érvényesíteni tudják-e.

- Mindenképpen fel kell készülni a szélsőséges környezeti feltételekhez olyan, jobban alkalmazkodó fajták előállítására, amelyek kielégítően fejlődnek egy esetleges vízhiány, vagy fagyhatás idején is (ökológiai plaszticitás vizsgálata).

4.7. *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóképesség vizsgálatok

4.7.1. Kelési eredmények

Kelési eredményeket vizsgálva összességében mind a négy ismételtsben közel azonos eredményeket kaptunk.

Mind a három évben elmondható, hogy a kelés a megfelelő vízellátás és csapadék mellett igen jónak mutatkozott. Kiemelkedően negatív kelési eredményt 2002-ben a harmadik ismételtsben a *Vica* (20 db) a II. ismételtsben pedig a 8607/75-3-2 (16 db), és a 8611/3 (20 db) nemesítési törzs, 2001-ben pedig II. ismételtsben a *Zsuzsi* (20db) mutatta, melynek oka egyrészt az elrendezésből adódó szegélyhatás, másrészt pedig az öntözés melletti kevés lehullott csapadék lemosta az elvetett magról a földet.

4.7.2. Fertőzöttség, rezisztencia vizsgálatok eredményei

Míg a köztermesztésben levő zöldborsó fajták 70-80 %-a rezisztens a *Fusarium oxysporum*-ra, az általunk vizsgált fajták eltérően és igen érzékenyen reagáltak a *Fusarium solani*-val szemben.

A vizsgálatokhoz négy csoport képeztünk fertőzöttség, és a három kísérleti év átlagértékei közötti különbségek szerint:

- 1. csoport: a fertőzöttség 25% alatti: megfelelő rezisztenciát mutató fajták. A csoportban szereplő fajták szignifikánsan nem különböznek egymástól.
- 2. csoport: $25\% \leq \text{fertőzöttség} \leq 30\%$: közepesen rezisztens.
- 3. csoport: $30\% < \text{fertőzöttség} \leq 37\%$: közepesen fogékony.
- 4. csoport: a fertőzöttség 37% feletti: igen fogékony.

A második és harmadik csoport egyedei között szignifikáns eltérés nincs, de a könnyebb kezelhetőség miatt képeztünk két csoportot közülük.

A negyedik csoportban szereplő *UM korai* és a *Margit* nem különböznek szignifikánsan, viszont $P = 5\%$ szinten eltérnek a 8607/75-3-2 és *Margit* fajtáktól.

1. csoport: A legjobb eredményt a *Lora* fajtánál kaptuk (17,21%), de a csoportban szereplő összes fajta (*UM 1096*, *Léda*, *Zita*, *Early sweet*, *8616/25-3-2*, *Mariza*) toleranciát mutatott *Fusarium solani*-val szemben.

2. és 3. csoport: A következő csoport azokat a fajtákat tartalmazza, amelyeknek fertőzöttsége 25-30% között van. Ezek az értékek gazdasági szempontból kielégítőek.

Tovább vizsgálva a két csoport fajtáit elmondhatjuk, hogy az Intézetben nemesített saját fajták nagy része ebben a két csoportban tartozik (*Lora*, *Léda*, *Zita*, *Zeusz*, *Ave*). A *Zsuzsi* és a *Vica* már a harmadik 30%-40% közötti fertőzöttségi csoportba tartoznak, de a betegség mértéke még ezeknél a fajtáknál is elfogadható (31,2%, 31,18%).

4. csoport: Minden évben elvetésre került egy *Fusarium oxysporum*-ra érzékeny fajta is (*Margit*). A várakozásnak megfelelően a növényeknek 89,94%-a fertőzött volt. Elmondható, hogy a *Margit* *Fusarium solani*-ra is fogékony.

Hasonló eredményt kaptunk a *8607/75-3-2* törzs esetén is, ahol a fertőzöttség 69,89%-os.

Így ezt a fajtát és vonalat a jövőbeni rezisztenciavizsgálatainkhoz felhasználhatjuk, mint Fusarium solani-ra fogékony standardokat.

100%-ban fogékony, illetve rezisztens fajtát nem kaptunk a kísérleteinkben.

5. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

1. 7 fajta nemesítési értékének, általános (GCA) és specifikus (SCA) kombinálódó képességének diallél analízissel és az utódgenerációk vizsgálatával történő megállapítása, amely új információkat ad a fajták további nemesítési programokban szülő partnerként történő felhasználásához.

2. 24 új – elsősorban szuperkorai és korai - perspektivikus homogén populáció, illetve új vonalak előállítása kombinációs és pozitív egyedszelekciós nemesítési módszerek alkalmazásával, amelyekből a még szükséges további nemesítési munkák után fajtajelöltek, majd új fajták lehetnek.

3. Kiemeltük a kiváló *minőségi* tulajdonságú **0222/4** törzset, amely a zsengeségét több napon keresztül megtartotta. Ez a vonal a jövőben jelentős szerepet tölthet be a köztermesztésben, mivel különböző okok miatt megkésett betakarítás esetén is még megfelelő feldolgozóipari-átvételi minőséget ad.

