ABIOTIKUS STRESSZTÉNYEZŐK SZEREPE A HIBRIDKUKORICA TERMESZTÉSBEN ÉS VETŐMAGELŐÁLLÍTÁSBAN

Doktori értekezés tézisei

Berzy Tamás

Gödöllő
2000

A doktori program

Cime : A környezetgazdálkodás talajtani, mikrobiológiai és földművelési alapjai

Tudományterület : Agrártudományok

Tudományága : Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője : Dr. Menyhért Zoltán
Egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE Növénytermesztési Intézet

Dr. Jolánkai Márton
Egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE Növénytermesztési Intézet

Témavezető: Dr. Győrffy Béla
Tudományos tanácsadó, MTA rendes tagja,
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete

……	. …….. ….	……
Dr.Menyhért Zoltán	Dr.Jolánkai Márton	Dr.Győrffy Béla
Program-és témavezető	Programvezető	témavezető

1. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A magyar mezőgazdaság egyik húzóágazata a vetőmagtermesztés, ezen belül a hibridkukorica vetőmag előállítás. Évente a hazai szükséglet mintegy háromszorosát állítjuk elő, köszönhetően az igen jónak mondható ökológiai viszonyoknak, s nem utolsósorban a sok évtizedes tradíciónak. Mindezeket figyelembevéve rendkívül fontos, hogy megfelelő mennyiségű és biológiai értékű vetőmaggal az erősödő versenyben is megtartsuk mind a hazai, mind a külföldi piacainkat .
Ezen okokból kifolyólag rendkívül fontosnak tartom, hogy a tenyészidőszak alatt, a betakarításkor, és a feldolgozás folyamán is minimálisra csökkentsük (illetve amennyire csak lehet kerüljük el) a minőséget negatívan befolyásoló tényezőket. Ezek megismerése, kutatása, tehát elsőrendű feladatunk.

A hibridkukorica vetőmagtermesztés és előállítás során számtalan abiotikus stressztényező éri a növényeket. Ezek közül kiemelünk néhányat :

1. korai kedvezőtlen viszonyok (hideg levegőtlen talaj) hatása a csíranövények fejlődésére,
2. szárazság és hőstressz virágzás idején,
3. mechanikai károsodás a levélzeten, a hím és a nővirágzaton,
4. a feldolgozás folyamán a magot száritó közeg nem megfelelő hőmérséklete.

A kutatások elsődleges célja olyan kísérleti rendszer kidolgozása és jellemzése volt, amellyel a hibridkukorica vetőmagelőállítás szuboptimális és szélsőséges körülményei is jól szimulálhatók, és a stressz faktoroknak a növény különböző fenológiai fázisaiban a növényre, valamint a végtermék vetőmag minőségére gyakorolt hatása előzetesen megállapítható legyen (jégverés szimulálás, a levélzetet, a virágzatot ért mechanikai károsodás vizsgálata céljából).
Kerestük a választ, hogy a vegetációs időszak fenofázisaiban a kukorica növény felületét ért jégeső roncsoló, felületcsökkentő hatása milyen következményekkel jár a növények növekedése, fejlődése szempontjából, valamint a bibevirágzás kezdetén a hímvirágzatot ért mechanikai károsodás - az eltérő időjárású kísérleti években - milyen hatással van a vetőmag hozamra és a biológiai értékre.

Kíváncsiak voltunk arra is, hogy a keléskori stresszviszonyok miatt a különböző méretű és alakú vetőmagok milyen válaszreakciókat adnak, amely a vetőmag eltérő biológiai értékeihez vezethető vissza. Tanulmányozni kívántuk többek között a vetőmagkezelések (fungicid, inszekticid) jelentőségét a magbiológiai érték, valamint a terméselemek (kelés, tőszám, vegetációs időtartam, betakarításkori szemnedvesség, szemtermés) szempontjából.

Szántóföldi kukorica vetőmagtermesztésben csak az apasorok hímvirágzásidejének, valamint az anyasorok nővirágzásidejének megegyezése esetén (szinkronizáció) jutunk kiváló biológiai értékű és megfelelő mennyiségű hibridkukorica vetőmaghoz. A tenyészidőszak során fellépő szárazságstressz elsősorban a növényi részek vizpotenciáljával mérhető ,illetve jellemezhető. E célból tanulmányozni kívántuk a csőlevél és a nővirágzat (bibe) vízpotenciáljának változását, valamint a megporzásban döntő szerepet játszó hímvirágzat pollenszemtermelő-képességét. A hőmérsékletnek a virágzásidőre (hím és nővirágzás) gyakorolt hatása szintén nem elhanyagolható a téma szempontjából.

Figyelemre méltó az is , hogy a stresszviszonyok ellenére betakarított elfogadható minőségű vetőmagot a hibridüzemi szárítás feldolgozás folyamán mennyire tudjuk megvédeni a további károsító tényezőktől. A számunkra legfontosabb szárítási hőmérséklet hogyan befolyásolja a hazai nemesítésben gyakran használt genotípusok csíra életképességét? Egyfajta érzékenységi sorrend felállítására törekedtünk, elsősorban vetőmagfeldolgozási szempontokat alapul véve.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Vetőmag frakcionálási kísérlet

1995-ben hét kukoricahibriddel állítottunk be frakcionálási kísérletet az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete Vetőmag Osztály laboratóriumában, ill. szántóföldön.
A vizsgált hibrideket (Norma, Mv 1355, Mv 1444, Mv 1454, Mv 1486, Mv 1484, Mv 1488) Wintersteiger típusú kíméletes labormorzsolóval morzsoltuk le, valamint Hart-Carter amerikai labor forgórostákkal választottuk szét négy frakcióra. A frakcionálás eredményei :

Nagy lapos (NL)	O 8,5-10 mm(kerek rosta)
	= 3,5-5,5 mm(rés rosta)
kis lapos (KL)	O 6,5-8,5 mm
	= 3,5-5,5 mm
nagy gömbölyű (NG)	O 8,5-10 mm
	= 5,5-7 mm
kis gömbölyű(KG)	O 6,5-8,5mm
	= 5,5-7 mm

Csírázóképesség
Az elő- és alaptisztított, frakcionált vetőmagokat szabvány szerint (MSZ 6354,3-82) csíráztattuk. A csírázóközeg szolnoki kreppelt papír volt, a papír 1 grammja 1,6-1,7 g vizet tartalmazott és a papír nedvességét háztartási centrifugával állítottuk be. A nedvesített szűrőpapírra 50 db magot helyeztünk lerakó sablonnal, egy másik papírlappal befedve, felgöngyölve „roll” állapotban. Négy tekercset helyeztünk el függőleges helyzetben nylonzacskóba. A csíráztatást 7 napig 25 °Celsius , 70% páratartalmú klímakamrában végeztük (Conviron típus).

Cold-teszt
A vizsgálat közege steril homok és patogén kórokozókat tartalmazó (kukorica) talaj 1:1 arányú keveréke volt. Az így kapott földet kb. 70%-os vízkapacitásig megnedvesítettük, majd két egymást elfedő szűrőpapíron fél cm vastagságban elterítettük egy 15 x 40 cm-es sablon segítségével. A föld tetejére egy harmadik szűrőpapírt terítettünk, majd az alsó részét felhajtva oldal irányban göngyöleget készítettünk, amit nylonzacskóba helyezve 10 napig 10 °C-on, azt követő négy napon keresztül 25 Celsius fokon tartottuk. A csírák kiértékelése megegyezett a szabványban előírtakkal [MSZ 6354,3-82;MSZ-080250](BARLA-SZABÓ 1985).

Early vigor
A csírázási erélynek, illetve a vetőmag vigorosságának vizsgálata céljából a Cold-teszt 12. napján a csírák hosszúságát megmértük. A kapott adatokat használtuk az early vigor jellemzésére.

