ABIOTIKUS STRESSZTÉNYEZŐK SZEREPE A HIBRIDKUKORICA TERMESZTÉSBEN ÉS VETŐMAGELŐÁLLÍTÁSBAN

Doktori(PhD) értekezés

Berzy Tamás

Gödöllő
2000

A doktori program

Címe : Abiotikus stressztényezők szerepe a hibridkukorica termesztésben és vetőmagelőállításban

tudományága : Mezőgazdaságtudomány

vezetője : Dr. Menyhért Zoltán
Egyetemi tanár,
SZIE Növénytermesztési Intézet

Dr. Jolánkai Márton
Egyetemi tanár,
SZIE Növénytermesztési Intézet

Téámavezető : 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

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ……1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS……2
2.1. Vetőmag biológiai érték……2
2.1.1. Vetőmag frakciók biológiai értéke……2
2.1.2. Vetőmag hidegtolerancia……2
2.1.3. Vetőmagkezelések……3
2.2. Szárazság és hőstressz a vegetációs időszakban…… 4
2.3. Mechanikai károsodás……..5
2.3.1. Mechanikai károsodása a kukorica levélzeten ……5
2.3.2. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán……5
2.4. Az optimálisnál magasabb szárítási hőmérséklet hatása a vetőmag biológiai értékére…… 6
3. ANYAG ÉS MÓDSZER……7
3.1. Vetőmag frakcionálási kísérlet……7
3.2. Vetőmag hidegtolerancia……8
3.3. Vetőmagkezelések……9
3.4. Szárazság és hőstressz a vegetációs időszakban,fitotronban……..10
3.5. Mechanikai károsodás levélzeten……..12
3.6. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán ……13
3.7. A szárítási hőmérséklet hatása a kukorica vetőmag alapanyag biológiai értékére……14
4. EREDMÉNYEK……..16
4.1. Vetőmagfrakcionálás……...17
4.2. Vetőmag hidegtolerancia……24
4.3. Inszekticides és fungicides vetőmagkezelések……30
4.3.1.Laboratóriumi kísérlet……...30
4.3.2.Szántóföldi kísérlet……30
4.4. Szárazság és hőstressz hatása a hím és nővirágzásra……35
4.4.1. Hőstressz hatása a vegetációs időszak fenofázisaira……..35
4.4.2. A szárazságtűrés megállapítása vízvisszatartás alapján……37
4.4.3. Szárazságstressz hatása a hímvirágzat pollenszemtermelőképességére……..43
4.4.4. Vízvisszatartás hatása a klorofill-indukciós paraméterekre……43
4.5. Mechanikai károsodás a levélzeten……43
4.5.1. Fitotroni kísérlet……..43
4.5.2. Szántóföldi kísérlet……46
4.5.2.1. Levélfelületcsökkentés hatása a kukorica növekedésére, fejlődésére ……46
4.5.2.2. Levélfelületcsökkentés hatása a kukorica szemtermésének képzésére, szárszilárdságának alakulására……54
4.6. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán……..58
4.7. Szárítási hőmérséklet hatása a kukorica vetőmag alapanyag biológiai értékére……66
4.8. Új tudományos eredmények……..70
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK……...71
5.1.Frakcionálás……..71
5.2.Szántóföldi hidegtűrés……..……71
5.3.Inszekticides vetőmagkezelés……..…72
5.4.Hő- és szárazságstressz……..…72
5.5.Mechanikai levélsérülés……....73

5.5.1. A levélsérülés és növényfejlődés……..73
5.5.2. Levélsérülés és termékenyülés (szemtermés)……74
5.6. A hímvirágzat mechanikai sérülése……..74
5.7. Szárítás és embrió életképesség……..…75
6. ÖSSZEFOGLALÁS……76
6.1. Vetőmag biológiai érték……76
6.2. Szárazság stressztolerancia……..77
6.3. Levélzet sérülés……..77
6.4. Hímvirágzat sérülés……...77
6.5. Embrió életképesség……..78

SUMMARY……..…79
IRODALOMJEGYZÉK…… 82
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS…….. 88

1. BEVEZETÉS

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 szárító 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. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A vetőmag biológiai érték

2.1.1. A vetőmag frakciók biológiai értéke

A vetőmagról, mint „genetikai örökítőanyagról" és jelentőségéről, már számos értekezés látott napvilágot. Az már régóta ismert, hogy a kiemelkedő termés megalapozója – a megfelelően végzett talajművelés, növényápolás mellett – elsősorban a kiváló biológiai értékű vetőmag. A vetőmag biológiai értékét jellemezhetjük a korai kedvezőtlen környezeti feltételekhez való alkalmazkodással, erős korai vigorral, valamint megfelelő növényállomány létrejöttével a szántóföldön.

Elfogadott tény, hogy a különböző vetőmagfrakciók között különbség van (BARLA-SZABÓ 1984, BERZY 1982,1994. BERZY et al. 1996, EISELE 1981, FIALA 1977, GERM 1966, KIETREIBER 1972, THIELEBEIN 1958) elsősorban a lapos frakciók javára. A korábbi hazai kutatások (PÁSZTOR 1962, HEICZMANN 1964) elsősorban a frakciók számának csökkentésére tettek javaslatot. A szerzők megállapították, a gömbölyded frakciók gyengébb életerősségét, míg terméskülönbséget csak csekély mértékben, vagy egyáltalán nem mutattak ki.

A vetőmagelőállítás során az eltérő körülmények közé került, különböző méretű és alakú vetőmagok , sajátosságaiktól fügően eltérő válaszreakciót adhatnak (KRISHNAVENI és VANANGAMDI 1989, KUSHIBIKI és KUMAHATA 1980, SCOTTI és SILVA 1977), ami szintén a vetőmag biológiai értékének különbözőségéhez vezethető vissza. A világ kukoricanemesitésének megalapozásában döntő szerepet játszó és USÁ-ban a 60-as, 70-es években leggyakrabban használt beltenyésztett kukoricatörzsek közül, az B73 és a Mo 17 genotípusok frakcióinak eltérő biológiai értékéről tesz említést SHIEH és McDONALD (1982), de a csíranövény laboratóriumi értékelésen kívül egyéb szántóföldi (kelés, tőszám termőképesség) vizsgálat hiányzik a kísérletből. A frakciók közötti különbség szerintük nem konzekvens, habár a lapos frakciók több esetben eredményeznek életerősebb csíranövényeket.

2.1.2. A vetőmag hidegtoleranciája

A kukorica vetőmag hidegtoleranciája és a környezeti stresszekkel szembeni védettsége számunkra a két legfontosabb tulajdonság. Többek között TATUM és ZUBER (1943), PINELL (1949), KOEHLER (1954), GERM és KIETREIBER(1966) foglalkozott már a korai kutatásokban is a vetőmag hideg talajban történő csíráztatásával. E szerzők magállapították, hogy a szem fiziológiai és fizikai tulajdonságai (a pericarpium sérülése, a szem kora, betakarításkori érettsége) mellett a talaj gombaflórája is fontos szerepet játszik a hideg talajban történő csírázási folyamatban. GUPTA és KOVÁCS (1974) szerint a csírázáskori hidegtűrést szabályozó genetikai mechanizmus különbözik a csíranövények hidegtűrést befolyásoló mechanizmusától. SZUNDY (1981) az anyai szülő heterozigóta-szintjének növelését – mint a rosszabb „Cold teszt" csírázóképességű kétvonalas hibridek kelésének egyfajta lehetséges javítási módszerét – emeli ki.

MOCK és McNEIL (1979) a csírázási arányt, a kelési indexet és a 42. napon mért szárazanyag tömeget tanulmányozva, a csiranövény szárazanyag-tömege és a szemtermés

között megbízható összefüggést kapott. A csírahossz és hidegtűrés stresszviszonyok közötti (szuboptimális hőmérséklet, ozmotikus stressz, sótűrés, hypoxia, accelerated aging) korrelációs koefficiense kisebb, mint a normál csírázási értékek esetében (VAN de VENTER,1988; Do Q.BINH és HESZKY,1993). A vetőmagtételek között meglévő különbségek jelentősebbekké válnak, amennyiben a csírahossz adatokat vesszük alapul , egyfajta vigorossági mutatóként (VAN de VENTER,1988).

A kukorica vetési időszakában a szeszélyes időjárás következtében szinte lehetetlen megoldani a rövid határidős vetéseket (hibridkukorica vetőmag előállítás). A 10-12°C-nál hidegebb talajban nem, vagy nagyon vontatottan csíráznak ki a kukorica vetőmagok. HOPE és MAAMARI (1994) a szántóföldi keléssel legszorosabb korrelációban levő tényezőnek tartja a koleoptil cm-ben kifejezett növekedését 11°C-os hőmérsékleten.

A Cold-tesztet – mint szélesebb körben használatos egyfajta vigortesztet – a szántóföldi kelési környezeti viszonyok szimulálásaként alkalmazzák. A kutatók véleménye eltér a Cold-teszttel kapcsolatban. A 8,8 °C-os hőmérséklet sokkal hatékonyabbnak bizonyult a vetőmagok vigorában levő különbségek kimutatására, mint a 8,8-15 °C közötti, affölött pedig vigorkülönbség nem állapítható meg (BRUGGINK et al.,1991). A 14 napos hidegkezelést öt napra kell csökkenteni. A Cold-teszt talajban vagy talaj nélkül végzett változatát illetően szintén fontosnak tartjuk a jövőbeni egységes álláspont kialakítását. A talaj típusa és nedvességtartalma befolyásolja a teszt eredményeit, különösen a kukorica vigorosságának megállapítására irányuló kísérletekben (NIJENSTEIN,1985). Habár a talaj fiziko-kémiai paraméterei a csírázásra csak csekély mértékben hatnak, a vigorosság szempontjából már nőhet a különbség. A talajban végzett és a talaj nélküli Cold-teszt eredményeit összevetve (LOEFFLER et al.,1985), a végső következtetés az, hogy a talajt tartalmazó teszt szigorúbb, de sok a megmagyarázhatatlan és eltérő eredmény, míg a talaj nélküli teszt adekvát érzékenysége, könnyű reprodukálhatósága és főként egyszerűsége miatt alkalmasabb.

A talaj nélküli Cold-teszt egyik legnépszerűbb változata a Complex Stressing Vigour Test (CSVT), (BARLA-SZABÓ,1985). A módszert az ISTA (International Seed Testing Association) is ajánlja egyszerűsége, olcsósága és gyorsasága, valamint megbízhatósága miatt („to predict the minimum expected range of emergence of maize under stress conditions”). Magyarországon a 80-as, 90-es években termesztett kukoricahibridek biológiai értékét nagyon jól reprezentálta a teszt. A DC 215 és Giza 45 egyiptomi hibridek esetében a kiváló vetőmagminőség (CSVT%) a legnagyobb terméssel is párosult (ODIEMAH, 1991; HASSÁN és BERZY,1995). Szerzők a vetőmagjellemzők közül a sűrűséget, a csírázást és a CSVT-t emelik ki a legmegbízhatóbb következtetésként a szántóföldi kelésre és növényegyedenkénti produkcióra vonatkozóan.

2.1.3. Vetőmagkezelések

A csíranövények kezdeti fejlődését a viszonylag gyenge külső tápanyagellátás mellett nehezíti a pericarpiumon levő repedésekben található állati és növényi kártevők jelenléte (ROUNDHAWA et al.,1990). Az elsősorban gombabetegségek ellen használatos magfelszínkezelésnek (csávázás) tulajdonítanak nagy fontosságot a kutatások.A felvitt kémiai anyagnak meg kell védenie a magot, majd később a csíranövényt a károsító mikroorganizmusoktól, ezenkívül bizonyos állati kártevők ellen is védelmet kell nyújtania a raktározás közben és a vetést követően egyaránt (MENYHÉRT, 1985). A hatóanyag és a dózisok, valamint a vetőmag genotípusa a legfontosabb a helyes módszerek kiválasztásában.

A kaptánnal és thirámmal történő magkezelés védőhatását hangsúlyozza BRUGGINK és mtársai (1991). Ugyanakkor a szerzők a kezeletlen magok nagyobb Cold-teszt értékét emelik ki a csávázottakkal szemben.

Mancoceb fungicid oxabetrinil antidotummal kiegészítve a csávázást – az antidótum dózisától és a vetőmag tárolási idejétől függően – a csírázás csökkenhet, illetve a vigorosságot jellemző csírahosszúság-csökkenés is bekövetkezhet (CATIZONE és LOVATO,1987).

Benomyl, kaptafol, kaptán, karbendazin, maneb, dichlofuanid és thiabendazole fungiciddel kezelt magtételeket vizsgált MORENO-MARTINEZ és mtársai. (1985). A fungicidek között nem találtak szignifikáns különbséget, de kiemelik a csávázatlan tételek gyengébb fejlődését a csávázottakkal szemben.