4. Kiemeltük a **0108/4-5** vonalat, amely hármashüvelyállásának és jó állóképességének köszönhetően perspektivikus.

5. *Fusarium solani*-ra fogékony (Margit, 8607/75-3-2) és toleráns (Lora, 8616/25-3-2) fajták és törzsek meghatározása, amelyek standardként használhatók a további rezisztencianemesítésben.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A zöldborsó termesztésének jelentősége az embereknek és állatoknak való szükségessége, és termesztési megfontolásokból (előnyös a vetésszerkezetben) van. A borsó után a talaj jó állapotban marad vissza. Nem zsarolja ki a talajt, annak nitrogéntartalma gazdagodik (120-140 kg/ha). Rövid a tenyészideje és lekerülése után másodnövény termeszthető. A borsószalma takarmánycént is hasznosítható. Előnye továbbá, hogy termesztése teljes mértékben és jól gépesíthető.

2. A minőségi termék előállításának lényeges összetevője a fajta, amely a termesztés sikerének egyik legfontosabb tényezője.

3. Kiváló termőképességű, korai éréscsoportba tartozó, *Fusarium oxysporum* I. rasszával szemben rezisztens, *Fusarium solani*-val szemben toleráns fajták használata.

4. A kapott nemesítési törzsek, majd később fajták további felhasználása a nemesítők számára keresztezési partnerként, nemesítési alapanyagként.

5. További rezisztencia vizsgálatokhoz felhasználhatók a kapott *Fusarium solani*-val szembeni ellenállósági vizsgálatok eredményei, illetve a módszer kidolgozásával a nemesítőintézetek és a fajtavizsgálattal foglalkozó intézmények számára felhasználható eredmény jön létre. Az új rezisztens fajták előállításában is realizálódnak az eredmények, amely gazdasági haszonnal jár.

6. Új, szárazságtűrő, korai, jó állóképességű vonal/fajta előállítása, a tulajdonságok öröklésmenetének tisztázása, termőképesség növelése.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Drienyovszki, N. (2001): A *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóképesség vizsgálata különböző zöldborsó fajtákon és azok nemesítési kombinációin. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. Budapest. p. 60.

Iszályné Tóth, J.- Mándi, L-né- **Drienyovszki, N.** (2002): A biológiai alapok fejlesztésének legújabb eredményei. In: Láng, I., Lazányi, J., Német, T. (szerk.): Tartamkísérletek, tájtermesztés, vidékfejlesztés. Nemzetközi Konferencia. I. kötet. Debrecen. p. 343-347.

Mendlerné Drienyovszki, N.- Mándi, L-né (2003): A *Fusarium solani*-val szembeni ellenállóképesség vizsgálata különböző zöldborsó fajtákon és nemesítési kombinációkon. Agrártudományi Közlemények 10. Acta Agraria Debreceniensis, Különszám, 2003. p. 157-160.

N. Mandler-Drienyovszki- Mándi L-né- K. Magyar- Tábori, Gy. Csontos (2007): Combining ability study in a seven- parental diallel cross of different peas varieties (*Pisum sativum*, L.). In: I. Láng, J. Lazányi, N., Csép (szerk.): Joint International Conference on Long-term Experiments, Agricultural Research and Natural Resources. Debrecen-Nyírlúgos. p.201-206.

K. Magyar-Tábori- J. Iszály-Tóth- J. Dobránszki- **N. Mandler-Drienyovszki** (2007): Effect of auxin on callus forming capacity of different pea genotypes (*Pisum sativum* L.) In: I., Láng, J., Lazányi, N., Csép (szerk.): Joint International Conference on Long-term Experiments, Agricultural Research and Natural Resources. Debrecen-Nyírlúgos. p.196-200.

Mendlerné Drienyovszki, N. (2007): A zöldborsó nemesítése. In: Iszályné Tóth J. (szerk.): Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Kutató Központ Nyíregyháza, 1997-2007. 80. évi Jubileumi Kiadvány. p.324-349.

Mendlerné Drienyovszki, N. (2007): Új zöldborsófajta előállítása a DE AMTC Kutató Központban Nyíregyházán. In: Szabó B., Varga Cs. (szerk.). „Versenyképes mezőgazdaság” Konferencia kiadványa. Nyíregyháza. p.71-75.

Mendlerné Drienyovszki, N. (2007): Zöldborsó nemesítési program a DE AMTC Kutató Központban, Nyíregyházán. PhD Konferencia. Előadás.

N. Mandler-Drienyovszki (2008): Combining ability studies by diallel analysis in *Pisum sativum* L. ICSC 2008. 5th International Crop Science Congress & Exhibition. Abstracts. 18. p.

Mendlerné Drienyovszki, N.- Henzsel, I.- Mándi, L-né (2008): A klímaváltozás hatása a zöldborsó nemesítés eredményeire és különböző éréscsoportú fajtákra. A klímaváltozás hatása a mezőgazdaságra. Évkönyv. In press.