Szántóföldi vizsgálatok

A négy ismétléses, véletlen blokk elrendezésű kísérletet az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete Tükrösi tenyészkertjében állítottuk be. A parcella méret 3,5 x 2,25 m volt, parcellánként 76 növénnyel, 112 parcellával. A közepesen kötött 7,1 vizes pH értékű 0.5% $CaCO_3$, P_2O_5= 121 ppm, K_2O = 220 ppm tartalmú talajba 600 kg NPK őszi, 150 kg/ha N tavaszi kijuttatása, magágykészítés (kombinátorozás) után Május 15-én kézi puskával vetettük el a hibrideket, két maggal, kelés után a gyengébbik növényt eltávolítva. A gyomtalanítást kézi kapálással végeztük, az öntözést Nerthus típusú dobra csévélhető öntözőberendezéssel 2 x 30 mm vízmennyiséggel. Június 10-én felvételeztük a kikelt növényeket.

Az őszi betakarítás 30% szemnedvességtartalomnál egységesen október 18-án volt. A szegélyhatások elkerülése végett csak a sorok középső részéről származó tíz-tíz növényt takarítottuk be. A csöves termést 38 °C-os meleg levegővel történő egységes idejű szárítást követően feldolgoztuk. A szemnedvességtartalmat a japán GRAINER típusú elektromos kézi laborműszerrel határoztuk meg. A termést egységesen májusi morzsoltra számoltuk át, az ezerszemtömeget szabvány szerint mértük (négyszer 500 magot lemérve, és ezer magra átszámítva a súlyt). A kísérletek kiértékelését egytényezős varianciaanalízissel végeztük (SVÁB,1981).

1996-ban 13 hibriddel folytattuk a frakcionálási kísérletet az MTA Mg-i Kutatóintézete Tenyészkertjében, valamint a Pannon Agrártudományi Egyetem Keszthelyi Kísérleti Telepén. A vizsgált anyag bővült a Maya, Mara, Mv 272, Mv 525, Mv 233 és a Faria kukoricahibridekkel.

A laboratóriumi vizsgálatokban a Cold teszt helyett a CSVT-t , mint megbízható talaj nélküli hidegtűrés vizsgálatot végeztük el.

CSVT (Complex Stressing Vigour Test)

A vizsgálat első négy napján olyan stressztényezők hatásának vetettük alá a magvakat, amelyek a természetben is előfordulhatnak, többoldalú igénybevételt jelentenek a csíranövény számára , és a hatás mértéke a ritkán előforduló kedvezőtlen időjárási viszonyoknak felel meg (oxigénhiány és 5 °C-os hidegkezelések [lásd bővebben BARLA –SZABÓ 1985]).

A stresszelés után négynapos pozicionált csíráztatás következett. A kifejlődött ép csírákat hosszúsága szerint nagy- és kisvigorú csoportokba, valamint a szabvány szerinti abnormális és nem csírázott kategóriákba osztottuk.

2.2.Vetőmag hidegtolerancia

Két beltenyésztett kukoricatörzzsel és két hibriddel állítottunk be hidegtűrési és termésproduktivitási kísérletet. Vonalak: a szárazság- és hidegérzékeny Lancaster csoportba tartozó AMO 407 és a toleránsabb, de szuboptimális környezeti feltételek között még mindig nagyon gyenge kelési értékeket produkáló HMv Exp 03. A törzsek öt évig tárolt vetőmagtételeinek a kísérlet kezdetén mért csíraértékei 89, illetve 58% volt.

A hibridek az egyik legperspektivikusabb 400-as FAO csoportba tartozó martonvásári hibrid, az Mv 444 SC, valamint az elsősorban silóhibridként ajánlott és maximális

biomasszát produkáló Mv Maxima TC voltak. A hibridek vetőmagtételeinek a kísérlet kezdetén megállapított (öt éves tárolású kezeletlen mag) csíraértéke egyformán 90% volt.

A vonalakat és hibrideket a már régóta használatos **Buvisild K** csávázószerrel (Kaptán 30 g/l {Cis-N(Trichloromethyl) thio-4-ciclohexán-1,2 dikarboximid}), valamint a Novartis cég **Maxim AP 045 FS** (fludioxonil 25 g/l {4 -(2,2-difluor-1,3-benzodioxol-4-il)-1H-pirol-3-karbonitril } + metalaxil 20 g/l) elnevezésű kísérleti fungicidjével csáváztuk. A fungicides kezelés a hideg , nedves szántóföldben nagy gyakorisággal előforduló *Aspergillus, Fusarium, Penicillium, Pythium* kórokozókkal szemben nyújt hatékony védelmet. A magkezelésnél a gyakorlati útmutatóban ajánlott dózisokat vettük figyelembe. A magtételeket a következő dózisú fungiciddel kezeltük : Buvisild K 2L/t, Maxim AP 045 FS 1 L/t.

A vetőmagtételek stressztoleranciáját, ill. vigorosságát a komplex stresszeléses vigorteszttel (BARLA-SZABÓ,1985) állapítottuk meg.

A kezeletlen kontroll, és kezelt vetőmagokat az OMMI által is ajánlott kísérleti parcellaméreteket alapul véve vetettük el két vetésidőben a PATE keszthelyi kísérleti terén 1998. április 11-én, valamint május 9-én. A parcellák mérete 9,2 x 2,8 m. Négyismétléses véletlen blokk elrendezésben állítottuk be a kisérletet, vetésidőnként elkülönítve (két részre) a kísérleti terepet. A kezelések köré köpenyvetésként, a káros szegélyhatások elkerülése végett az Mv Aranyos csemegehibridet vetettük. A kísérleti terület tápanyag és talaj adatai megegyeznek a vetőmagfrakcionálási kísérlet adataival. A gyomtalanítást kézi kapálással végeztük, a kísérlet öntözetlen volt.

Június 5-én felvételeztük a kikelt növényeket, tanulmányoztuk a vegetáció során az 50%-os hím- és nővirágzás idejét. A betakarítást kézzel végeztük október 24 -25-én. A csöves termés feldolgozása, adatkiértékelés megegyezett az vetőmagfrakcionálási kísérletnél leírtakkal.

2.3. Inszekticides és fungicides vetőmagkezelések

1999 tavaszán az alábbi tíz kukoricahibriddel állítottunk be vetőmag kezelési és termésproduktivitási kísérletet a PATE keszthelyi kísérleti terén. Hibridek éréscsoport szerint: Mv 272, Mv 273 (FAO 200), Róna (FAO 300), Mv 434, Mv 444, Major, Maraton, Márta, Mv 473, Mv 483 (FAO 400).

A hibridek öt éves tárolási időtartamú vetőmagtételeinek a kísérlet kezdetén megállapított csírázási és vigorossági értékeit tartalmazza a 12.táblázat. A hibrideket fungicides és inszekticides, csávázószerekkel kezeltük, külön-külön, és együttesen . Az inszekticid elsősorban a fakó fűlevéltetű (*Metopolophium dirhodum)* valamint a frittlégy (*Oscinella frit)* kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis)* ellen jelent biológiai védelmet.

Kezelések és jelölések : Kontroll
M Maxim AP045 FS (25 g/l fludioxonil + 20 g/l metalaxil)
G Gaucho 350 FS (**imidakloprid** 350g /l)
G+M (Gaucho + Maxim)

Dózisok: Maxim = 1 ml hatóanyag/kg vetőmag
Gaucho = 3 µl hatóanyag/mag
G + M = 1 ml **fludioxoni**l/kg vetőmag +
3µl **imidakloprid**/mag

A kombinált vetőmagkezelést úgy végeztük, hogy a fludioxonilos, metalaxilos csávázást követő, egy órás magfelület száradás után, a mag felületét imidaklopriddal bevontuk. A csávázást Gustaffson laboratóriumi csávázógéppel végeztük.