A vetőmag minőségét nemcsak a fungicides csávázószerek egyenletes magfelület bevonásával lehet javítani. Nagyon fontos, hogy a csíranövény a kelés utáni időszakban is megfelelő védettséget élvezzen, mind a növényi, mind az állati (rovar) kártevőkkel szemben. A közelmúltban kifejlesztett imidakloprid tartalmú inszekticid (Gaucho) új lehetőségeket nyitott a szántóföldi növényvédelemben, elsősorban a hosszú ideig fenntartott vírus vektorok elleni védettség szempontjából. Elsősorban őszi kalászosokban, valamint burgonyában történt kísérleti bevezetése. Az őszi kalászosok közül a növényvédelem (vírus vektorok távoltartása a fiatal csíranövénytől) , csávázószerként történő megvalósításának termésfokozó hatásáról számolt be SCHÖBERLEIN et al.(1998). Szerzők a Kontrast és Toronto őszi búzafajtáknál szignifikáns terméskülönbségeket kaptak az imidaklopridos vetőmagkezelésnek, és ezáltal biztosított egészségesebb növényállománynak köszönhetően.

Az inszekticides vetőmagkezelések magbiológiai érték javító hatásáról számol be KASHYAP et al.(1994). Nyolc búzafajta magkezelése alapján levont következtetés : a genotípus, a csökkenő vetőmag tárolási idő mellett az inszekticidek szignifikánsan is javithatják a csírázóképességet és a magvigort.

2.2. Szárazság és hőstressz a vegetációs időszakban

A szárazságtűrőképesség kulcstényező, ugyanis a reproduktív folyamatok nedves környezetet igényelnek. A pollen – mint a legszárazabb növényi rész (JONES és mtársai 1984, LONNQUIST,1943) – kedvező növekedési, környezeti feltételek mellett kell, hogy eljusson a bibéhez, amelynek vízmegőrzési feladata van, hogy biztosítsa a pollen kicsírázásához és a pollentömlőhajtáshoz az optimális feltételeket (PALÁGYI 1975, MAJOR és SCHOOLJE 1979, HERRERO és JOHNSON 1980, SCHAPER és LAMBERT 1987, DUPUIS és DUMAS 1990).

A magas hőmérséklet és deszikkáció a pollenszóródásban és pollen-életképességben okozhat zavart, illetve rövidítheti a bibe fogadóképességét termékenyülési szempontból (WESTGATE és BOYER 1986, UNDERSANDER 1987).

Ugyancsak találhatók adatok arra vonatkozóan, hogy pl. nemcsak genetikai okok, hanem szárazság és hőstressz is kiválthatnak hímsterilitást, sőt egyes „címercsökevényesedésre” hajlamos vonalaknál -részben a virágzáskori szárazság hatására, részben kórtani okok miatt - a pollenképződés teljesen elmaradhat (PALÁGYI 1975). A még elfogadható termékenyülést okozó minimális pollenmennyiség, vonalanként és hibridenként is jelentősen eltér (LONNQUIST 1943, BRYCE és NELSON 1979, AGAROALA és mtársai.1981). A napi hőmérsékleti maximumok (nappali és éjszakai) csökkenthetik a pollenéletképességet illetve a pollenmennyiséget. Ha a magas hőmérséklet és a vízhiány együttesen, vagy külön- külön lép fel – eltérő következményekkel járhat a stressz.

Elsősorban az ováriumokat tartalmazó bibék a felelősek a csökkent termékenyülésért. A szinkronizáció (him és nővirágzás lehető legkisebb időeltéréssel**)** szintén elengedhetetlen a jó termékenyüléshez (BERZY 1994). Szántóföldi vetőmagtermesztésben ugyanis csak az apasorok hímvirágzásidejének, valamint az anyasorok nővirágzásidejének megegyezése esetén jutunk kiváló biológiai értékű és megfelelő mennyiségű hibridkukorica vetőmaghoz.

A szárazság elsősorban a növényi részek vízpotenciáljával mérhető ill. jellemezhető.

Az, hogy a bibe mennyire követi a növény vízpotenciáljának változását, a téma szempontjából döntő fontossággal bír. A csőfejlődésnek a vízpotenciálra gyakorolt hatásával, illetve a vízpotenciálnak a csőfejlődésben játszott szerepével foglakozott WESTGATE és BOYER (1986), ZINSELMEIER és mtársai.(1990), hangsúlyozva a vízpotenciál csőfejlődésre gyakorolt hatásának fontosságát. Eltérőek a vélemények a szárazság következtében végbemenő termékenyülés, de gyors embriópusztulást illetően. A virágzat azért nem fogadóképes mert elpusztul az embriózsák, illetve a pollen csíratömlőhajtása akadályozott ? (BERZY és mtársai. 1990, ZINSELMEIER és mtársai. 1990).

A pollen az irodalmi adatok szerint kevésbé érzékeny (BOLANOS és EDMEADES, 1990) a szárazságra, magas hőmérsékletre. A korai vízdeficitkutatások szerint a bibe fogadóképessége a legnagyobb termésbefolyásoló tényező. A probléma a kukorica egylakiságából fakad**.** A növény eltérő virágzásidejű és felépítésű virágzattal rendelkezik. Asszinkronizáció következménye a pollenéletképesség csökkenése, valamint az embrió abortálódás (DUPLESSIS és DIJKHUIS 1967, FREIER és mtársai. 1984).

A szárazságnak, mint stressztényezőnek hatására a klorofill fluoreszcencia-indukciós paraméterekben is történhet változás (NOGUES és mtársai.1994), pl. őszi búza és őszi árpa esetében. Vajon adódhat –e változás a kukorica növénynél is szárazság hatására a fotokémiai és nem fotokémiai kioltásokban ?

2.3. Mechanikai károsodás

2.3. 1. Mechanikai károsodás levélzeten

illetve jégverés a későbbi fenofázisokban sokkal súlyosabb következményekkel járhat, mint a vegetációs időszak elején (GIESBRECHT 1975, PINTÉR, 1989). A cső fölötti , valamint a cső alatti levelek terméképzésben játszott szerepe eltérő (BERZY és FEHÉR 1995, PINTÉR és KÁLMÁN 1978). A vegetációs időszak különböző fázisaiban a kukorica növény felületét ért felületcsökkentő hatás eltérő következményekkel jár a növény növekedése, fejlődése, val A növényzetet ért mechanikai sérülések elsősorban a szél, homokvihar, valamint a jégeső cafatoló, lyukasztó sebzéseiben nyilvánulnak meg. Az eltérő mértékű levélfelületveszteség, amint virágzásideje szempontjából (BERZY és FEHÉR 1995).

A levélfelület csökkenés anyagcsere-zavarokat okozó hatásáról, valamint szárerősségcsökkenésről számol be már HOLBERT és mtársai.(1935), KOEHLER(1960), valamint IWATA (1973). REMISSON és OMUETI (1982) a levéleltávolítás szemnedvességtartalom csökkentő hatásáról tesz említést. JOHNSON (1978) Corn Belt-ben végzett kísérletei alapján az öt leveles fenofázisban végzett levéleltávolítás 10-13%-os átlagtermést csökkentő hatásáról számol be.
MUTHUKRISHNAN és SUBSAMANIAN (1980) adatai szerint a levélfelület pozitív korrelációban volt a terméssel, és negativ korrelációban az ezerszemtömeggel.

BRITZ (1982) véleménye szerint a pollenkötődés után végzett levéleltávolítás lerövidíti a vegetációs periódust. PINTÉR és mtársai (1977) vizsgálatai alapján a kukoricanövény levelei nem azonos mértékben vesznek részt a szemtermés képzésében. PINTÉR és KÁLMÁN (1978) megfigyelése szerint a levéltelenítés miatti szárgyengülés következtében emelkedhet az érzékenyebb genotipusok *Fusarium* fertőzöttsége.

2.3.2. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán

A hibridkukorica vetőmagszaporításokban használt anyai szülőtörzsek címerezésének(zászlózás, bugázás), illetve a növényzetet a címerhányás fenofázisában ért

mechanikai károsodásnak a szerepét vizsgálta többek között CSERHÁTI (1906), HAJDÚ (1940), BERZSENYI-JANOSITS (1955), AIRY (1950), BARNALES (1979), PINTÉR és KÁLMÁN (1980). Általában a növények jobb fényelnyelőképességét emelik ki a címereltávolítás hatására.

AGAROALA és mtársai.(1981) az erős bórhiánynak tulajdonítja a címerfejlődés gátlását és a címerhányás késleltetését, illetve az antézis elhúzódását. Ennek oka a pollenszemek alacsonyabb kataláz, foszfatáz, keményítő foszforiláz és invertáz enzimaktivitása.

A vetőmagszaporításokban apai komponensként használt beltenyésztett vonalak, törzsek, és kombinációk hímvirágzatát ért károsodást eddig még nem sokan vizsgálták (AGAROALA et al.1981; BERZY 1994). Többnyire az anyai komponensként használt törzsek és kombinációk érzékenységét kutatták (PINTÉR és KÁLMÁN, 1980; GARBER és mtársai, 1980). Pár nappal a pollenszóródás után végzett címertelenítés (SHEIKH és MALL 1977) növeli a növény fényelnyelését és hasznosítását és bizonyos sűrűségnél [15 ezer növény/acre] a szemtermés is nőhet. A csöveken lévő szemek számát a kezelés nem befolyásolta, míg az ezerszemtömeg nőtt. Az címerrészek (mellékág, virágzati tengely, vagy főág) termékenyülésben játszott szerepe jelentősen eltérhet és pusztulás illetve csökkent működőképesség is nagyrészt a genotípustól, valamint egyéb stresszfaktoroktól függhet (BERZY 1994).

2.4. Az optimálisnál magasabb szárítási hőmérséklet hatása a vetőmag biológiai értékére

A betakarítást követő feldolgozáskor, a morzsolást megelőzően a szárítás az a folyamat, amely a kukorica vetőmag életképességét jelentősen ronthatja, illetve meg is szüntetheti.

A betakarításkori szemnedvességtartalom erősen befolyásolja a kukoricatörzsek érzékenységét (BURRIS és NAVRATIL 1980, BURRIS 1975, NAVRATIL és BURRIS 1984, SEYEDIN és BURRIS 1984) a szárítási hőmérsékletek letális, illetve csírázóképességét csökkentő hatását illetően.

A kukoricatörzsek közül az A 632, B 37 és Mo 17 mint a világ kukoricanemesítésének alapvonalai - is eltérően reagálnak a szárítási hőmérséklet változásokra. Általában a 45-50 Celsius fokot tekintik letális dózisnak (DELOUCHE, 1980, KIESSELBACH,1949, MADDEN,1992), a vonalak közül az A 632 a legtoleránsabb (több mint 50 Celsius fokot is elvisel egy szárítási ciklusban), míg a másik két vonal erős vigor, életerőcsökkenéssel reagál már a 45 Celsius fokos szárító közegre is.

A hazai kukoricanemesítésben használatos beltenyésztett törzsek szárítási hőstressz érzékenysége eltérő. A túlságosan érzékeny törzsek nemesítésben illetve vetőmag előállításban mellőzendőek, vagy fokozott figyelmet kívánnak a feldolgozási folyamatban.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. 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.

3.2.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.

3.3. 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..

3.4. 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 a következő program szerint „kezeltük” a növényeket :

1.Táblázat *Fitotroni PGV-klímakamra, hőmérséklet,páratartalom,fényerősség programja a kelést követő héten* (Martonvásár, 1996)

	Idő	Hőmérséklet [°C]	Páratartalom[%]	Halogén[db]	Fényerősség (Q)
1. hét	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.

3.5. 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.

3.6. 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

3.7. 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.

4.EREDMÉNYEK

4.1. Vetőmag frakcionálás

A frakcionálás hatásait elsősorban a szemterméssel, a vízleadóképességgel, ill. a hibrid ezerszemtömegével jellemeztük (1. *táblázat*). Magának a vetőmagnak az életképességét a csírázóképességgel, Cold teszttel, valamint az early vigort jellemző csírahosszal értékeltük (2. *táblázat*).

A Norma SC hibridnél egyöntetűen a lapos frakciók adtak nagyobb termést a gömbölyű frakciók ellenében. A nagy lapos (NL) és a kis gömbölyű (KG) frakciójú vetőmagokból elvetett növényállomány képviselte a két szélső értéket. Az 5 t/ha szemtermést meghaladó különbség a két frakció között még akkor is figyelemreméltó, ha nem nagyüzemi, csupán tenyészkerti kísérleti parcellák átlagáról van szó. A szemtermés adatokat megerősíti a frakciók gyorsabb vízleadóképessége, valamint nagyobb ezerszemtömegű termése. A vetőmag biológiai értéket jellemző Cold teszt és csírázóképeség alapján szintén megállapíthatjuk a lapos frakciók fölényét a kerek frakciókhoz viszonyítva. A csírázóképesség értékekben levő csekély különbséget (92% feletti eredmények) a Cold teszt vizsgálatok növelték meg és teszik jobban érzékelhetővé a vetőmag biológiai értékének differenciáit. A 12 nap alatt kifejlődött csírák hosszúsága alapján a legjobb NL, míg a legrosszabb a KG frakciójú vetőmag.

Az Mv 1355 DMSC hibrid esetében a frakciók közül a NL frakció termését emelhetjük ki, még ha a különbség nem is szignifikáns. A ezerszemtömeg adatok megerősítik a lapos frakciók, elsősorban a NL frakció fölényét, amely a leggyorsabb vízleadóképességel is párosult. A vetőmag csírázóképessége frakciónként gyakorlatilag azonos eredményeket mutat, habár kedvezőtlen környezeti feltételek között a gömbölyű frakciók kelése csekély mértékben elmarad a lapos frakcióhoz képest, a csírák hossza viszont jelentősen meghaladta azt (a különbség nem szignifikáns).