I. Laboratóriumi vizsgálatok

Elvégeztük a csírázóképesség (MSZ 6354.3-82), valamint a vigor vizsgálatokat (CSVT, BARLA-SZABÓ 1985).

II. Szántóföldi kísérlet

A kisérlet szinhely a PATE keszthelyi kísérleti tere, a fenti talaj és művelés jellemzőkkel. A parcellák mérete 2 x 6x 0,75 m. Négy ismétléses, véletlen blokk elrendezésű kísérletünket 160 parcellán április 24-én vetettük el. A gyomtalanítást kézi kapálással végeztük, a kísérletet nem öntöztük. Május 12-14-én felvételeztük a kikelt növényeket. Tanulmányoztuk a vegetáció során a kelésig eltelt napok számát, valamint az 50%-os hím -és nővirágzás idejét. Betakarítást megelőzően ismét felvételeztük a tőállományt.

A betakarítást kézzel végeztük október 6-án. A betakarítással egyidőben elvégeztük a szemnedvességtartalom mérést is (GRAINER). A parcella terméseket májusi morzsoltra számítottuk át és meghatároztuk a parcellánkénti , valamint a betakarítási tőszámadatok segítségével a a növényegyedenkénti szemtermésprodukciót is. Az adatokat egytényezős varianciaanalízissel az ANOVA statisztikai programcsomag segítségével értékeltük ki..

2.4. Szárazság és hőstressz kísérletek vegetációs időszakban, a fitotronban

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének fitotronjában állítottuk be a kísérletet hibridek (FAO 500) anyai kombinációjában szereplő HMv 5502 vonallal, illetve a köztermesztésben már régóta használatos Mo 17/Mv-vel. A beltenyésztett törzseket az Intézet Vetőmag Osztálya által előállított alapanyag forrásból biztosítottuk. A genotípusok kiválasztásánál elsősorban az dominált, hogy lehetőleg hosszú vegetációs idejűek legyenek, hogy a kritikus virágzási időpont a szántóföldi előállításokban is a lehető legszárazabb és legforróbb napokra, hetekre essen (július vége-augusztus eleje).

Tenyészedényes kísérlet beállítása

1996. február 9-én raktunk le 200-200 db magot genotípusonként maximális vízkapacitásig telített szolnoki kreppelt szűrőpapír közé, 25 °C-on csíráztatva. A legfejlettebb csíranövényeket ültettük 2 x 76, Conviron (PGV-36) klímakamrában elhelyezett tenyészedénybe február 15-én, már a klímakamrában kertiföld, homok, Vegasca 3:1:1 arányú talajkeverékébe. Az első két héten az 1. Táblázatban feltüntetett klímaprogram szerint „kezeltük” a növényeket . A harmadik héttől kezdve a következő programot állítottuk be:

30°C nappali és 20°C éjszakai hőmérséklet, 14 óra időtartamú megvilágítással (a nappal reggel 6 órától este 20 óráig tartott). A megvilágítást G fémhalogén lámpákkal végeztük (TISCHNER, 1993) 250 μmól/photon/m/s fénymennyiséggel.

1.táblázat *Fitotroni PGV klímakamra, hőmérséklet, páratartalom, fényerősség programja a kelést követő két hétben* (Martonvásár, 1996)

1. hét	Idő	Hőmérséklet [°C]	Páratartalom[%]	Halogén[db]	Fényerősség (Q)
	00 00	15	80	0	
	04 00	16	79	1	
	04 30	17	78	2	
	05 00	18	77	3	
	05 30	19	76	4	220 μmól/m^2/s
	18 30	18	77	3	
	19 00	17	78	2	
	19 30	16	79	1	
	20 00	17	80	0	
2. hét	00 00	17	80	0	
	04 00	18	79	1	
	04 30	19	78	2	
	05 00	20	77	3	
	05 30	21	76	4	240 μmól/m^2/s
	18 30	20	77	3	
	19 00	19	78	2	
	19 30	18	79	1	
	20 00	17	80		

A harmadik héttől kezdve a következő programot állítottuk be :
30°C nappali és 20°C éjszakai hőmérséklet, 14 óra időtartamú nappali megvilágítással (a nappal reggel 6 órától este 20 óráig tartott). A megvilágítást G fémhalogén lámpákkal végeztük (TISCHNER, 1993) 250 μmól/photon/m^2/s fénymennyiséggel.

A növényeket a címerhányás fenofázisáig egyforma öntözővíz-mennyiséggel kétnaponta öntöztük. A kísérletünkben levő Mo 17/Mv világszerte ismert genotípus címerhányási (április 14-16.), valamint a HMv 5502 beltenyésztett törzs címerhányási (április 18-20.) fenofázisát követően a kísérletet genotípusonként négy részre bontottuk: öntözött és szárazságstresszt szimuláló öntözetlen kezelésekre.

I. 19 vödör növényeinél megszüntettük az öntözést
II. 19 vödör növényeit öntöztük.

Pollenmennyiség-vizsgálat

A növényeket egyenként „felporfogóztuk”, azaz a címereket pergamen zacskóval leizoláltuk. A hatnapos vízvisszatartást követően az öntözést egységesen kétnaponta folytattuk. A kísérlet végeztével, május elsején a címereket a növényekről eltávolítottuk, és az egy növény által termelt pollenszemennyiséget megmértük, genotípusonként elkülönítve.

A mérés során a növény tetejéről letörtük a leizolált címereket tartalmazó pergamen zacskókat, és 30 mp szállítást követően a mérés helyére vittük. A pollenszemeket a pergamenzacskó aljába ráztuk, majd a címert, a letöredezett címerrészeket eltávolítottuk.

Ezt követően pollenszitán átrostáltuk a pollenszemeket, eltávolítottuk ezzel a portokokat, egyéb szennyeződéseket, majd OHAUS típusú automata elektromos mérőműszerrel elvégeztük a növényegyedenkénti méréseket.

A bibemegjelenést követően a kísérlet másik felét szintén ketté osztottuk :

III. 19 vödör növényeinél az öntözést hat napig szüneteltettük,

IV. 19 növény egyedeinél folytattuk az öntözést.

Vízpotenciál-mérések

A vízvisszatartás napjaiban mintát vettünk a csőlevélből, és megmértük a vízpotenciált. Ezt követően a bibét kimetszettük, és szintén növényenként elvégeztük a vízpotenciál mérését mind a nedves, mind a szárazságstresszelt növények esetében hat napon keresztül. A méréseket a PMS (USA, Oregon) kézi vízpotenciálmérő műszerrel végeztük. A mérés menete: A dehidratáció elkerülése végett a növényekről eltávolítottuk a csőkezdeményt, kimetszettünk egy bibemetszetet és 30 min szállítási időt követően azonnal a mérő műszerbe helyeztük. A műveleteket növényenként, ill. mintánként külön-külön végeztük el.

A csőlevél-vízpotenciál mérését szintén növényenként, ill. csőkezdeményenként - külön-külön szállítva a kamrából a mérés helyére – végeztük el. A mérőműszerbe szikével kimetszett 4 x 1 cm területű téglalap alakú metszetet helyeztünk.

Fluoreszcencia- indukció mérések

A kezelésekkel párhuzamosan elvégeztük a fluoreszcencia-indukció mérést is ugyanezen növények leveleiből és csőleveleiből kivágott mintákban. A klorofill fluoreszcencia indukció mérését PAM-2000 típusú (Walz, Effeltrich, Németország) impulzus amplitúdó modulált fluorométer segítségével végeztük. Mérés előtt a kivágott levéldarabokat 30 percig sötétadaptáltuk. A különböző fluoreszcencia-indukciós paraméterek meghatározásához a telítési fehér fényre jellemző PPFD több mint 3000 μmól/m^2/s, az aktinikus megvilágitásé pedig 150 μmól/m^2/s (vörös fény) volt. A kioltási paraméterek értékeit 15 perc aktinikus megvilágítás után számoltuk. Mértük a kezdeti fluoreszcenciát, a maximális fluoreszcenciát, valamint a fotokémiai és a nem fotokémiai kioltás értékeit kontroll (öntözött) és szárazságresszelt (öntözetlen) Mo 17/Mv és HMv 5502 kukoricavonalakban. A statisztikai analízis kétmintás t-próbával történt.

2.5. Mechanikai károsodás levélzeten

A kísérleteket az MTA Mg-i Kut. Int. Fitotronjában, valamint szántóföldön végeztük 1990-92-ben.

A fitotroni kukoricakísérletet 1990-ben két GB típusú kamrában végeztünk. Az MvNK 1485 kukoricahibrid szemeket áztatás után termosztátban csíráztattuk 25 °C-on 48 órán át, majd két-két fejlett csíranövényt helyeztünk el 5 cm mélyen, 18 x 18 cm-es műanyag konténerbe. Az alkalmazott talaj : Raumann-féle barna erdőtalaj, steril homok, 1,5%-os humuszos homok 3:1:1 arányú keveréke 5 gramm Plantosannal kiegészítve. A kelést követően a gyengébbik növényt eltávolítottuk. A kísérletet négy ismétlésben állítottuk be és a következő kezeléseket végeztük el 4,6 és 8 leveles fenofázisban:

a levelek 25-50-75-100%-át szimmetrikusan eltávolítottuk;

a levelek 25-50-75%-át asszimetrikusan távolítottuk el a növények egyik oldaláról,

a leveleket 25-50-75%-kal megrövidítettük;

a leveleket hosszában 3-4-szer végighasogattuk;

a leveleket keresztbe 3-4 cm-enként a főérig bevagdostuk;

kezeletlen kontroll.

1991-ben a következő kezeléseket végeztük el:
a növényeket 4-5 leveles fenofázisban keresztbe és hosszába hasogattuk be;
a leveleket 25-50-75%-kal lerövidítettük.

A *szántóföldi kísérletet* a martonvásári helyszinen (talaj és művelésjellemzők megegyeznek az előző kísérletekkel) 1990. május 4-én , 80 x 25 cm es tenyészterülettel, 50000 tő/ha állománysűrűségge, négy ismétéses , véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A parcellák mérete 4 m^2 volt, parcellánként 20-20 növénnyel.

Négy időpontban és négy fokozatban végeztük a levéleltávolítást, a kontrollal együtt 68 parcellán. Az első kezeléseket június 4-én 4-5 leveles fenofázisban kezdtük, amikor a 25 %-os kezelés a legnagyobb levél eltávolítását, az 50%-os kezelés két levél, a 75%-os kezelés három levél, a 100%-os kezelés az összes levél eltávolítását jelentette. A 8 leveles fenofázisban 2-4-6 és 8 levelet távolítottunk el. Ugyanezen kezeléseket végeztük el címerhányáskor (júl.17-én) és aug. 16-án, amikor a csöveken a szemek jól láthatóan növekedésnek indultak. Tanulmányoztuk a növények magasságát, a nővirágzás menetét, a szárátmérőt a föld felett 40 cm magasságban.

1991-ben bővítettük a kezelések számát. Végrehajtottunk olyan 50%-os levéleltávolítást, ahol a leveleket alulról felfelé és felülről lefelé távolítottuk el. Ez utóbbi kezelést két részre osztottuk aszerint, hogy a kifejlődött cső melletti levél megmaradt-e vagy sem.

1992-ben 3-6-9, illetve 12 levél eltávolításával végeztük a kísérletet. Elvégeztük az ún. teljes visszavágásos kezelést, amikor a föld színéig vágtuk visza a növényeket, így csak a föld alatti gyökérrészek, a tenyészőcsúcs, valamint a levélkezdemények föld alatti részei maradtak meg. A többi kezelés nem változott.

A kísérletek kiértékelését egytényezős variancia-analízissel végeztük. Amikor a kezeléshatás még 10%-os szinten sem volt megbízható az F-próba szerint, eltekintettünk az SzD értékek közlésétől.

2.6. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán

1987-89-ben Szabadszálláson az Aranyhomok TSz közepesnél kötöttebb réti talaján végeztük a kísérleteket. A talaj 200 kg/ha PK műtrágya kijuttatása után (szántás, tárcsázás) ápolást, 300 kg/ha tavaszi műtrágyázást, kombinátorozást kapott. A vetés április 30-án történt (anyasorok), majd az anya szögcsíraállapotában vetettük el az első apát és egy héttel később a második apasort. A tőszám 60 ezer növény/ha, sortáv 70 cm, 6:2 anya- és apasor elrendezésben. A kísérlet beállítása 6 nyolcsoros blokkban, 300 m hosszú táblán történt. Anyaként az F564 x Mo17 kombinációt, apai partnerként pedig a HMv 76 x HMv 77 egyszeres keresztezést használtuk (az Mv Exp 23 kísérleti hibridelőállítás szülői partnerei).
Kezelések : az apasorokban a hímvirágzat teljes eltávolítása (100%-os címertelenítés),
a címer főág (virágzati tengely) eltávolítása,
a címer mellékágak eltávolítása,
a címerágak megtörése,
kezeletlen, ép címerű kontroll.

Az adatok kiértékelhetősége és az idegen pollenzavaró hatások kiküszöbölése végett az azonos kezeléseket kapott parcellákat egy blokkban helyeztük el, a kezeléseket a címersérülések erőssége szerint sorba állítottuk. A legerősebb kezelést, a 100%-os címertelenítést követte a címerágak megtörése,a címer oldalágak eltávolítása, a címer főág eltávolítása, illetve a kezeletlen ép címerű kontroll. A 100%-os címertelenítés a címer teljes eltávolítását jelentette (kitépett címert a földön hagyva), még a címerhányás kezdetén, az antézis előtt. Az egyes kezelések között 20 m-es , a szomszédos apa vonaltól pedig 6,4 m-es

izolációs távolságot alakítottunk ki. Az anyanövények címereinek eltávolítását július 15-25 között folyamatosan végeztük, illetve az anyasorokban és az izolációs sávokban, valamint a 100%-os címereltávolítás kezelésű parcelláknál hozzáférhető állapotban húztuk ki a címereket. A többi kezelést csak a címerhányás fenofázisa után, viszont a portokok kinyílása (antézis) előtt végeztük, szintén folyamatosan, naponta végigjárva a területet. A címer mellékágak és a címer főág eltávolítás feltételezett hatásaként arra voltunk kíváncsiak, hogy a virágzásidőben, valamint a pollenmennyiség változás következtében a termékenyülésben történik e jelentős változás.

A termést kézzel takarítottuk be és 12% szemnedvességtartalomig szárítottuk, s a cső (termés jellemzésére használt) paraméterek felvételezését követően dolgoztuk fel. A vetőmag biológiai értékét az ezerszemtömeggel, csírázással és vigorossággal (BARLA-SZABÓ 1985) jellemeztük. A kísérletek kiértékelését egytényezős varianciaanalízissel értékeltük.

Három egymástól eltérő időjárású kísérleti évet vizsgálva szükséges, hogy a vegetációs idő alapvető időjárási faktorairól is szóljunk. 1987-ben a meleg nyárelőt, az átlagosnál jóval melegebb őszt, csak az augusztus eleji lehűlések szakították meg. Összességében a hőmérsékleti viszonyok kedvezőek voltak, a csapadékeloszlás viszont nagyon eltérő volt. Az átlagosnál csapadékosabb tél és különlegesen bőséges csapadékot hozó tavasz (májusban 110 mm) után a júliusi aszály hamar kimerítette a talaj vízkészleteit.