Az Mv 1444 SC hibrid szemterméseredményeit vizsgálva a NL frakció első és a nagy gömbölyű (NG) frakció utolsó helye emelhető ki. Meglepő viszont a KG frakció tendenciájában jobb szereplése, amely csekély mértékben bár, de megelőzte a kis lapos (KL) frakciót. A terméskülönbség itt is a nagyobb ezerszemtömeg értékekből adódik a NL frakció, javára, amely ismét a legjobb vízleadónak bizonyult(különbségek nem szignifkánsak). A vetőmag biológiai értékét vizsgálva a lapos frakciók adtak jobb eredményt, de a gömbölyű frakciók csírázóképessége is feltűnően jó, míg a Cold teszt és csírahosszúság adatok alapján megállapíthatjuk kedvezőtlen alkalmazkodóképességüket a hűvös tavaszi viszonyokhoz.

Az Mv 1454 TC hibrid esetében a NL frakció adta a legnagyobb termést, jelentősen (ha nem is szignifikánsan) megelőzve a többi frakciót. A KG frakció ismét felülmúlt (nem szignifikáns)a többek között a KL frakció termését is, ellentmondva az irodalmi adatoknak. Az eredmény azért is számottevő, mivel a a termés ezerszemtömege a legkisebb a frakciók közül, tehát a legtöbb termékenyült szemet ezen frakció növényei biztosították.

A vízleadóképességben is közvetlenül a NL frakciót követi a KG frakcióés megelőzi a KL,NG frakciókat. A vetőmag biológiai értékben viszont a lapos frakciók hidegtűrésüket, jobb alkalmazkodóképességüket bizonyítják szignifikánsan. Itt a KG frakció képviseli a legrosszabb hidegtűrésű és legkisebb csírahosszú, gyengébb vigorú növényeket.

Az Mv 1486 TC-nél a többi hibriddel ellentétben a KL frakció adta a legjobb terméseredményt ,amely szignifikánsan is felülmúlta a KG frakció szemtermését. Bizonyítja ezt a leggyorsabb vízleadóképesség és a NL frakciót meghaladó ezerszemtömegű szemtermés. A kis lapos frakció növényei hamarább érték el a betakarításra kedvező állapotot, termésfölényük ezzel is magyarázható. A vetőmag biológiai értékek is alátámasztják az előbbieket. A KL frakció hidegtűrése sokkal jobb a nagy lapos frakcióhoz

képest, habár az ép csírák hosszabbak, mint a kis lapos frakcióé. Az abnormális és rothadt vetőmagvak aránya (Cold teszt) meglepően magas a NL frakciónál, és ez a legfontosabb magyarázat a termőképességbeni lemaradásra is a KL frakcióhoz képest. Az Mv 1486 hibrid NL frakciójú csíranövényei kevésbé alkalmazkodnak a keléskori hűvös, csapadékos környezeti feltételekhez.

Az Mv 1484 SC hibrid eredményeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a frakcionálásnak nem volt pozitív hatása a termésre. A terméseredmények alapján a nagyobb méretű (lapos és gömbölyű) több szárazanyagtartalommal rendelkező vetőmagok enyhe (nem szignifikáns) fölényét állapítottuk meg a kis méretű (lapos és kerek) vetőmagok ellenében. A leggyorsabb vízleadó a KL frakció növényállománya, a többi frakció termésének szemnedvessége között nincs jelentős különbség. A KG frakció szemtermése eredményezte a legkisebb ezerszemtömegű magokat (SzD5%), míg a többi kezelés eredménye egyforma. Nagyon fontos a kelési időjárási viszonyokhoz való alkalmazkodóképesség. A nagyjából azonos és igen jó csírázóképességű frakciók csíranövényei egy gyors 10°C-os ill. az alatti hőmérsékletű egy két napos lehűlés hatására jelentősen veszítenek vigorosságukból (Cold teszt és csírahossz, NG frakció). A gyenge hidegtűrés magyarázata hogy a hibrid anyai szülőtörzse a rossz hidegtűrőképességű Mo-17 rokonsági körbe tartozik.

Az Mv 1488 TC hibrid, hasonlóan az Mv 1486 hibridhez, azok közé tartozik, ahol a KL frakció növényállománya adta a legnagyob (nem szignifikáns) szemterméseredményeket. A KG frakció mind termőképességben, mind vízleadóképességben az utolsó. Figyelemreméltó viszont, hogy a NL frakció szemtermésének ezerszemtömege szignifikánsan is felülmúlja a KL frakcióét, amely a legkisebb magokat eredményezte. A NL frakció vetőmagjának csírázóképessége és magbiológiai értéke a legjobb, míg a KG frakcióé a legrosszabb. Megállapítottuk még, hogy a nagyobb (NL és NG) frakciók hidegtűrőképessége és early vigora szignifikánsan is meghaladta a kisebb (KL és KG) frakciókéit.

Az 1996-ban új hibridként vizsgált Mara TC hibrid az Mv 444-hez hasonlóan az NL frakció legjobb biológiai értékét és szemterméseredményeit emelhetjük ki. Megjegyezzük, hogy a KL frakcióból vetett növényállomány magas szemnedvességtartalma miatt a KG frakcióval megegyezően gyengébb szemtermést eredményezett.

Az Mv 272 TC korai hibrid a martonvásári helyszinen, kevésbé volt kitéve szárazság és hőmérséklet stressznek, s ezáltal az optimális feltételek nem hozták ki a frakciók biológiai értékében meglévő különbségeket *(* 3.és 4. *táblázat*). A frakcionálás Keszthelyen a martonvásári eredményekhez képest gyengébb, de a frakciók közötti különbség tekintetében élesebb eltéréseket eredményezett(5.*táblázat)* . A lapos frakciók termései (NL,KL) 2,5 t/ha-ral előzték meg a legrosszabb (NG) frakciót. Fenti tények bizonyítják, hogy a frakcionálásnak nemcsak a genotípus, hanem az előállítás, a termesztés helye, körülményei, és a környezeti viszonyok szempontjából is nagy a jelentősége.

A 400-as fajtacsoport egyik legmarkánsabb képviselője a Maya SC hibrid lapos frakciói jelentősen felülmúlták a kerek frakciók terméseredményeit (a hibrid anyai genotípusa nagyobb arányban tartalmaz gömbölyű frakciót, mint az átlag). A vízleadás szempontjából az NL frakció enyhe fölénye emelhető ki A nagy gömbölyű frakció nemcsak magbiológiai értékben, de szemterméseredményekben is az utolsó (2,5 t/ha- al kisebb termést eredményezett).

A legkésőbbi (FAO 500) fajtacsoportot képviselő Mv 525 hibrid vetőmagfrakcionálása is a lapos frakciók fölényét bizonyítja, de a csávázatlan tételek esetében már csak a NL frakció emelhető ki a többi közül. A vetőmag biológiai értékek alátámasztják a terméseredményeket, míg a szemnedvesség-tartalom is gyorsabban csökkent a lapos frakciók (KL,NL) javára.

Magkezelés (csávázás) nélkül a frakcionálás hatása nem meggyőző, illetve egyetlen frakció sem emelhető ki konzekvensen – elentétben az előzőekben feltüntetett magkezelt tételekkel. Martonvásári helyszinen a legkisebb terméseket a vizsgált hibridekből kilenc esetben a gömbölyű és négy esetben pedig a lapos frakciók esetében tapasztaltuk. Szignifikáns különbséget kaptunk a Maya, valamint az Mv 1488 hibridnél az NL frakció javára (a KG frakció a leggyengébb volt). A keszthelyi eredmények hasonlóak voltak (13 hibrid közül a legkisebb morzsolt szemtömeget biztosító frakciók nyolc esetben a gömbölyű (négyszer KG, négyszer NG frakció), és öt esetben a lapos csoportból kerültek ki. A betakarítási szemnedvesség adatokban nincs nagy különbség, egyedül az Mv 525 hibrid emelhető ki, ahol a KL frakció növényeinek szemnedvessége több mint 5%-kal volt kisebb, mint a NG frakció növényeinek szemnedvessége.

A csávázatlan frakciók terméselemekre gyakorolt hatásának eredményeit , valamint a virágzás időket nem tüntettük fel.

A virágzási időket tanulmányozva – az 50%-os hímvirágzás, valamint az 50%-os nővirágzás adatai alapján - megállapítjuk, hogy a frakciók hím és nővirágzás ideje közötti különbség egy esetben sem volt olyan mértékű, hogy az gyengébb termékenyülést és ezáltal kisebb termést eredményezett volna. A terméskülönbségek tehát nem ezen okokra vezethetők vissza. A különbségeket a vetőmagfrakciók biológiai értéke és a belőlük fejlődött növényállomány a kísérlet helyétől függően váltotta ki.

A két kísérleti évben vizsgált azonos hibridek frakcionálással összefüggő eredményeit, helyezési sorszámukkal feltüntetve (1-4-ig) mutajuk be az 6. *táblázatban.* Az 1. szám csak a lapos frakciók mellett található, míg a többi érték már megoszlik a frakciók között. Tehát a különböző helyszínek és évjáratok is kiemelik és megerősítik a lapos frakciók általánosnak mondható fölényét, - nemcsak a vetőmag biológiai értékben, de a terméselemekben is - a gömbölyű frakciók ellenében.

4.2. Vetőmag hidegtolerancia

A vetőmag biológiai értékeit alapul véve (7. *táblázat)* a következőket állapítjuk meg: a csírázóképességet a fungicides magkezelések –habár nem szignifikánsan, de – javították. Ezáltal a csírázás kezdeti szakaszában a csíranövényeket ért külső fertőzések ellen fokozottabb védelmet biztosított a magkezelés. A stressztoleranciára gyakorolt hatás már jóval szembetűnőbb. A HMv Exp 03 törzs oly mértékű érzékenységet mutat, hogy itt a vetőmagkezeléseknek nem tulajdoníthatunk látványos javulást. A genotípus, habár jól kombinálódik, de vetőmagszaporítás szempontjából nagyon kockázatos. Az AMO 407 törzs szintén igen gyenge hidegtűrését, stresszérzékenységét viszont szignifikánsan javította a fludioxonilos magkezelés. Hasonlóak észrevételeink a Maxima nevű silóhibrid esetében, szintén a fludioxonilos magkezelést kiemelve. Az Mv 1444 SC hibrid stressztoleranciáját mindkét hatóanyag (fludioxonil, kaptán) szignifikánsan növelte, ezzel bizonyítva, hogy a stresszérzékeny szülői genotípus hatását a hibrid növényben is lehet javítani.

A kelési értékek alapján *(8. táblázat*) egyöntetűen megállapíthatjuk, hogy fungicides magkezelés nélkül ma már nem szabad sem hibridkukoricát vetni, sem törzsvetőmagszaporítást végezni, hiszen a kelés az egyik legfontosabb tényező, melynek alapján a szemtermés eredményekre is következtethetünk. Az első vetésidő kelési eredményei alapján az a következtetés vonható le, hogy kedvezőtlen környezeti körülmények között (8 – 10 °C-os talajhőmérséklet, oxigénhiányos, nedves közeg) a magot, ill.a csíranövényt ért külső gombafertőzések (*Fusarium, Aspergillus, Pythium*)jóval gyengébb kelést eredményeznek a kezeletlen kontrollban, mint a kukorica vetése szempontjából optimálisnak mondott 12-14 Celsius fokos, oxigénben gazdag, porózus talajba történő vetés (második vetésidő) esetén. Bizonyítja ezt a tényt az I. vetésidő valamennyi magkezelésének

szignifikáns fölénye a kezeletlen kukorica-vetőmagvakkal szemben. A fludioxonilos magkezelést emeljük ki, amit a Maxima silóhibrid korai vetésben tapasztalható legeredményesebb kelése bizonyít. A szignifikáns különbség nemcsak a kezeletlen, hanem a kaptánnal kezelt magkezeléshez képest is egyértelmű. Az Mv 1444, valamint az AMO 407 genotípus kelése a magkezelések hatóanyagától függetlenül, azonos mértékben javult, kivétel a HMv Exp 03 törzs, amelynél a kaptános magkezelés volt a legjobb.

A második vetésidő kelései már csupán két esetben adtak szignifikáns különbséget a magkezelések között. A fludioxonilos magkezelés az Mv 1444 SC hibrid szántóföldi kelését, míg a kaptán – az első vetésidőhöz hasonlóan – a HMv Exp 03 stresszérzékeny törzs csekély kelési értékeit javította. A javulás az utóbbi esetben azonban semmiképpen sem jelent a gyakorlat szempontjából elfogadható eredményeket.

Az 50%-os hímvirágzás, valamint az 50%-os nővirágzás adatait alapul véve a magkezelések között semmilyen eltérést nem tapasztaltunk, csupán az eltérő vetésidő eredményezett a vegetációs idő folytán felgyorsultabb virágzást az első vetésidejű, vontatottabban fejlődő állományhoz képest. Igy az adatok feltüntetését sem tartottuk indokoltnak.

A betakarításkori szemnedvességtartalom adatai alapján *(9. táblázat*) megállapitjuk, hogy a hibridek (Mv 1444, Maxima) első vetésidejű kísérletében a fludioxonilos magkezelés 2-4%-kal kisebb szemnedvességtartalmú kukoricaszemeket eredményezett. Az Mv 1444 SC hibrid esetében a különbség szignifikáns. A második vetésidejű kísérletnél a kiegyenlítettebb állomány már nem különböztethető meg ezen paraméter alapján.