1988-ban április végétől egymást követték az átlagosnál jóval szárazabb hónapok – májusban 33, júniusban 37, júliusban 41 mm csapadék – júliustól pedig gyakorlatilag nem volt eső augusztus elejéig (55 nap alatt 20 mm). A bőséges szeptemberi csapadék már nem sokat segített a kukoricán.

1989-ben május végén kellemes meleg volt, majd júniusban lehűlt és csapadékosra fordult az időjárás. Júliusban meleg, száraz volt, de a kukorica fejlődése szempontjából összességében jónak mondható az időjárás.

2. táblázat *A vegetációs időszak meteorológiai(csapadék, hőmérséklet) adatai.*
(Szabadszállás, 1987-89)

	1987		1988		1989	
	csapadék	hőmérséklet	csapadék	hőmérséklet	csapadék	hőmérséklet
	(mm)	(°C)	(mm)	(°C)	(mm)	(°C)
Április	58	12,2	41	11,4	30	12,1
Május	110	15,6	33	16,2	42	17,1
Június	95	20,1	37	20,8	68	19,2
Július	48	21,9	41	23,9	54	23,8
Augusztus	67	21,6	20	22,2	63	21,7
Szeptember	40	17,7	75	18,5	38	18,6

2.7. A szárítási hőmérséklet hatása a kukorica vetőmag alapanyag biológiai értékére

A kukorica vetőmag alapanyag törzsek előállítási tábláiban állítottunk be betakaritási idők (szemnedvességtartalom), valamint a feldolgozási, szárítási hőmérséklet kombinációjával kísérletet 1988-98 –ban.
A következő beltenyésztett törzseket használtuk : AMO 407, AMO 406, HMv 5414, HMv 5502, HMv 5405, LDR 08, LH 82, H 8431, A 665, CM 174, HMv 217, MA 75 A 211.
A kísérletek (vetőmagszaporítások) helyszinei a következő TSz-ek voltak : Dunavecse Béke TSz, Szabadszállás Aranyhomok TSz, Tabajd Aranykalász TSz.
Hetven cm-es sortávval, 20 cm-es tőtávval vetettünk. A három eltérő betakaritási időpontban 30-30 db csövet törtünk le kézzel. A betakaritási időpontokat a 35-25-20%- os szemnedvességtartalomnál jelöltük ki.
Az A 665, CM 174, HMv 217, MA 75A 211 törzseknél a címereltávolítási stressz kísérlet (0, 2 , 4 levéllel eltávolított címer) parcelláiról takarítottuk be a csöveket és végeztük el a szárítási kísérletet.
Beszállítást követően a tételeket három részre osztottuk, és 10-10-10 csövet szárítottunk le szárítószekrényben 35-45-55 °C-os hőmérsékleten 14% szemnedvességtartalomig.
A kézi morzsolást, alaptisztítást követően- 30 napos magtárban történő tárolás után elvégeztük a
a csirázóképesség és vigorvizsgálatokat (CSVT). A csíranövények csíra- és gyökérrészeit szikével eltávolítottuk, 100 C°-os szárítószekrényben történt 72 órás szárítást követően mértük a csíranövény hajtás- és gyökérsúlyát 50 csíranövényből történő átlagszámitással . Az adatokat egytényezős varianciaanalízissel értékeltük ki genotípusonként.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az „Abiotikus stressztényezők szerepe a hibridkukorica termesztésben és vetőmagelőállításban” témában végzett kísérletek eredményei között újak a következők:

1. Kísérletekkel igazoltuk (eltérő helyszín, évjárat), hogy genotípustól függően a biológiailag értékesebb *vetőmagfrakció* a szemtermésben is megtart egy bizonyos fölényt „életerejé”-ből adódóan.

2. A *vetőmagkezeléseknek* nemcsak fungicid, hanem a gyakorlati szántóföldi hidegtűrést javító hatása is van ami a tökéletesebb szántóföldi kelésben és a stressztolerancia folytán, szignifikáns szemtermés-növekedésben nyilvánulhat meg.

3. Egyhetes címerhányást követő szárazságstressz már jelentősen csökkenti a hímvirágzatok *pollenszemtermelőképességét.*

4. *Szárazságstressz* hatására a klorofill fluoresczencia-indukciós paraméterekben is változás történik. A fotokémiai kioltás (q_P) csak kismértékben változott, ezzel ellentétben a nem fotokémiai kioltás (q_N) értéke megnövekedett az öntözetlen növényekben.

5. A kukorica növény *levélfelületét* ért roncsoló, sebző hatásokra (jégeső szimulálás) a címerhányás, és a címerhányás utáni fenofázisban a legérzékenyebb a növény (szemtermés és szárvastagság csökkenés).

6. A *címersérülések* (címer főág, címer mellékágak jégkár okozta sérülése) hatására létrejövő kedvezőtlen termékenyülési viszonyok csökkentik a vetőmag biológiai értékét, megnő az ezerszemtömeg és a nagy gömbölyű frakció aránya. A vontatott rossz termékenyülés miatt a csöveken nagyon eltérő a szemek érettsége, végső soron gyengül a mag csírázóképessége és vigorossága.

7. A martonvásári vetőmagtermesztésben használt törzsek közül az AMO 407, AMO 406 genotípusok a legérzékenyebbek a 45 C°-ot meghaladó *szárítási hőmérsékletre*. Az 55 C°- os szárítás abszolút letális mindkét törzs esetében. A vetőmag típusa (flint, dent) nem árulja el a genotípus szárítási hőmérséklettel szembeni érzékenységét.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Frakcionálás

Két év kisérleti eredményei alapján megállapítottuk, a csávázott ***frakciók terméseredményét*** alapul véve , hogy valamennyi hibrid esetében a lapos frakciók termése többnyire felülmúlta a gömbölyű frakciókét.

Az 50%-os hímvirágzás, valamint az 50%-os nővirágzás adatai szerint a frakciók virágzásideje közötti különbség egy esetben sem volt olyan mértékű, amely esetleg gyengébb termékenyülést eredményezhetett volna.

A terméseredményeket a stresszeléses vigor- teszt eredmények támasztják alá, vagyis a jobb biológiai értékű vetőmag a termésben is megtart egy bizonyos fölényt „életerejé”-ből adódóan. A kedvezőbb vetési környezeti feltételek (talaj- és léghőmérséklet-, nedvességviszonyok) viszont mérsékelhetik az egyes frakciók különbségeit (Pásztor, 1962). Külön kiemeljük a kis gömbölyű frakciót, mely általában a legkisebb termeséket adta.

A frakcionálásnak viszont – kísérleti helyszíneinkből adódóan – nemcsak a genotípus, de az előállítás helye, illetve a termesztés körülményei és a környezeti viszonyok szempontjából is lehet jelentősége.

A csávázott vetőmagot mint kezelési formát tartalmazó kísérleteinkben kaptuk a lapos frakciók teljesítményét egyértelműen kiemelő adatokat. Mivel a csávázatlan magok könyebben vannak fertőzési veszélyforrásnak kitéve, igy alakulhat ki a kissé „szórtabb” nem elsősorban a vetőmagfrakcionálás jelentőségét bizonyító eredmény.

4.2. Szántóföldi hidegtűrés

A stresszt nemcsak a ***hideg*** (Bruggink és mtsai., 1991), ***mint a kezdeti csírafejlődést fiziológiásan is gátló körülmény,*** hanem a hűvös, csapadékos vetési környezetet imitáló hypoxia is jelenti. A stresszhatást semmiképpen sem a talaj felhasználásával végzett Cold-test (Loeffler és mtsai. 1985), hanem a talaj nélküli és sterilizáló előáztatással induló Complex Stresszeléses Vigor Teszt eredményei jelzik a legmegbízhatóbban..

A magkezelések közül feltétlenül ki kell emelnünk a **fludioxonil**-és metalaxil-tartalmú csávázószert. A fludioxonil szintetikusan előállított hatóanyaga azonos a *Pseudomonas pyrocina* baktériumból kivont fenilpirollal. A fungicidnek nincs fitotoxikus hatása, és jól kombinálódik.