A kísérletünk szempontjából döntőnek mondható szemtermések (10. *táblázat)* eredményei alapján véleményünk a következő : a kelési értékek jelentősen befolyásolják a szemterméseredményeket. Teljes összhangban van megállapításunkkal a Maxima hibrid első vetési idejű kísérlet értékelése. A fludioxonilos kezelés nemcsak a legjobb kelést, de a legnagyobb szemtermést (SzD 1%!) is jelentette.

A HMv Exp 03 genotípus esetében véleményünk azonos a kelési értékeknél megállapított ténnyel: a szignifikáns javulás mindkét magkezelés esetében kimutatható, de a gyakorlat szempontjából igen csekély értékek nem elfogadhatóak.

Az Mv 1444 SC hibrid kelési értékeihez hasonlóan a magkezelések szemtermései meghaladják a kezeletlen kontrollt, de a különbség csak a kaptános kezelésnél szignifikáns.

Kissé eltér a kép a második vetésidejű kísérlet szemterméseit alapul véve. Sokkal többet jelent a gyakorlati szakemberek számára, hogy kedvező környezeti viszonyok között is jelenthet szemterméskülönbséget a kukoricavetőmag kezelés. A fent említett tényt igazolja az Mv 1444 hibrid (a legkiemelkedőbb, 30,73 kg/parcella átlaggal), amelynek fludioxonilos magkezelése szignifikáns (SzD1%) termésnövekedést eredményezett. Magyarázható ez a tény a legkisebb szemnedvességtartalommal, valamint a legkomplettebb tőállománnyal is (8.és 9. *táblázat).* A fludioxonilos magkezelés parcellaterméseinek hektárra átszámított értéke 13 tonna, míg a kaptános kezelésé és a kontrollé 9,5; illetve 10 t/ha.

Az AMO 407 törzs fludioxonilos magkezelésének szemtermése több mint 110%-kal múlta felül a kaptános és csávázatlan kezeléseket (SzD5%). Tehát az első vetésidő eredményeihez hasonlóan a fludioxonilos magkezelés megbízható szemtermés növekedést okozott.

A HMv Exp 03 törzs gyenge eredményeket mutatott, kiemelve a kaptán valamivel kedvezőbb hatását a genotípusra. Véleményünk szerint azonban ez a genotípus nem tekinthető perspektivikusnak.

Az egyedi szemtermés-produkció (11. *táblázat)* a kelési értékek (8. *táblázat*)alapján előre megjósolható képet mutat az első vetésidő eredményeit alapul véve. A hideg kedvezőtlen környezeti feltételek közé került mag rosszabb kelési értékeket, és ebből következően kevesebb tőszámot jelent. A ritkább tőállomány nagyobb tenyészterülete pedig kézenfekvő a nagyobb egyedi szemtermésprodukciót illetően. A kezeletlen magokból származó

növények egyedenkénti szemtermése, a gyenge kelés következtében ,az összes genotípusnál a legnagyobb (220 g/növény).

A második vetésidő optimális környezeti feltételei miatt a kelési %-ok közötti különbségek viszont sokkal kisebbek. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a stresszérzékeny genotípusok (AMO 407, HMv Exp 03) növényegyedenkénti szemtermésprodukciója csávázással is növelhető. Az a tény, hogy a fludioxonilos magkezelés, az AMO 407 törzs egyedi szemtermését több mint 30%-kal, a HMv Exp 03 törzsét pedig nem szignifikánsan 25%-kal növelte a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, arra hívja fel a figyelmet, hogy a termésbiztonság szempontjából is érdemes a csávázást elvégezni.

4.3. Inszekticides és fungicides vetőmag kezelések

4.3.1. Laboratóriumi kísérlet

A csávázott és kezeletlen vetőmagtételek csírázási és vigorossági mutatói alapján (13. *táblázat)* a következő konklúziót vonhatjuk le : a fludioxonilos magkezelés, mind a csírázóképességet, mind a keléskori hidegtűrést javítja. A legjelentősebb és szignifikáns hatásokat az Maraton, Márta, Mv 473, Mv 444 hibridek esetében tapasztaltuk.

Az imidaklopridos vetőmagkezelés néhány esetben, valamint a fungicid + inszekticid magkezelés, elsősorban a fludioxonilos csávázás, és fungicid hatás következtében javította a vetőmag biológiai értékét. Kivételt jelent a Róna hibrid, amelynek csírázóképességét, vigorosságát, csökkentette (SzD 5%) az imidaklopridos vetőmagkezelés.

4.3.2.Szántóföldi kísérlet

A szántóföldi kisparcellás kísérletek eredményei szerint a 200-as FAO csoportba tartozó Mv 272 hibrid esetében az inszekticides vetőmagkezelés statisztikailag is igazolhatóan biztonságosabb kelést, és komplett növényállományt eredményezett a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, ezáltal a kezelés hatása a legnagyobb (habár nem szignifikáns) szemtermésben is megmutatkozott(12.*táblázat*). Az éréscsoport másik korai hibride, az Mv 273 már nem adott ilyen egyértelmű választ feltételezéseinkre. A komplett vetőmagkezelés (G+M) előnyei csak minimális javulást jelentettek a tőszám, a csősúly és szemterméselemek szempontjából.

A középkorai csoportot (FAO 300) képviselő Róna SC hibrid inszekticides és kombinált vetőmagkezelése szignifikánsan jobb kelést biztosított a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. Ez a különbség azonban nem jelentkezett a parcellánkénti szemtermésekben.

A középkései hibridek - mint az országban leggyakrabban termesztett FAO 400-as csoport tagjai – képviselték az inszekticides vetőmagkezeléses kísérletünk jelentősebb részét.

Mv Major, Maraton, Mv 434 hibridek hasonlóan reagáltak a fludioxonilos, és imidaklopridos vetőmagkezelésekre. Az imidaklopridos és a kombinált kezelések jobb kelést, valamint a vegetáció végén is komplett növényállományt eredményeztek a kezeletlen kontrollhoz képest (Major és Maraton hibridek esetében szignifikáns az eltérés). A terméseredmények – a jobb kelés, valamint betakarításkor felvételezett tőállomány következtében – igazolták az imidakloprid és a kombinált vetőmagkezelések jelentőségét a hibridkukorica vetőmagtermesztésben (13 . *táblázat, 1. ábra).* A Maraton SC hibrid fludioxonilos kezelése habár a kontrollt meghaladó kelési %-ot jelentett, de e kezdeti előnyét a vegetációs időszak károsító tényezői (kártevők, időjárási elemek) következtében elvesztette, és ezáltal a növények szemtermésprodukciója a vártnál kevesebb lett. Mivel a hibrid érzékeny a környezeti tényezőkkel szemben, ezért itt különösen fontos az

imidaklopridos vetőmagkezelés, amely a tenyészidőszak végéig komplettebb növényállományt biztosíthat.

Mv 483 és Mv 444 kukoricahibridek egy olyan csoportot képviselnek, ahol a szemtermést csak fludioxonilos magkezelés befolyásolja, a kombinált vetőmagkezelések pedig nem. Ennek feltehetően az az oka, hogy a vizsgált hibridek rezisztensebbek a külső károsító tényezőkkel szemben. Habár a legnagyobb kelési értékeket, és tőállományt a komplex vetőmagkezelések biztosították, a szemterméseredmények alapján realizált fölény statisztikailag csak az Mv 483 hibrid szemterméseinél igazolható.

A Márta nevű középkései hibrid esetében a kombinált vetőmagkezelések biológiai érték javulást, a kontrollnál statisztikailag igazoltan is jobb kelést, tőállományt, és szemtermést eredményeztek. A hibrid fajtaszortimentum maximális szemterméső hibridje, amely tény méginkább magyarázatul szolgál a fungicides, inszekticides vetőmagkezelés eredményességére (13. *táblázat).* A 12,56 t/ha szemterméseredmény, még a Maraton és Major hibridek termőképességét is meghaladta, ami ezen kombinált vetőmagkezelés hatásosságát igazolja.

Az Mv 473 hibrid az inszekticides kezelés legjobb terméseredményét hangsúlyozza, habár a kombinált kezelés minimálisan elmarad a fludioxonillal és imidaklopriddal külön-külön kezelt tételek szemterméséhez képest (1. *ábra).*

Azon előzetes feltételezést (Bosák 1999), miszerint az inszekticides vetőmagkezelés meghosszabbítja a kukoricahibridek virágzásidejét, tenyészidejét, és megnöveli a betakarításkor mért szemnedvességtartalmat, kísérletünk adatai alapján határozottan cáfoljuk. Az 50%-os hím, valamint az 50%-os nővirágzás adatok alapján a vetőmagkezelések között csupán minimális (0,25-0,5 nap) eltérést tapasztaltunk, amely tény nem befolyásolhatja a hibridkukorica termékenyülését. (Igy az adatok feltüntetését sem tartottunk indokoltnak). Az imidaklopridos
vetőmagkezelés csupán egy esetben, az Mv Major hibrid nővirágzásában jelentett 1,5 napos késést a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, ami szignifikánsan magasabb betakarításkori szemnedvességet eredményezett (12. *táblázat).*

A fungicides vetőmagkezelés (fludioxonil) két esetben (Mv 272, Mv 483), míg a kombinált vetőmagkezelés egy hibridnél (Mv 444) jelentett statisztikailag is igazoltan magasabb betakarításkori szemnedvességtartalmat a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva.
A csaknem azonos szemnedvességadatok, valószínűleg a csapadékban bővelkedő 1999. évi vegatációs időszak – ezen belül is a nyár végi, ősz eleji esőzések – következményei.

4.4. Szárazság és hőstressz hatása a hím és nővirágzásra

4.4.1. Hőstressz hatása a vegetációs időszak fenofázisaira

A fitotroni klímakamrában beállított kísérlet eredményeit jól szemlélteti az 14. *táblázat.* A fitotroni és a szántóföldi kísérletek összehasonlításakor figyelembe kell venni, hogy a szántóföldön az április végi, május eleji hőmérsékleti és páratartalmi viszonyok a klímakamrában beállítottakkal nem biztos, hogy megegyeznek – egy kései vetés esetén azonban elképzelhetőek. Kései vetés esetén ugyanis a mag számára kevésbé optimális nedvességi és hőviszonyokkal találkozhat, amely körülmények jelentősen befolyásolják mind a hím-, mind a nővirágzást.

Megállapithatjuk, hogy a napi tizennégy órán át tartó 30°C-os hőmérséklet hatására a növények virágzásideje jelentősen megrövidül. A genotípusok közül a rövidebb tenyészidejű Mo 17/Mv törzs 50%-os hímvirágzása 10 nappal, 50%-os nővirágzása 6 nappal rövidül le, míg a hosszabb tenyészidejű törzs (HMv 5502) esetében ezen értékek figyelemreméltóbbak :

13 nap, illetve 10 nap. Ez összhangban van I'só és Szalayné (1969) szántóföldi vetésidő-kísérletének eredményeivel, amelyben megállapították, hogy a hibridek későbbi vetéseiben – nyilvánvalóan az így előidézett hő - és a szárazságstressz hatására – a tenyészidőszak első fele (vegetatív szakasza) aránytalanul megrövidül, a virágzás jóval hamarabb is bekövetkezhet, mint optimális vetésidő esetén.

4.4.2. A szárazságtűrés megállapítása vízvisszatartás alapján

Hatnapos szárazságstresszt szimuláló vízvisszatartásos kísérletünkben a csőlevél és a bibe vízpotenciálját mérve a következő megállapításokat tesszük (2-5. ábra) :

1. A csőlevél vízpotenciálja drasztikusabban csökken a szárazságstressz hatására, mint a nővirágzaté.
   A Mo 17/Mv törzs szárazságstresszelt növényeinek csőlevél-vízpotenciálja a normál (nedves, öntözött) növények adatainak a 3,5- szerese. Természetesen negatív vízpotenciált értve ezalatt, a jelentősebb belső turgorcsökkenést hangsúlyozzuk ezzel a ténnyel. A HMv 5502 törzs szárazságstresszelt növényeinek csőlevél vízpotenciálja a normál növényekét 2,5-szeres értékkel múlja felül (negatív értékek). Tehát egyhetes forró légköri aszály már 2,5 – 3,5- szeres belső turgorcsökkenést idéz elő e kukoricatörzsek csőleveleiben (4-*5 ábra*).
   A nővirágzatok fogékonysága a csőlevelek védelmének köszönhetően – valamivel toleránsabb a szárazságra, illetve a magas hőmérsékletre (2-*3 ábra*).
   A Mo 17/Mv törzs szárazságstessznek kitett növényein a bibe-vízpotenciál 1,7- szer kisebb a kontroll növényekéhez képest, míg a HMv 5502 törzs még toleránsabb, csupán 1,3-szer kisebb vízpotenciállal reagál a hatnapos szárazságra.
2. A szárazságstressz hatása jelentősebbnek tűnik, mint a magas hőmérsékleté. Kísérletünkben ugyanis a csúcsot jelentő 30 °C-os maximum jóval alatta marad a „hőségnapok"-on regisztrált 35-40 °C-os értékeknek, amely hőmérsékletet árnyékban regisztrálják. A növények viszont helyhez kötöttségük révén nem tudnak árnyékba menekülni, ezáltal jóval magasabb hőstressznek vannak kitéve virágzás idején. Tehát a kísérletünkben kapott adatok egyértelműen az aszálynak (szárazság szimulációja) tudhatók be, kihangsúlyozva ezzel a szárazság jelentőségét. Az optimálist meghaladó hőmérsékletet (hőstressz) tehát a növények vízfelvétellel még ellensúlyozni tudják, de az aszály (vízvisszatartás) már alacsonyabb, illetve optimális hőmérsékleten is helyrehozhatatlan folyamatokat idézhet elő a virágzásban.
3. A genotípusok válaszreakciója – mint sok más kísérletben – természetesen itt is eltérő. Jelentős különbség állapítható meg a két – egyaránt kései hibrid szülőpartnereként szereplő – beltenyésztett törzs között. A HMv 5502 törzs azonban jobban tolerálja a szárazságstresszt , mint a Mo 17/Mv. E tulajdonságát az utódnemzedékekben (hibridek) is valószínűleg örökíti, és ez további kutatások célja lehet. A vízvisszatartás napjainak növekedésével csökkenő csőlevél- és bibe-vízpotenciál értékek grafikonos ábrázolása az 2-5. *ábrán* látható. A Mo 17/Mv vonal esetében a harmadik napon zuhan meredekebben a görbe, míg a HMv 5502 törzs bibe-vízpotenciáljának csökkenése egyenletesebbnek mondható. A csőlevél vízpotenciál-adatainak esetében a hatodik napi minimum értékek még az előzőeknél is kisebbek. A görbék lefutása hasonló, kivéve talán a Mo 17/Mv első napi meredekebb esését , vagyis érzékenyebb válaszreakcióját.

A csőlevél (*x* változó) és a bibe (*y* változó) vízpotenciál-értékei közötti korrelációt vizsgálva az alábbiakat állapítottuk meg: mind a nedves, mind a szárazságstresszelt növények adatait alapul véve a korreláció igen csekély vagy jelentéktelen.

4.4.3. Szárazságstressz hatása a hímvirágzat pollenszemtermelőképességére

A vízvisszatartásnak a pollenképződésre és pollenszemtermelésre gyakorolt hatását szemlélteti a 15 . *táblázat.* Megállapítható, hogy 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 (BERZY *és mtsai. 1994),* hanem az aszály is csökkenti az egy növény által termelt pollenszemmennyiséget. A genotípusok többségében a pollenmennyiség egyharmadára való csökkenése jelentős terméskiesésekhez vezethet. Ez különösen fontos a tömegkeresztezések apasorainál (BERZY *1994).*

4.4.4. Vizvisszatartás hatása a klorofill-indukciós paraméterekre

Szárazságstressz hatására számos klorofill fluoreszcencia-indukciós paraméterben is változás történt (16. *táblázat).* A változás mértéke általában nagyobb volt a Mo 17/Mv vonalban, mint a HMv 5502-ben. Jellemző a PS II (a fotoszintézis kettes fotokémiai rendszere)maximális hatékonyságát kifejező F_v/F_m paraméter kismértékű csökkenése, amely egyrészt a kezdeti fluoreszcencia (F_0), emelkedéséből, másrészt a maximális fluoreszcencia (F_m) csökkenéséből ered. Feltehető, hogy az F_v/F_m csökkenésében a szárazságstresz hatására felerősödő fénygátlás is szerepet játszik (HAVAUX *1992).* Meg kell jegyezni, hogy hasonló változás figyelhető meg a fiatal kukoricanövény hidegstressze során is (JANDA *et al. 1994),* de abban az esetben hőmérséklettől és megvilágítástól függően már néhány óra után már hasonló mértékű változás következik be, mint a több hét utáni szárazságstressz hatására.

A legnagyobb eltérés az öntözött és öntözetlen növények között a PS II kvantumhatékonyságát mutató $(F'_mF_s)/F_m$ paraméterben mutatkozott. A fotokémiai kioltás (q_p) szárazságstressz hatására csak kismértékben változott, a többi paraméterrel ellentétben a nem fotokémiai kioltás értéke (q_N) megnövekedett az öntözetlen növényekben. Tekintettel arra, hogy ez a növekedés a szárazságra kevésbé érzékeny HMv 5502 vonalban is jelentős mértékű volt, feltételezzük, hogy valamilyen szabályozó mechanizmushoz kötődik.

Megállapítjuk, hogy a beltenyésztett törzsek sokkal érzékenyebben reagálnak egy virágzáskori szárazságstresszre, mint a hibridek (WESTGATE *és* BOYER *1986).* Külön kiemeljük a Mo 17/Mv vonal nővirágzásának érzékenységét. Ezen genotípust keresztezési kombinációkban a vonal szuperszenzitivitása miatt anyaként egyáltalán nem javasoljuk. Apaként való hasznosítása indokoltabb lehet.

4.5. Mechanikai károsodás levélzeten

4.5.1. Fitotroni kísérlet

A fitotronban 1990-ben végzett levélfelület csökkentési, levéltelenítési stresszkísérlet adatait a 17. *táblázat* tartalmazza. Nincs meggyőző különbség a szimmetrikusan, asszimmetrikusan, illetve a levelek rövidítése által csökkentett levélfelületű kezelések között. Feltűnő viszont, hogy a hosszában végighasogatott levelű növények milyen gyengén fejlődtek. A csökkenés az anyagtranszport akadályoztatása miatti szárazanyagprodukció limitálódásra vezethető vissza. Vagyis az erősen sérült növények jelentős mennyiségű asszimilátát fordítanak a keletkezett sebek regenerálására, és számottevő zavar keletkezik a sérült levelek asszimilációjában.

Az 1991-ben végzett fitotroni kísérletek eredményeit a 18. *táblázat* szemlélteti. A sérülések szerepét illetően megállapíthatjuk: a sérülések gátolhatják a szállítószövetek

működését, és igy jelentős veszteségek forrásaivá válhatnak. Jól kimutathatóvá váltak az egyes kezelések közötti különbségek, mindkét féle sérülés akadályozta a növények fejlődését, de a csökkenés mértéke meg sem közelítette a szignifikancia határát. Kivételt képez a 100%-os levélpusztulás, ami ilyen rövid idő alatt behozhatatlan veszteséget jelent, de szántóföldi viszonyok között a növény a teljes vegetáció során tolerálhatja e károsító hatást.

4.5.2. Szántóföldi kisérlet

4.5.2.1. Levélfelületcsökkentés hatása a kukorica növekedésére, fejlődésére

A szántóföldi kísérletben 1990-ben a különböző fenofázisokban végzett 25-75%-os levélfelület csökkentés nem okozott szignifikáns növénymagasság csökkenést. A 100 %-os levéleltávolítás azonban megbízhatóan csökkentette a növénymagasságot (19. *táblázat,7. ábra).*

Megállapíthatjuk, hogy a különböző levélsérülések növénymagasságra gyakorolt hatása nem konzekvens,a sérülés (kezelés) időpontja viszont meghatározó jellegű. A címerhányás fenofázisában, illetve az azt követő szakaszban (a tenyészidőszak 54-70 napjaiban) a legérzékenyebb a kukoricanövény a mechanikai sérülésekre, levélfelületet roncsoló sebző hatásokra.

A nővirágzás menetében bekövetkezett változásokat az 6. *ábra* szemlélteti. A négy leveles fenofázisban végzett levéltelenítés 2 nappal késleltette a virágzást, de növény gyorsabb fejlődése révén, gyakorlatilag behozta a lemaradást. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy ezen sérülések a gyökérváltás időszakában történtek, tehát a növények ellenállóképessége még nagyobb, hiszen a teljesen visszavágott növények is regenerálódtak (teljes visszavágásos kezelés).

A nyolc leveles fenofázisban végzett levéltelenítés hatása már erőteljes bibevirágzás késést jelentett, míg a címerhányás kezdetén levéltelenített növények nővirágzása kezdetben a kontrolhoz volt hasonló, de később jelentkezett a levélfelületcsökkenés, megsemmisülés hatása , és a bibemegjelenés erősen lemaradt a kontrollhoz képest.

1991-ben azon 50%-os kezelések esetében, amikor a felső leveleket távolítottuk el (20. *táblázat),* illetve címerhányáskor minden levelet a felére rövidítettünk, akkor a növénymagasság – mintegy 9-10%-kal szignifikánsan csökkent. Az előbbi jelenség a felső levelek eltérő nagyobb asszimilációs aktivitására, míg az utóbbi a levélvégek hasonló szerepére, és a sérülés okozta depresszióra enged következtetni.

Külön vizsgáltuk a cső melletti levél szerepét. Az előzetes várakozással ellentétben nem volt szignifikáns különbség a kétféle 50%-os kezelés között, azaz nem bizonyosodott be a cső melletti levél kiemelkedő szerepe, sőt az tűnt ki, hogy a felső levelek szerepe lényegesebb. A címerhányás előtt felülről lefelé haladva végzett 50%-os levélfelület csökkentés eredménye: a növények fejlődésükben lemaradtak a kontrollhoz viszonyítva. Az eredményekből azt a következtetést vontuk le, hogy a cső melletti levél szerepe nem azonos különböző fenofázisokban.

1992-ben kísérletünkben szignifikáns magasságcsökkenést csak a négy és a nyolcleveles állapotban a föld színéig visszavágott növényeknél tapasztaltunk (21. *táblázat, 8.ábra)* 6, illetve 13%-kal lettek alacsonyabbak a növények. A táblázat utolsó két oszlopa a megdőlés szempontjából igen fontos szárvastagságot mutatja. Minden kezelés csökkentette a szár átmérőjét 4-8%-kal, s minél korábbi volt a sérülés, annál erőteljesebben csökkent a szárátmérő, a legdrasztikusabb stressztényezőnek az ún. visszavágásos kezelés bizonyult.

A levélsérülések növényfejlődésre gyakorolt hatása tehát nagymértékban függ a károsítás időpontjától, vagyis hogy milyen fejlődési fenofázisban éri mechanikai sérülés, levélfelület veszteség a növényállományt. Legérzékenyebb időszak a címerhányás és az azt közvetlenül

követő fenofázis természetesen genotípusonként és évjáratonként változhat a károsodás mértéke.

4.5.2.2 Levélfelületcsökkentés hatása a kukorica szemtermésének képzésére, szárszilárdságának alakulására

A szántóföldi levélfelület csökkentési kísérlet kukorica csőfejlődésére és termékenyülésre gyakorolt hatását szemlélteti a 22. *táblázat.* A 25%-os levélfelület-csökenés enyhe csőhossz és csőkörméret redukciót okozhat, de a szemtermést nem befolyásolja. Az 50%-os levélfelület-csökkentés már megbízhatóan gátolta a csőfejlődést és a csövenkénti szemképződést. Ez a hatás konzekvensen fokozódott a 75 és 100%-os levélfelület csökkentő kezelésekben. Megállapítottuk, hogy a csőfejlődést elsősorban a címerhányás kezdetétől jelentkező legalább 50%-os levélfelület-csökkenés befolyásolja erősen.

A kísérletek termésadatait alapul véve a következőket állapítottuk meg : a négy -és nyolcleveles fenofázisban végzett eltérő mértékű levélfelület -csökkenés nem befolyásolja a termésmennyiséget, aza azonban feltűnő, hogy az ezerszemtömeg, ha nem is szignifikánsan, de konzekvensen meghaladja a kontrollt. A legradikálisabb terméscsökkentő hatása a címerhányás kezdetén és a csőképződés közben végzett lombfelület-csökkentésnek volt.

Minimum 50%-os levélfelület-csökkenés okoz 10%-ot meghaladó (szignifikáns P=5%-os szinten) terméskiesést. A címerhányás elején bekövetkező teljes levélfelület-veszteség gyakorlatilag teljes terméskieséshez vezetett.

A 23. *táblázat* a különböző időpontokban végzett eltérő mértékű levéltelenítés hatását szemlélteti a szár tömegére vonatkozóan. Az utolsó kezelés kivételével mindegyik kezelés szignifikánsan csökkentette a szár tömegét. Az irodalmi adatokhoz hasonló következtetést vonhatunk le, miszerint a lombkárosodás után a szemtermés kivonja a szárból a tápanyagokat, ami a szár szárazanyagtartalom csökkenésében, és a szöveti struktúra változásában nyilvánul meg. Ez a túlérett kukoricánál fokozott mértékű megdőlést és a kombájnolási veszteségek növekedését idézheti elő.

Az 1992. évi kezelések eredményeit a 24. *táblázat* tartalmazza . 8 leveles fenofázisban a teljes visszavágásos kezelés a csövek hosszát 20%-kal, körméretét 13%-kal csökkentette. A kezelési időpontokat összehasonlítva, ezúttal is a címerhányáskor végzett levélfelület csökkentés hatása tűnt a legjelentősebbnek. Ezek az adatok igazolják, hogy a legkritikusabb időszaknak a címerhányás tekinthető, ebben a fenofázisban ért levélfelület károsítás veti vissza legjobban a növény fejlődését.

Az ezerszemtömeg adatokat tanulmányozva a legfontosabb, hogy csak a címerhányás után végzett 75-100%-os kezelések lassíthatják a szemtelítődést. Címerhányáskor, illetve az azt megelőzően bekövetkező stresszhatásokra a növény még reagálhat egy mérsékeltebb kötődéssel, tehát szemszám csökkenéssel. A kötődés utáni stresszhatások azonban már az ezerszemtömeg csökkenést okoznak. A 24.*táblázat*-ból az is látható, hogy a legkisebb termések érthetően relatíve magas ezerszemtömeggel párosultak. A termékenyülési adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a címerhányás előtti 50%-os levélfelület csökkentés 8-10 %-kal, a 75%-os kezelés 20 %-kal, míg a címerhányáskor 25%-kal, közvetlenül utána (július 15.) 33 %-kal, megbízhatóan csökkentette a termést.