A csírázóképességet a fungicides magkezelések, enyhén javitották. A stressztoleranciára gyakorolt hatás már jóval szembetűnőbb . Az *AMO 407* törzs és a *Maxima* hibrid stresszérzékenységét szignifikánsan javította a fludioxonilos magkezelés. Az *Mv 1444* hibrid stresszérzékenységét szignifikánsan javította a fludioxonilos magkezelés. Ez azt jelenti, hogy a stresszérzékeny szülői genotípust (*AMO 407*) a hibrid növényben is lehet javítani.

A fludioxonilos magkezelés a legeredményesebb, amit a korai vetésű *Maxima* hibrid kelése bizonyít. Optimális feltételek között is kiemelkedik a fludioxonilos *Mv 1444* hibrid vetőmagjának kelési értéke. Fenti hibridek fludioxonilos kezelései 2-4%-kal alacsonyabb szemnedvesség-tartalmú kukoricacsöveket eredményeztek.

A szemtermésadatok látszólag szoros összefüggését a keléssel bizonyítja a *Maxima* hibrid (első vetés), valamint az *Mv 1444* hibrid (második vetés) fludioxonilos magkezelése. Utóbbi hibrid 3,5 t/ha szemterméstöbbletet adott a kaptános kezeléssel szemben. Megerősíti

fenti feltételezéseinket az *AMO 407* törzs fludioxonilos magkezelése, amely 110%-kal múlta felül a kaptános kezelést (második vetés).

A **kaptános** vetőmagkezelés eredményes az *Mv 1444* korai vetésénél és a *HMv Exp 03* törzs esetében, habár utóbbi genotípus eredményei folytán mindenképp mellőzendő a szántóföldi vetőmag-előállítási sorból.

Optimális környezeti feltételek között is jelentősnek tűnik a magkezelés hatása, miszerint a stresszérzékeny genotípusok (*AMO 407, HMv Exp 03*) egyedi szemtermés-produkciója is nőtt – elsősorban a fludioxonilos magkezelés hatására (nem szignifikáns eredmény).

Összefoglalva az eredményeket megállapítjuk, hogy a vetőmagkezeléseknek nemcsak fungicid, hanem hidegtűrést javító hatása is van, ami a tökéletesebb szántóföldi kelésben és – a stressztolerancia folytán – szignifikáns szemtermés-növekedésben nyilvánul meg.

4.3. Inszekticides vetőmagkezelés

Az ***imidaklopridos vetőmagkezelés*** néhány esetben, míg a kombinált kezelés elsősorban a fungicidhatás következtében minden esetben javította a vetőmag biológiai értéket. A magvigor tekintetében, az irodalommal ellentétben nem észleltünk domináló inszekticid fölényt (Kashyap et al.1994).

Szántóföldi kísérletek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a korai éréscsoportból az Mv 272 hibrid inszekticides vetőmagkezelése biztonságosabb kelést, és komplett növényállományt eredményezett a kezeletlen kontrollhoz képest.

A középérésű hibridek közül a Major, Maraton, Mv 434 hibridek imidaklopridos és kombinált vetőmagkezeléseinek következménye , hogy a vegetáció végén is komplett növényállomány mellett nagyobb szemtermést is kaptunk. A Maraton hibrid fungicid vetőmagkezelése, önmagában nem elegendő a vegetációs időszak végéig fellépő károsító tényezőkkel szemben. A hibrid érzékenysége jól példázza az imidaklopridos vetőmagkezelés fontosságát.

Az Mv 444,és Mv 483 hibridek rezisztensebbek a külső stresszviszonyokkal szemben.
A Márta hibrid, mint a kísérleti sor maximális termésű (G+M kezelés) hibridje a kombinált vetőmagkezelés szignifikáns termésnöveléséről tesz bizonyságot.

Az imidaklopridos vetőmagkezelés csupán egy esetben (Major) hosszabbította meg a vegetációs időt (Bosák,1999) , és okozott nagyobb betakarításkori szemnedvességtartalmat. A fungicides kezelések két hibridnél hosszabbították meg a tenyészidőt (Mv 272, 483), ami magasabb szemnedvességet és későbbi betakaritást eredményezett.

A 600-800 kg/ha szemterméskülönbségek, ha nem is indokolják az inszekticides vetőmagkezelés jövedelmezőségét (vetőmagár miatt), de egy biztosabb kelés, és a vegetáció végéig a károsítók elleni vegyszeres növényvédelem mellőzésével megtartott komplett növényállomány, a kukorica számára kevésbé optimális években mindenképp előnyösebb.

4.4. Hő- s szárazságstressz

A fitotroni klímakamrábanban végzett ***hő- és szárazságstressz modellkísérletünkben*** megállapítottuk, hogy:

- a vizsgált genotípusok közül a korábbi tenyészidejű törzs (Mo 17/Mv) 50%-os hímvirágzásig eltelt időszaka 10 nappal, 50%-os nővirágzása 6 nappal rövidült le. A későbbi tenyészidejű HMv 5502 vonal esetében ezen értékek még figyelemreméltóbbak : 13, illetve 10 nap.
- A csőlevél vízpotenciálja drasztikusabban csökkent a szárazságstressz hatására, mint a nővirágzaté. A nővirágzatok érzékenysége a szárazságra, illetve a magas hőmérsékletre a csőlevelek védelmének köszönhetően valamivel kedvezőbb.

- A kapott eredmények alapján a szárazságstressz hatása jelentősebbnek tűnik, mint a magas hőmérsékleté. Az optimálist meghaladó hőmérsékletet a növények vízfelvétellel még ellensúlyozni tudják, de az aszály már helyrehozhatatlan folyamatokat idézhet elő a virágzás idején.
- Szántóföldi hibridekkel szemben az érzékeny kukorica beltenyésztett törzsek már 10 napot meg nem haladó vízvisszatartásra is jóval gyorsabban reagálnak (Westgate és Boyer,1986).
- A hatnapos címerhányást követő szárazságstressz jelentősen csökkenti a hímvirágzatok pollenszemtermelő-képességét. A genotípusok között ezen vizsgálat esetében különbséget nem észleltünk. A vetőmagszaporításokban apai partnerként használt genotípusok esetében tehát nemcsak a mechanikai sérülések, hanem az aszály is csökkenti az egy növény által termelt pollenszemmennyiséget. A genotípusok többségében a pollenmennyiség egyharmadára való csökkenése jelentős terméskiesésekhez vezet. Ez különösen fontos a tömegkeresztezések apasorainál (Berzy 1994).;
- Számos stresszhatás közvetve vagy közvetlenül a fotoszintetikus apparátus működését és hatékonyságát is befolyásolja. Ezen hatások vizsgálatára elterjedt módszer a klorofill fluoreszcencia indukció mérése. Szárazságstressz hatására számos klorofill fluoreszcencia indukciós paraméterben is változás történt. A változás mértéke nagyobb a Mo 17/Mv-ben, mint a HMv 5502 vonalban. A fotokémiai kioltás (q_P) szárazságstressz hatására csak kis mértékben változott, a többi paraméterrel ellentétben a nem fotokémiai kioltás értéke ($q_{N)}$ megnövekedett az öntözetlen növényekben. A HMv 5502 törzs jóval toleránsabb a szárazságstresszre, mint a Mo 17/Mv.