Még érdekesebb a teljes visszavágásos kezelés eredménye : a négyleveles fenofázisban a föld színéig visszavágott növények termése gyengébb években rekordnak is tekinthető. Nyolcleveles fenofázisban ugyanez a károsítás már felére csökkentette a termést, de ez azt jelentette, hogy június elején csak a gyökere és a tenyészőkúpja maradt meg a növényeknek és ebből nevelték ki szeptember végére a 4,8 t/ha-os termést. Magyarázat : a kezelés nagyobb gyökérfejlődésre indukálta a növényeket, és ezáltal jobb lett az aszálytűrésük is.

A három év (1990-92) együttes terméseredményeit - akét legerősebb hatást kiváltó fenofázis esetében, vagyis a címerhányáskor, és címerhányást követően – a 9. *ábra* tartalmazza.

A 25%-os levélfelület csökkenés még a legérzékenyebb időszakokban sem csökkentette a kukorica termésmennyiségét, vagyis ilyen, vagy ennél kisebb mértékű levélfelület pusztulásról, károsodásról kijelenthetjük, hogy a 25%-os levél funkcióképtelenséget okozó stressz kimutatható terméscsökkenést nem okoz. A kísérleti évek átlagában az 50%-os levélfelület-veszteség egy-, míg a 75%-os kezelés két tonnával csökkentette a termést a kontroll 9-10 tonnájával szemben.

100 %-os levélfelület pusztulás önmagában nehezen képzelhető el, ebben az esetben már a közvetlen kár is eléri a 90 %-ot, tehát nem marad cső, illetve csőkezdemény a növényen, így inkább elméleti jelentősége van annak, hogy a teljesen lekopaszodott növény a szár és csuhélevelek asszimilációjára támaszkodva, és a beépült tartalék- tápanyagait felhasználva képes 1 tonna/ha termést is hozni.

A teljesen levéltelen kukorica esélyei annál jobbak, minél később éri a károsító hatás. Már a címerhányás után levéltelenített növény is többet (4-5 t/ha) termett, mint az azt megelőzően károsodott – címerhányáskori – egyedek.

4.6. Mechanikai károsodás a kukorica virágzatán

1987-ben a különböző kezelések folytán keletkező címerkárok 5-80%-os terméskiesést okoztak. A 25. *táblázatban* a terméselemeket, csőparamétereket tüntettük fel. A cső hossza a teljesen címertelen területeken (100%-os kezelés) szignifikánsan csökkent , míg a többi kezelés nem mutatott szignifikáns hatást. Ugyanezen megállapítások érvényesek a csőkörméretre is. Tehát a vizsgált néhány csőparaméter esetében, amelyek a hibridek összehasonlításánál, illetve az agrotechnikai, ökológiai kísérletekben általában igen jellemző különbséget mutat, nem volt számottevő eltérést a kontrolltól. Ezzel szemben az ezerszemtömeg minden kezelésben növekedett, ami érthető, mivel a hiányosabban termékenyült csöveken a szemeknek elegendő hely állt rendelkezésre a növekedéshez. Az oldalsó címerágak és a címer főág eltávolítása kezelések esetében 12-12%-kal, míg a teljes címertelenítésnél 22,6 %-kal (P= 5%-os szinten) haladta meg az ezerszemtömeg a kontrollt.

A mag tömegének növekedése ugyan nagy mértékben kompenzálta a kisebb szemszámból eredő termésveszteséget tömegre, de a vetőmag biológiai értéke szempontjából „csökkent” a termésünk. Közismert (fenti kísérleteink eredményeiből adódóan is), hogy a gömbölyű frakciók csirázási értéke, vigorossága alatta maradhat a lapos frakciókénak. Ilyen megfontolásból mondhatjuk, hogy vetőmag előállítás esetén a mennyiségi mellett, minőségi veszteséget okoznak a kiegyenlítetlen méretű, vagy gömbölyű szemek (mint vetőmag). A 25. táblázat termésadatait elemezve először a kontroll parcellák jó termése tűnik fel, amit a double cross hibrid- előállítás magyaráz meg (az anyai szülő is hibrid).

A teljes címertelenítés mellett keletkező 1,1 t/ha-os termés akkor is meglepő , ha ebbe a 22%-os ezerszemtömeg növekedést is betudjuk (az adat nem kísérleti hiba, lévén a kezelés az anyanövények bibevirágzása kezdetén történt). A drasztikusabbnak vélt címer mellékág eltávolítás alig több, mint 8%-kal, míg a címer főág eltávolítás 22 %-kal csökkentette a termést. Mindkét kezelés lényegében a virágzási idő lerövidülését eredményezte, a főág eltávolítása oly módon, hogy késleltette, a mellékágak eltávolítása pedig a pollenszóródás végét hozta előbbre. Az ,hogy melyiknek lesz súlyosabb hatása , feltehetően évjáratonként változik attól függően, hogy hogyan alakul, a virágzás szinkronizáció (proterandria).

1987-ben az anyasorokban a nővirágzás jóval megelőzte az apasorok címerhányását, és így az elsőnek pollent hullajtó címerfőág jelentősége megnőtt. Az időjárási tényező tehát jelentősen befolyásolja, hogy mely címerrészekből szóródó pollenszemeknek van nagyobb

jelentősége, illetve esélye a megporzásban és termékenyülésben. A címerágak megtörése alig csökkentette az antézis mértékét, vagyis a címer funkcióképességét. Ezt jelzi a csupán négy százalékos terméskiesés. Ez utóbbi három kezelésnél is figyelembe kell venni azonban az ezerszemtömeg növekedéséből fakadó előnytelen kompenzációt és vetőmag biológiai értékének – igaz nem túl jelentős – leromlását.

1988-ban a szárazság stresszhatása nagymértékben befolyásolta a címertöréses stresszkísérletet. A szárazság hatása egyrészt azon mérhető le, hogy a teljes címereltávolítás parcelláin egyáltalán nem, míg a címerágak megtörése kezelés esetében is csak minimális termékenyülés volt. Az évjárat kedvezőtlen hatását mutatja az a tény is, hogy a kontroll parcellákon termett csövek is jóval rövidebbek és vékonyabbak voltak az előző évinél (26. *táblázat).* Megközelítőleg 30%-os volt a leromlás 1987-hez viszonyítva. 1988-ban a címerfőág eltávolítása 25%-kal csökkentette a már úgyis elég kisméretű csövek hosszát. A címer mellékágak eltávolítása alig gyakorolt hatást a cső méreteire, a főág eltávolítása kismértékben a csőkörméretet is csökkentette. Az ezerszemtömeg nem a kezelt parcellák jobb, hanem a kontroll parcellák igen gyenge termékenyülésére vezethető vissza.

A címer főág eltávolítása okozta ismét a legnagyobb termésveszteséget, ami a virágzás szinkronizálására gyakorolt hatásra vezethető vissza, illetve a fokozódó szárazságra, amely a virágzásidő második felére csökkentette a megtermékenyülés esélyeit. A mellékágak eltávolítása is jelentős termékenyülés csökkenést eredményezett, míg a címerág megtörés és a teljes címereltávolítás az erős szárazsággal párosulva gyakorlatilag kiértékelhetetlen, illetve minimális termést adott (az eredmények nem szignifikánsak). Alátámasztja viszont korábbi feltételezésünket, miszerint a címert ért mechanikai sérülés és a hősokk együttes hatása a legveszélyesebb!

1989-ben a virágzás idején kedvező volt az időjárás (csapadék, hőmérséklet együttesen) és igy megfelelő szemkötődés, aminek következtében nagyon jó termést takarítottunk be a kontroll parcellákról(5320 g).

A „legenyhébb” kezelésnek számító címerágak megtörése kezelés hatására nem csökkent szignifikánsan a csövek mérete (10. *ábra).* A közepesen erősnek számító címerfőág eltávolítás, illetve a mellékágak eltávolítása a cső körméretét 12-15%-kal, a cső hosszúságát 23-25 %-kal csökkentette szignifikánsan (1. és 2. *kép).* A legerősebb kezelés, a teljes címertelenítés esetén a csövek mérete is 40%-kal redukálódott (3. *kép).* A 4. *képen* jól összehasonlítható a különböző kezelések hatása a szemszámra, a szem méretére és formájának alakulására. A legfontosabb adatokat a 27. *táblázat* tartalmazza. Megállapítható, hogy a címerágak megtörése nem csökkentette a kedvező évjáratban a termékenyülést, vagyis a megtört címerágak ép alsó, illetve a megtörés feletti részéből kiszóródó pollenszemek bőségesen elegendőek voltak a teljes termékenyülés biztosítására. A címerfőág, illetve a mellékágak eltávolítása egyformán is igen drasztikus mértékben csökkentették a termést (65-66%-kal), ami azt jelenti, hogy 1989-ben a teljes virágzásidőre szükség volt a címerfőág, és mellékágak eltávolítása között, mivel a címerágak mechanikai sérülése jelentős pollenszem-termelőképesség csökkenést okozott. A 100 %-os cimertelenítés kezelés esetében a megfelelő izolációs távolság ellenére minden csövön kötődött néhány szem és a kontroll 11%-át elérő termést realizálhattunk.

A 28. *táblázatban* a három év 1987-89) kísérleteinek legfontosabb termésadatait foglaljuk össze. A vetőmagtermesztés szempontjából kiváló évjáratnak számító 1987-ben még a címersérülések terméscsökkentő hatása is mérsékelt. A jó évnek számító 1989-ben a címersérülése radikálisan csökkentették a termést, vagyis a funkcióképes hímvirágzat szerepe az egész virágzásidőben elengedhetetlen volt. A gyengének mondható 1988-ban pedig a címersérülés nagyon súlyos károkat okozott.

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

Az A 665 beltenyésztett törzs esetében a csírázási adatok alapján enyhe csökkenés álapitható meg a levéltelenítés hatására, minthogy azonban 90% feletti eredményekről van szó, az eltéréseknek nincs nagy jelentősége. Csupán a négy levél eltávolításával címerezett és 55 C°-on szárított kezelés esetében volt szembetűnő a csökkenés (az eredmények nem szignifikánsak, 29.*táblázat*). A CM 174 törzsnél a kezelések nagyon gyenge, vagy alig észlelhető reakciót váltottak ki. Ugyanezen megállapítások érvényesek az MA 75A 211 genotípusra is. A HMv 217 törzs kettő és négy levéllel cimerezett növényei esetében a magtételek csírázóképessége 20-30 %-kal is csökkent, amely tényt még súlyosbította a legmagasabb szárítási hőmérséklet.

A csíranövények életképességét jelző vigorossági értékek, és a szárított csíranövény súly adatok szintén az 55 °C-os szárítás, vetőmagbiológiai értéket jelentősen is károsító hatásáról tesznek tanúságot. Az A 665, CM 174 törzsek, kevésbé, az MA 75 A 211, H 8431,és különösen a HMv 217 törzsek fokozottan érzékenyek a magas szemnedvességtartalommal történő betakarításra (35%) és magas szárítási hőmérsékletre. A HMv 217 genotípus 55 C°-os szárítási hőmérsékleten feldolgozott vetőmagtételeknél, a szárítás mind a csírázóképességben mind a vigorosságban leromlást okozott. Az MA 75A 211 genotípus csíranövényeinek vigorossága az előző törzsnél rosszabb volt, de mivel a komplex stresszeléses vigorvizsgálatok kezelésektől függetlenül egyöntetűen általános érzékenységről tesznek bizonyságot, így a szárításnak, mint magbiológiai értéket csökkentő károsító folyamatnak nem tulajdoníthatunk – a HMv 217 genotípussal megegyező – jelentőséget.

A dunavecsei, szabadszállási helyszineken végzett törzsszaporitások (AMO 406, AMO 407, HMv 5414, HMv 5502 HMv 5405, LDR 08, LH 82, H 8431) különböző nedvességtartalommal betakarított , és eltérő hőmérsékleten szárított kezeléseinek hatását szemlélteti a 30. táblázat. Az adatok kiértékelése alapján a következő megállapításokat tesszük.: AMO 407, AMO 406 genotipusok a legérzékenyebbek a 45 C°-ot meghaladó szárítási hőmérsékletre. Az *55 C°-os szárítás letális embriót eredményez mindkét törzs esetében*!!

Kissé toleránsabb, de még mindig nagyfokú hőszenzitivitásról tesz tanúságot, az LH 82, valamint az LDR 08. Ez a csoport a 45 C°-ot még jobban viseli, de a magasabb szárítási hőmérséklet, helyrehozhatatlan károsodást okoz az embrióban, amely hatást a magas szemnedvességtartalommal való betakarítás még tovább súlyosbít.

A HMv 5405, valamint a HMv 5414 genotípusok esetében a károsító hatás már mérsékeltebb, a leginkább hőtoleráns genotípus egyértelműen a HMv 5502 .

A HMv 5502 törzs sem a betakarítási szemnedvesség tartalom változásra, sem a többi genotípus esetében letális, vagy igen súlyos csíranövénykárosodást, embriópusztulást okozó 55 Celsius fokos száritási hőmérsékletre - nem volt érzékeny. A genotípus nemcsak ezen kísérletben, de a virágzáskori hő és szárazságstressz toleranciában is kiemelkedik, tehát egy több oldalról védett nemesítési alapanyagról van szó, amelynek kedvező tulajdonságait csak a kései virágzása ronthatja némiképp (14. táblázat).

Szoros összefüggés állapítható meg a betakarítási szemnedvességtartalom és a szárítási hőmérséklet, valamint a csíranövény vigora, és ezáltal a kapott vetőmagtétel biológiai értéke között (habár a különbségek nem szignifikánsak). A eltérő évjáratból származó és nem egyszerre feldolgozott magtételek nem tették lehetővé komplex kísérlet beállítását, az adatok csupán tájékoztató jellegűek.A mag életképességét kifejező meleg csíra, vagy csírázóképesség értékek nem mindig árulják el számunkra a vetőmag kedvezőtlen környezeti viszonyok közötti várható teljesítményét. Legjobban a CSVT (talaj nélküli Cold-test) adatok, valamint a csíranövény száraztömegek fejezik ki számunkra az embrió, és a csíranövény stressztoleranciáját, illetve az oxigénhiányos és alacsony hőmérsékletű környezetben való teljesítőképességét. A száraz csíranövénytömeg adatok jelzik

legjobban a mag és az embriósérülés mértékét. A nagyobb csiranövénysúlyok nagyobb méretű és aktívabb embriót jelentenek. Az embriók légzése (O_2 felhasználása) természetesen aktívabb egy egészséges és megfelelő tömegű csiranövénynél, mint a sérült embriójú, és relatíve is kisebb tömegű csíranövény esetében.
Mivel a csírahosszúságban nem észleltünk különbséget, feltehetően az embrió és a csírasúlyok tekinthetőek felelősnek, a mag vigoráért és stressztoleranciájáért.

Végezetül megállapítjuk , hogy a vetőmag típusa (flint, dent) nem árulja el a genotípus szárításérzékenységet. Annál jelentősebb viszont az a tény, hogy a legérzékenyebb törzsek (AMO 407, AMO 406, HMv 217) mind az ún. Mo 17 rokonsági körbe tartoznak. A vizsgálatokat tehát minden esetben genotípusra vonatkozóan ajánljuk elvégezni.

4.8. Új tudományos eredmények

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.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. 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 terméseket 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.

5.2. 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.

5.3. 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.

5.4. Hő- és 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.

5.5. Mechanikai levélsérülés

5.5. 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.

5.5.2. Levélsérülés és termékenyülés (szemtermés)

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.

5.6. 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.

5.7. Szárítás és 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.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A hibridkukorica vetőmagelőállítás folyamán a vegetációs időszak különböző abiotikus stressztényezőinek hatását tanulmányoztuk 1987-1999 években. Fitotroni és szántóföldi kísérleteket álítottunk be- az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében, valamint a PATE Georgikon Karán Keszthelyen – a vetőmag biológiai értékét meghatározó tényezők megállapítására.
Vizsgáltuk a kelés előtti és utáni kedvezőtlen viszonyok hatását a csíranövények fejlődésére (frakcionálási, hidegtűrési, és vetőmagkezelési kísérletek).
Vízvisszatartás alapján,próbáltunk következtetni a virágzás alatti szárazság –és hőstressz tűrésre (vízvisszatartásos kísérlet).
Tanulmányoztuk a hím –és nővirágzat, valamint a levélzetet ért mechanikai károsodás következményeit (levélfelületcsökkentés, címersérüléses kísérletek),valamint a betakaritást követően a feldolgozás folyamán a magot szárító közeg nem megfelelő hőmérsékletének a mag életképességére gyakorolt hatását (szárításos kísérletek).

6.1. Vetőmag biológiai érték

A csávázott kukorica vetőmagfrakciók terméseredményét alapul véve megállapítottuk, hogy valamennyi hibrid esetében a lapos frakciók termése legtöbbször felülmúlta a gömbölyű frakciókét. A jobb biológiai értékű vetőmag a termésben is megtart egy bizonyos fölényt az „életerejé”-ből adódóan. A kedvezőbb vetési környezeti feltételek (talaj- és léghőmérséklet-, nedvességviszonyok) viszont mérsékelhetik az egyes frakciók különbségeit. Külön kiemeljük A kis gömbölyű frakciót, mely többnyire legkisebb terméseket eredményezi.

A magkezelések közül feltétlenül ki kell emelnünk a fludioxonil- és metalaxiltartalmú csávázószer kedvező hatását.. A fungicidnek nincs fitotoxikus hatása és jól kombinálódik hidroxilamin származékokkal. A csírázóképességet önmagában illetve hidroxilamin kombinációval együtt is javította.. Az AMO 407 törzs, és az Mv 1444, valamint Maxima hibridek stressszérzékenységét, valószínűleg a csíranövények jobb oxigénhasznosítása miatt szignifikánsan is javitotta.

A kelési értékek alapján egyöntetűen megállapítjuk, hogy fungicides magkezelés nélkül törzsvetőmagszaporítást, hibridkukorica vetést ma már nem szabad végezni. Az Mv 1444 hibrid fludioxonilos magkezelése 3,5 t/ha szemterméstöbbletet adott a kaptános kezeléssel szemben. Optimális környezeti feltételek között is jelentősnek tűnik a magkezelés hatása , miszerint a stresszérzékeny genotípusok egyedi szemtermés produkciója is nőtt.

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. A Márta hibrid, a kombinált (fungicid + inszekticid) vetőmagkezelés szignifikáns termésnöveléséről tesz bizonyságot.

A szemterméskülönbségek, ha nem is indokolják minden évben az inszekticides (kombinált) vetőmagkezelések jövedelmezőségét, de egy biztosabb kelés és a vegetáció végéig, károsítók elleni vegyszeres védekezés nélkül megtartott komplett növényállomány, a kukorica számára kedvezőtlen években mindenképp előnyösebb.

6.2. Szárazság stressztolerancia

Fitotronos modellkísérletünkben megállapítottuk, hogy optimális talajnedvességi viszonyok között (30 C° nappali és 20 C° éjszakai hőmérséklet) a Mo 17/Mv és HMv 5502 kukorica beltenyésztett vonalak hímvirágzását 10-13, nővirágzásának időpontját 6-10 nappal rövidíti le.

Az Mo 17/Mv törzsnél a virágzáskori egyhetes forró légköri aszály már 2,5 – 3,5- szeres belső víznyomáscsökkenést idéz elő a kukoricatörzsek csőleveleiben.

A csőlevél vízpotenciálja drasztikusabban csökkent a szárazságstressz hatására, mint a nővirágzaté.

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. Címerhányást követő egyhetes szárazságstressz jelentősen csökkenti a hímvirágzatok pollenszemtermelő képességét.

Szárazságstressz hatására számos klorofill fluoreszcencia-indukciós paraméterben (fotokémiai és nem fotokémiai kioltások) is változás történt. A változás mértéke nagyobb a Mo 17/Mv-ben, mint a HMv 5502 vonalban, ami a fotoszintetikus hatékonyságát jelezte. A HMv 5502 törzs jóval toleránsabb a szárazságstresszre, mint a Mo 17/Mv.

6.3. Levélzet sérülés

A vegetációs időszak különböző fenofázisaiban a kukorica növény felületét ért mechanikai károsodás (jégeső) roncsoló, felületcsökkentő hatása az alábbi kövekezményekkel jár :

- 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 cső melletti levél szerepe nem azonos a különböző fenofázisokban, kiemelkedő szerepe nem bizonyosodott be. Ezen feltételezéseket szemtermésadatokkal is bizonyítottuk. Minden levélfelület-csökkentés kezelés csökkenti a növények szárátmérőjét, a sérülés időpontjának koraiságával egyenes arányban súlyosabb a hatás.
- A címerhányás előtti és a címerhányás fenofázisában jelentkező mechanikai stressz eredménye a mérsékeltebb szemkötődés (szemszám csökkenés), a címerhányást követő fenofázisokban ugyanez a károsító tényező már ezerszemtömeg-csökkenést okoz.
- 50%-os levélkárosodás 15%-kal, míg a 75%-os levélfelület károsodás 30%-kal is csökkentheti a termést az ép növényekéhez képest.
- A termés szempontjából a címerhányás fenofázisa, illetve a címerhányás utáni károsodás a legkedvezőtlenebb.

6.4. Hímvirágzat sérülés

A hímvirágzatot ért mechanikai sérülés, az időjárás okozta hő- és szárazság- stresszel párosulva ,az alábbi termésparaméter változásokat okozta 3 évet figyelembe véve:

- Nagyon jó évjáratban a részleges címersérülések nem okoztak számottevő terméskiesést, közepes évjáratban 25-50%-os termésveszteséget jelentettek (1-1,5 t/ha-ral kevesebb a biológiailag értékes vetőmag) míg rossz évjáratban, a stresszfaktorok együttes hatása drámai lehet. A részleges címerkárok is teljes terméskiesést okoztak és minimális 300-500 kg/ha-os termést eredményeztek
- 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 időjárás változástól függ, de közel sem azonos mértékű. Évjáratonként változóan 10-60%-os a károsodás.
- A címersérülések hatására gyengülő termékenyülés csökkenti a vetőmag biológiai értékét, megnő az ezerszemtömeg és a nagy gömbölyű frakció aránya.

6.5. Embrió életképesség

A csíranövények életképességét jelző vigorossági értékek, a szárított csíranövény tömegadatok, szerint a 45 C°-ot meghaladó hőmérsékletű levegővel történő szárítás, a vetőmag biológiai értéket is jelentősen csökkenti.

- Az AMO 407, és AMO 406 törzsek esetében az 55 C°-os szárítás abszolút letális!!
- Kissé toleránsabb, de még mindig nagy hőszenzitivitásról tesznek tanúságot az LH 82, LDR 08 genotípusok.
- A leginkább hőtoleráns genotípus egyértelműen a HMv 5502 törzs.

A betakarítási szemnedvességtartalom és a szárítási hőmérséklet, jelentősen befolyásolja a csíranövény életképességét, és ezáltal a vetőmagtételek biológiai értékét. Megállapitottuk, hogy a szárítási hőmérséklettel szembeni érzékenységet a szemtípus kevésbé befolyásolja A szárítási hőmérsékletre legérzékenyebb törzsek (AMO 407,AMO406,LH 82, HMv 217) egyértelműen a Mo17 rokonsági körbe tartoznak.

IRODALOMJEGYZÉK

AGAROALA S.C.-Sharma,P.N.-Chatterjee,C.-Sharna,C.P.: Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. In: *Journal of Plant Nutrition,* 1981., 3 (1/4) 329-336.

AIRY, J.M.: Current problem of detasseling. Rept.Fifth Ann. Hybrid Corn Industry-Research Conf. p. 6-10. In: *Corn and Corn Improvement,*1950., Edited by George F. Sprague, Academic Press Publishers, New York, N.Y. USA.

BARLA-SZABÓ, G.: Kukorica hibrid-vetőmag biológiai minőségének összefüggése a magmérettel. In: *Növénytermelés,*1984., Tom.33. No.6. 501-506.

BARLA-SZABÓ, G.: Az ökológiai és genetikai tényezők hatása a búza és a kukorica vetőmag életerejére. *Kandidátusi értekezés,*1985. Martonvásár, 134 p
.

BARNALES,D.S.: Effect of tassel removal in maize grown as a catchrop and its economic analysis. Effecter del derespigamiento en maize bajo condiciones de temporaly su analysis economico.In: *Thesis Universidad Autonoma Chapingo,* 1979., Mexico, No.27. 27/28.79.

BERZY, T.: A hibridkukorica vetőmagfrakciók biológiai értékének vizsgálata. *Diplomamunka,*1982. Gödöllő, 89 p.

BERZY, T.: A környezeti tényezők és stressz viszonyok szerepe a hibridkukorica vetőmag előállításban. *Doktori értekezés,* 1994. Gödöllő 88 p.

BERZY, T. - Fehér, Cs.: A különböző fejlődési fenofázisban észlelt jégveréshez közeli kártétel hatása a kukorica szemtermésének képzésére és szárszilárdságának alakulására. In: *Növénytermelés,*1995.,Tom. 44. No. 4. 375-384.

BERZY, T. - Fehér, Cs.: A különböző fejlődési fenofázisban észlelt jégveréshez hasonló kártétel hatása a kukorica növekedésére és fejlődésére. In: *Növénytermelés* ,1995., Tom. 44. No. 5-6. 461-468.

BERZY, T. - Marton, L.Cs.- Fehér, Cs.: A frakcionálás hatása a hibridkukorica (*Zea mays* L.) vetőmag életerejére és szemtermésére. In: *Növénytermelés,* 1996.,Tom. 45. No.1. 19-26.

BERZSENYI-JANOSITS, L.: A vetőmagnak szánt kukorica törése. In:*Magyar Mezőgazdaság,* 1955., 10. (17): 5.

BOLANOS,J.- Edmeades,G.O.: The relationship between the anthesis-silking interval and yield in tropical maize under drought. In: *Agronomy Abstract,*1990., 119 p.

BOSÁK, P.: Szóbeli közlés – Ismeretterjesztő előadás (Bayer Hungária Kft). 1999.

BRITZ,G.D.: The effect of defoliation at various growth stages on maize grain yield. In:*Crop*
Production, 1982.,11. 85-91.