4.5. Mechanikai levélsérülés

4.5.1. A levélsérülés és növényfejlődés

A vegetációs időszak különböző fenofázisaiban a ***kukorica növény felületét ért mechanikai károsodás (jégeső) roncsoló, felületcsökkentő hatása*** az alábbi következményekkel jár a ***növények fejlődése, és virágzás ideje szempontjából***:

- A különböző levélsérülések növénymagasságra gyakorolt hatása nem konzekvens, a sérülés időpontja viszont meghatározó jelleggel bír.
- A címerhányás fenofázisában legérzékenyebb a növény a levélfelületet ért roncsoló, sebző hatásokra. A korai fenofázisokban (4, 8 leveles állapot) a növény föld feletti részeinek teljes károsodása szintén csökkenti a növénymagasságot. A növénymagasságnak általában az alacsonyabb habitusú apai genotípusok esetében van döntő jelentősége, hiszen a pollenszolgáltatás lehetősége is korlátozódhat általa. A címerhányás kezdetén levéltelenített növények nővirágzása erősen lemaradt az ép növényekhez képest. A pollenszolgáltatást ezáltal nemcsak térben, de időben is korlátozzuk, azaz virágzásbeli asszinkronizáció lép fel a vetőmagszaporításokban. Az irodalmi adatokkal (Pintér és mtsai.1977) megegyező eredményekre jutottunk, a levelek asszimilációs aktivitását illetően.
- A cső melletti levél szerepe nem azonos a különböző fenofázisokban, kiemelkedő szerepe nem bizonyosodott be. Ezen feltételezéseket szemtermésadatokkal is bizonyítottuk. Minden kezelés csökkenti a növények szárátmérőjét, a sérülés időpontjának koraiságával egyenes arányban súlyosabb a hatás.

4.5.2. Levélsérülés és termékenyülés

A ***kukorica növény felületét ért mechanikai károsodás (jégeső) roncsoló, felületcsökkentő hatása*** az alábbi következményekkel jár a termékenyülési viszonyokra, ***szemtermésre, ezerszemtömegre, valamint a szár szöveti struktúrájára*** ;

- Megállapithatjuk, hogy a károsító tényezők időpontja alapvető fontosságú. A két legerősebb hatást kiváltó időpont a címerhányás fenofázisa, illetve a címerhányás utáni károsodás.
- A levélfelületcsökkentés a szár szárazanyagtartalom limitálódását is jelenti. Az irodalmi adatokhoz (Koehler,1960; Iwata,1973; Pintér és Kálmán,1979)hasonló következtetésre jutottunk, miszerint a mechanikai levélsérülés után a termésképzés idején a tápanyagokat a szárból kivonja a szemtermés, ami a szár szerkezeti struktúrájának romlásában nyilvánul meg. E tény túlérett kukoricánál fokozott mértékű megdőlést, illetve *Fusarium* fertőzést tesz lehetővé.
- Megállapitottuk, hogy a csőfejlődést elsősorban a címerhányás kezdetétől, legalább 50%-os levélfelület-csökkenés befolyásolja jelentősen.
- A címerhányás előtti és a címerhányás fenofázisában jelentkező mechanikai stresszre a növény még reagálhat egy mérsékeltebb szemkötődéssel (szemszám csökkenéssel), a címerhányást követő fenofázisokban ugyanez a károsító tényező már ezerszemtömeg-csökkenéssel is jár.
- 25%-os levélfelület károsodás még a legérzékenyebb időszakokban sem csökkentette a termésmennyiséget, kimutatható terméscsökkenést nem okozott.
- 50%-os levélkárosodás 15%-kal, míg a 75%-os levélfelület károsodás 30%-kal is csökkentheti a termést az ép növényekéhez képest, de genotípusonként eltérő mértékű lehet a kár. A legkisebb szemtermés érthetően magas ezerszemtömeggel (címerhányás előtti fenofázisok) is párosult.
- Nagyon fontos tehát a növényfelületet ért mechanikai károsítás időpontja, és mértéke.

4.6. A hímvirágzat mechanikai sérülése

A ***hímvirágzatot ért mechanikai sérülés*** (jégeső roncsoló hatásának szimulálása), párosulva az időjárás okozta hő, illetve szárazság stresszhatással, az alábbi termésparaméter változásokat okozta az Mv Exp 23 DC hibridkukorica vetőmagtermesztésében 3 év folyamán:

- Megállapítottuk, hogy vetőmagtermesztés szempontjából nagyon jó évjáratban- amikor is a léghőmérséklet és talajnedvességi viszonyok optimálisak - a részleges címersérülés nem okoz számottevő terméskiesést, de a nagy termésből kieső 10-20%, a gyengébb évek teljes termését is elérheti.
- Közepes évjáratban a részleges címerkárok 25-50% termésveszteséget okozhatnak, vagyis 1-1,5 t/ha-ral kevesebb a biológiailag értékes vetőmag.
- Rossz évjáratban, az időjárás okozta hő- és szárazságstressz és a mechanikai sérülés, mint stresszfaktor együttes hatása drámai lehet. A részleges címersérülés is teljes terméskiesést okozhat, a nem károsodott részek termése is kieshet, illetve csak 300-500 kg/ha-os termést eredményez.
- A részleges címerkárok közül a címerágak megtörése bizonyult a legenyhébbnek, ami jó években alig érzékelhető veszteségeket okozott, mivel a címerágak épen maradt alsó részei és a letört, de fennmaradó felső részei is kiszórták a pollenszemeket.
- A címerfőág eltávolítása késlelteti a pollenszóródás kezdetét, a mellékágak eltávolítása pedig lerövidíti az antézis időtartamát. A termésre gyakorolt hatásuk a szinkronizálástól, illetve a virágzás ideje alatti időjárásváltozástól függ, de közel sem

azonos mértékű. Évjáratonként változóan 10-60%-os a károsodás. A teljesen lecímerezett (10 %-os kezelés) területen az izolációs távolság következtében a pollenkötődés esélyei csökkentek, és 90%-os termésveszteséget is észleltünk.

- A címersérülések hatására leromló termékenyülés csökkenti a vetőmag biológiai értékét, megnő az ezerszemtömeg és a nagy gömbölyű frakció aránya. A vontatott, rossz termékenyülés miatt a csöveken nagyon eltérő a szemek érettsége, ami a betakarításnál és a szárításnál előnytelen és végső soron rontja a csírázóképességet, illetve a mag vigorosságát.
- A hibridkukorica vetőmagtermesztés során az eredményeket csak az adott kombinációra, az adott helyen és évjáratban tekinthetjük érvényesnek, mert a szülőpárok, illetve a törzsek kompatibilitása az együttvirágzás és virágzáskori időjárás miatt is nagyon eltérő lehet.

4.7. Szárítás és csíra (embrió) életképesség

A csíranövények életképességét jelző vigorossági értékek, a száraz csíranövény súly-adatok, a ***45 C°-ot meghaladó hőmérsékletű levegővel történő szárítás***, vetőmag biológiai értéket is jelentősen károsító hatásáról tesznek tanúságot.

Az A665, CM 174 törzseknél a károsítás kevésbé jelentős, az MA 75A211, és különösen a HMv 217 törzs fokozottan érzékeny a magas szemnedvességtartalommal való betakarításra (35%) és a magas szárítási hőmérsékletre (55 C°).

Az AMO 407, és AMO 406 genotípusok a legérzékenyebbek a 45 C°-ot meghaladó szárítási hőmérsékletre. Az 55 C°-os szárítás abszolút letális mindkét törzs esetében!!

Kissé toleránsabb, de még mindig nagyfokú hőszenzitivitásról tesz tanúságot az LH 82, LDR 08.

HMv 5405, valamint a H 8431, HMv 5414 genotípusok esetében a vetőmag minőségét károsító hatás már mérsékletebb, míg a leginkább hőtoleráns törzs egyértelműen a HMv 5502.

A betakarítási szemnedvességtartalom és a szárítási hőmérséklet jelentősen befolyásolja a csíranövény életképességét, és ezáltal a vetőmagtételek biológiai értékét. Az alacsonyabb szemnedvességtartalommal betakarított vetőmagvak kevésbé károsodnak egy 45 C°-ot meghaladó , vagy azonos száritási hőmérséklet hatására.

Legjobban a komplex stresszeléses vigor-teszt (mint talaj nélküli Cold-test) értékek, valamint a csíranövény szárazsúlyok fejezik ki számunkra az embrió, és a csíranövény stressztoleranciáját, illetve az O_2 hiányos és alacsony hőmérsékletű környezetben való teljesítőképességét. A száraz csíranövénysúly adatok jelzik a legjobban a mag és az embriósérülés mértékét.

Mivel a csírahosszúságban nem észleltünk különbséget, feltehetően az embrió és a csírasúlyok tekinthetők felelősnek, a mag vigorosságának, stressztoleranciájának alakulásában.

Végezetül megállapítjuk, hogy a vetőmag típusa (flint, dent) nem árulja el egyértelműen a genom szárítási hőmérséklet érzékenységét. A legérzékenyebb törzsek (AMO 407, AMO 406, HMv 217) egyértelműen egy rokonsági kör (Mo 17 rokonság) tagjai.

4. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT KÖZLEMÉNYEK

• Lektorált tudományos cikkek

1. Barla-Szabó G.,-**Berzy T.,-**Dolinka B. 1988: *Relations between biological value, size and specific gravity of seed in maize hybrids.* Qualitatssaatgut produktion und Ertrags Beiinflussung, Martin Luther Universitat, Halle. Band 2, 430-439.
2. Barla-Szabó G.,-Dolinka B.,-**Berzy T.** 1988: *A Bema 211 TC hibridkukorica vetőmag biológiai értéke a hibridüzemi feldolgozás során.* Vetőmag, XI. 4-7.
3. Barla-Szabó G.,-**Berzy T.,-**Dolinka B. 1989: *Application of Seed Vigour Test for Corn Production.* Georgicon fo Agriculture, 10. 2: 159-165.
4. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Barnabás B.,-Bauer K.,-Matolcsy Gy. 1990: *Gametocidok biológiai hatása a kukorica ivaros folyamataira és egyedfejlődésére.* Növénytermelés, 39. 2:97-110.
5. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Pintér J.,-Fehér Cs. 1994: *A bibevirágzás kezdetén észlelt címersérülés hatása a kukorica vetőmag hozamára és minőségére.* Növénytermelés, 43. 2: 109-118.
6. **Berzy T.,-**Fehér Cs. 1995: *A különböző fejlődési fenofázisban észlelt jégveréshez közeli kártétel hatása a kukorica növekedésére és fejlődésére.* Növénytermelés, 44. 5:451-469.
7. Ali Hassán A.,-**Berzy T.** 1995. *Effect of nitrogen fertilization on grain yield quality of Maize Giza 2 cv grown for seed production.* Egyptian Journal of Applied Science. 10. 7: 374-384.
8. **Berzy T.,-**Fehér Cs. 1995: *A különböző fejlődési fenofázisban észlelt jégveréshez közeli kártétel hatása a kukorica szemtermésének képzésére és szárszilárdságának alakulására.* Növénytermelés, 44. 4: 375-384.
9. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Pintér J.,-Fehér Cs. 1996: *Effect of tassel damage at the beginning of female flowering on the yield and quality of maize (Zea mays L.) seed.* Seed Science & Technology, 25: 35-44.
10. **Berzy T.,-**Marton L.Cs.,-Fehér Cs.1996: *A frakcionálás hatása a hibridkukorica (Zea mays L.) vetőmag életerejére és szemtermésére.* Növénytermelés, 45. 1: 19-26.
11. **Berzy T.-**Záborszky S.,-Fehér Cs. 1997: *Összefüggések a hibridkukorica (Zea mays L.) vetőmag biológiai értéke és terméselemei között.* Növénytermelés,46.4: 361-372.
12. **Berzy T.,-**Janda T.,-Marton L.Cs.,-Fehér Cs. 1998: *A szárazságnak,mint stressztényezőnek a hatása két beltenyésztett kukoricavonal virágzására.* Növénytermelés, 47. 4: 359-369.
13. **Berzy T.,-**Záborszky S.,-Fehér Cs. 1999: *A vetőmagkezelések hatása néhány kukorica-genotípus magbiológiai értékére és termésparamétereire.* Növénytermelés, 48. 3:279-287.
14. **Berzy T.,-**Záborszky S.,-Fehér Cs.2000: *Inszekticides vetőmagkezelések hatása a hibridkukorica kelésére és termésparamétereire.* Növénytermelés, 49.1-2: 117-126.
15. Záborszky S.,-**Berzy T.** 2000: *A hibridkukorica (Zea mays L.) vetőmagfrakciók és a terméselemek közötti összefüggések.* Növénytermelés, 49. 6: 591-599.
16. Kocsy G.,-Tóth B.,-**Berzy T.,-**Szalai G.,-Jednákovits A.,-Galiba G. 2001: *Glutathione reductase activity and chilling tolerance are induced by a hydroxylamine derivative BRX 156 in maize and soyabean.* Plant Science 160: 943-950.

- **Lektorált tanulmány**

1. **Berzy T.** 1993: *Stresszviszonyok szerepe a hibridkukorica vetőmag előállításban.* Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézetének 1993. évi kutatási eredményei, 68-69.

- **Szakmérnöki dolgozat, diplomamunka**

1. **Berzy T.** 1982. *A hibridkukorica vetőmagfrakciók biológiai értékének vizsgálata* Diploma munka, Gödöllő, 89 p.

2. **Berzy T.** 1992. *A környezeti stressz hatása a hibridkukorica vetőmag biológiai értékére.* Szakmérnöki diplomadolgozat, Gödöllő, 88 p.

3. **Berzy T.** 1994. *A környezeti tényezők és stressz viszonyok szerepe a hibridkukorica vetőmag előállításban.* Doktori értekezés, Gödöllő, 114 p.

- **Konferencia kiadványok**

1. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Pintér J.,-Fehér Cs. 1995: *Effect of tassel injuries on the grain yield and seed biological value in maize (Zea mays L.).* In: See Science Symposyum of European Society for Agronomy, Hungary,Keszthely, 0307.09. 1995.Proc.17.

2. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Pintr J.,-Fehér Cs: 1995: *Uticaj ostecenja metlice na pocetku Cvetjana na prins i kvalitat semena.* In:Oplemenjivanje, proizvodnja i skoriscavanje Kukuruza-50 godina instituta za kukuruz „Zemun Polje", Beograd, Yugoslavia, 28-29.09.1995. Proc. 367-373.

3. **Berzy T.,-**Szundy T.,-Marton L.Cs.,-Fehér Cs. 1996: *Effect of fractionisation to the seed vigor, and yield elements in case of some Mv corn hybrids.* In: Maize and Sorghum EUCARPIA,XVII th Conference on Genetics, Biotechnology and Breeding of Maize and Sorghum". Thessaloniki, Greece, 20-25.10. 1996. Proc.68.

4. **Berzy T.** 1998.: *Effect of seed dressing materials and chemostimulants on the seed vigour of maize (Zea mays L.) genotypes.* In: „Seed Symposyum Abstracts 25 th International Seed Testing Congress". Pretoria, Rep. Of South Africa, 15-24.04. 1998. Proc. 122.

5. **Berzy T.-**Fehér Cs.,-Záborszky S.,-Galiba G.,-Jednákovits A. 1999:*Seed dressing and seed vigour effects on the kernel yield of maize (Zea mays L.) genotypes.* In: „World Seed Conference". Cambridge, UK, 06-08.09.1999. Proc. 62.

6. **Berzy T.,-**Záborszky S.,-Fehér Cs. 2000: *Seed dressing and seed vigour effects on the kernel yield and seed biology of maize (Zea mays L.) genoypes.* In: „Maize and Sorghum EUCARPIA, XVIII th International Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding at the end of the 20 th century, Belgrade, Yugoslavia, 03-09.06.2000. Proc. 78.