BRUGGINK,H. –Kraak,H.L.- Bekendam,J.: Some factors affecting maize (*Zea mays* L.) cold test results. In: *Seed Science & Technology,*1991., 15: 729-740.

BRYCE,W.T.- Nelson, O.C. : Starch-synthessizing enzymes in the endosperm and pollen of maize. In: *Plant Physiology* , 1979., 63. (2) 312-317.

BURRIS,J.S. – Knittle,K.H.-Fehr,W.R..: The effect of drying temperatures on corn seed quality. In: *Canadian J. Plant Sci.*1975., 64: 487-496.

BURRIS,J.S.- Navratil,R.J. : Drying high moisture seed corn. In: *Proc. Ann. Corn Sorghum Res. Conf.*1980., 35: 116-132.

CATIZONE,P. –Lovato, A: Germination and seedling growth of ten species in response to herbicid antidote, oxabetrinil. In: *Seed Science & Technology,*1987., 15: 729-740.

CSERHÁTI, S.: Növénytermelés. II. Kötet, Különleges növénytermelés [Győr,1906., János Nyomda]

DELOUCHE,J.C.: Environmental effects on seed development and seed quality.In:*Hort Science,* 1980., 15: 775-780.

DUPLESSIS,D.P.-Dijkhuis,F.J.: The influence of the time lag between pollen shedding and silking in the yield of maize. In: *South African Journal Agricultural Sciences,* 1967., 10:667-674.

DUPUIS,I.-Dumas,C.: Influence of temperature stress on in vitro fertilization and heat shock protein synthesis in maize (*Zea mays* L.) reproductive tissue. In: *Plant Physiology,* 1990., 94: 665-670.

EISELE, C.: Die Kalibrierung von Maissaatgut aus der Sicht der Aufbereitung und Vermarktung. In: *Mais* ,1981., No.2. 6-7.

FIALA,F.: Einfluss der Kalibrierung auf den Anbauwert des Saatgutes von Hybridmaissorten. In: *Jahrbuch 1977 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung,* 1977., 98-117.

FREIER,G.- Vilell,A.- Atill,H,J.: Within ear pollination synchrony and kernel set in maize. In: *Maydica* , 1984., 29. (3) 317-324.

GARBER,I.V.-Shardva,P.G. –Frunze,I.I.: Emasculation of maternal forms on maize hibridization plots /Selekts genet.i. teknol. Vozdelyvaniya kukuruzy v Molovii, Kishinev
In : *Referatirnyl Zhurnal,* 1980., 3: 65-197.

GERM,H.: Qualitatsprobleme beim Saatgut. In: *Der Förderungsdienst,* 1966., 14. No.2. 43-48.

GERM,H.- Kietreiber,,M.: Die praktische Bedeutung der Kaltprüfung des Maissatgutes. In: *Die Bodenkultur, Sonderheft,*1966., 17:31-49.

GUPTA,D. – Kovács,I.: Cold wave tolerance of maize seedlings. In: *Z. Acker-und Pflanzenbau,* 1974., 140: 306-311.

GIESBRECHT,J.E.: Update on recommended practices for corn production. In: [abstract in Agronomy Abstracts] , 1975., Res. Sta. Agric. Notrhen Manitoba, Canada.

HAJDÚ,E.: A kukorica érésének siettetése. In: *Mezőgazdaság,*1940., 129-130.

HASSÁN,A. – Berzy,T.: Effect of nitrogen fertilization on grain yield quality of maize Giza 2 cv. Grown for seed production. In: *Egyptian Journal of Applied Science.*1995., Vol. 10. No.7. 374-384.

HAVAUX,M.: Stress tolerance of photosystem II in vivo. Antagonostic effects of water, heat and photoinhibition stresses. In: *Plant Physiology.,*1992., 100: 424-432.

HEICZMANN,J.: A hibridkukorica vetőmag-kalibrálás elméleti és gyakorlati kérdéseinek vizsgálata.*Kandidátusi értekezés,* 1964., Gödöllő, 84 p.

HERRERO,M.P.- Johnson,R.R.: Maize pollination under drought and high temperatures stress. In: *Agronomy Abstracts, 72nd annual meeting, Am.Soc.of Agr.* 1980., Wisconsin,USA.

HOLBERT,J.R.- Hoppe,P.E.-Smith,A.L.:1935. *Phytopath. 25.1113.* In: Effects of defoliation on lodging and yield of maize hybrids[Expl.Agric. 1979,15: 241-245.]

HOPE,H.J.- Maamari,R.: Measurements of maize cold tolerance during germination. In: *Seed Science & Technology,*1994., 22: 69-77.

I'SÓ,I.- Szalayné.: Egyedfejlődési vizsgálatok a vetésidő kísérletben (1964-69). In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964.* Szerk. I'só, 1969.Akadémiai Kiadó, Budapest, 233-239 p.

IWATA,F. 1973. Bull.46,*Tohuku Agric. Exp. Station,* Morioka. In: Effects of defoliation on lodging and yield of maize hybrids [Expl.Agric. 1979,15:241-245.]

JANDA,T. –Szalai,G.-Kissimon,J.-Páldy,E.-Marton,C.-Szigeti,Z**.:** Role of irradiance in the chilling injury of young maize plants studied by chlorophyl fluorescence induction measurements. In: *Photosynthetica,*1994., 30: 293-299.

JOHNSON,R.R.: Growth and yield of maize as affected by early season defoliation. In: *Agronomy Journal,*1978., 70 (6),995-998.

JONES,R.J.-Quattar, R.S.-Crookstone,R.R.: Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize: effects on kernel growth and development in vitro. In:*Crop Science,*1984., 24, 1: 133-137.

KASHYAP,R.K – Chaudhary,D.P.- Sheoran,I.S.: Effects of insecticide seed treatments on seed viability and vigour in wheat cultivars. In:*Seed Science & Technology,*1994., 22: 508-519.

KIESSELBACH, T.A.: The structure and reproduction of corn. In: *University Nebraska Coll. Agr.Exp.Sta.Res.Publ.*1949., 161 p.

KIETREIBER,M.: Der Saatgutwert „runder Körner" von Mais. In: *Jahrbuch 1972 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien.*1972.,90-97.

KOEHLER,B.: Some conditions influencing the results from corn seed treatment tests. In: *Phytopathology,* 1954., 44: 575-583.

KOEHLER,B.: Bull. 658, Agric. Exp. Station Illinois. In: Effects of defoliation on lodging and yield of maize hybrids [Expl. Agric.1979. 15: 241-245.]

KRISHNAVENI, K.- Vanangamdi,K.: Seed size study in maize.In: *Madres Agric. J.* 1989., 76: 285-287.

KUSHIBIKI,H. –Kumahata,S.: Relationship between seed size and seedling growth in the period after low temperature in maize. In:*Bull. of Hokkaido Prefecturat Agric. Exp. Station,*1980., 44:47-51.

LOEFFLER,N.L.- Meier,J.L. – Burris,J.S.: Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. In: *Seed Science & Technology,*1985., 13:653-658.

LONNQUIST,J.H.-Jugenheimer,R.W.**:** Factors affecting the success of pollination in corn. In: *Journal of American Society of Agronomy,*1943., 35: 923-933.

MADDEN,R.F.: Early germination physiology in hybrid meize embryos damaged by high temperature desiccation.*Ph.D. Dissertation,*1992., Iowa State University,Ames, USA.

MAJOR,D.J.- Schoolje,G.B.: Effect of temperature on in vitro kernel growth of Flint and Dent maize hybrids. In: *Agronomy Journal,*1979., 73 (44) 538-541.

MENYHÉRT,Z.: A kukoricatermesztés kézikönyve. 1985.,Budapest,Mezőgazdasági Kiadó, 559 p.

MOCK,J.J.- McNeill,M.J.: Cold tolerance of maize inbred lines adapted to various latitudes in Nort America. In: *Crop Science,*1979., 19: 239-242.

MORENO-MARTINEZ,E. – Mandugano,L.-Mendoza,M.-Valencia,G**.:** Use of fungicides for corn seed viability preservation. In:*Seed Science & Technology,*1985., 13: 235-241.

MUTHUKRISHNAN,P.- Subsamanian,J.: Path-coefficient study in maize. In: *Madras Agricultural Journal,*1980., 67 (12) 811-815.

NAVRATIL,R.J. –Burris,J.S.: The effect of drying temperature on corn seed quality. In:*Can.J.Plant Sci,* 1984., 64:487-496.

NIJENSTEIN,J.H.: Effects of some factors influencing cold test germination of maize. In: *Seed Science & Technology,*1985., 14: 313-326.

NOGUES,S. –Alegre,L.-Araus,J.-Perez-Aranda,L.-Lannoye,R**.:** Modulated clorophyll fluorescence and photosynthetic gas exchange as rapid screening methods for drought tolerance in barley genotypes. In: *Photosynthetica,*1994., 30: 465-474.

ODIEMAH,M.: Relation of seed testing traits to grain yield of maize hybrids under different environments. In:*Seed Science & Technology,* 1991., 19:25-32.

PALÁGYI, A.: Összehasonlító vizsgálatok „nem texasi” tipusú hímsteril kukorica vonalakkal és különböző steril mutánsokkal. *Doktori értekezés,* 1975., Gödöllő, 103 p.

PÁSZTOR,K.: Különböző frakciójú magvakkal végzett öszehasonlító kísérletek eredményei. In: *Kukoricatermesztési Kísérletek 1958-60,* 1962., Akadémiai Kiadó, Budapest.

PINELL,E.L.: Genetic and environmental factors affecting corn seed germination at low temperature.In: *Agronomy Journal,*1949., 41: 562-568.

PINTÉR,L.-Németh,J.-Pintér,Z **:** A levélfelület változásának hatása a kukorica szemtermésére. In: *Növénytermelés,*1977., Tom. 26.No.1: 21-27.

PINTÉR.L.-Kálmán,Z.: A termőhelyi viszonyok hatása a kukorica(*Zea mays* L.) hibridek szárszilárdságára. In: *Növénytermelés,*1978., Tom 27.: 387-393.

PINTÉR,L.-Kálmán,Z.: A drasztikus lecímerezés hatása a kukorica (*Zea mays* L.) vetőmagtermelésére. In: *Növénytermelés,*1980., Tom.29.No.5. 385-391.

PINTÉR,L.: Improvement for Maize (*Zea mays* L.) Seed Production. In: *Georgicon for Agriculture,* 1989., 2: 151-158.

REMISSON,W. –Omueti,O.: Effects of N-application and leaf clipping after mid- silk on yield and protein content of maize. In: *Canadian Journal of Plant Science,* 1982., 62(3) 777-779.

ROUNDHAWA,H.S. –Dey,S.-Kaur,J.-Sharma,H.L.-Haisingh,J.-Kedhra,H.**:** Studies on seed germination, seedling vigour, and seed mycoflora of graded maize (*Zea mays* L.). In: *Annals of Biology Ludhiana,*1990., 6:49-52.

SCHAPER,J.B. – Lambert,V.: Pollen viability and combining ability for tassel heat tolerance in maize. In: *Crop Science,*1987., 27. 1: 27-31.

SCHÖBERLEIN,W. –Matthies,H.-Herrmann,K.**:** Effects of seed treatment of winter wheat varieties with fungicide-insecticide combinations on field emergence, virus infections and seed yield. In:*Seed Symposium Abstracts,* 1998., Pretoria, South Africa.

SCOTTI,C.A.- Silva,J.F.: Seed size in relation to performance of maize (*Zea mays* L.). Tamanho da semente em relacao ao comportamento de milho. In: *Boletim Técnico IAPAR,*1977., No.4. 1-12.

SHEIKH,H.S.- Mall,L.P.: Effect of detasseling on the yield of maize. In: *Egyptian Journal of Botany,*1977., 20 (2): 139-140.

SHIEH,W.J. – McDonald, M.B. : The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. In: *Seed Science &Technology,* 1982., 10: 307-313.

SEYEDIN,N. –Burris J.S.: Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality. In: *Canadian Journal of Plant Sci.,*1984., 64:497-504.

SVÁB,J.: Biometriai módszerek a kutatásban.1981.,Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 507 p.

SZUNDY,T.: Eltérő heterozigóta szintű szülőkön előállított kukorica hibridek néhány tulajdonsága. *Kandidátusi értekezés,*1981.,Martonvásár,154 p.

TATUM,L.A.- Zuber,M.S.: Germination of maize under adverse conditions. In: *Journal of American Soc. Agron.,*1943., 35: 48-49.

THIELEBEIN,M.: Kornform und Saatgutwert von Mais. In: *Mittelungen der DLG,*1958., 47: 1261-1263.

TISCHNER, T.: Fluorescent lamps have been replaced by methal halid lamps in the Martonvásár Phytotron. In: *Right Light,II.ECEEL.* 1993., Arnhem, 464-469.

UNDERSANDER,D.J. : Yield and yield component response of to water stress in hybrids with different sources of stress tolerance. In: *Maydica,* 1987., 23: 49-60.

VAN DE VENTER, H.A. : Relative response of maize(*Zea mays* L.) seed lots to different stress conditions. In: *Seed Science & Technology,* 1988., 16: 19-28.

WESTGATE, M.E.- Boyer,J.S.: Silk and pollen water potentials in maize. In:*Crop Science,*1986., 26: 947-951.

ZINSELMEIER,C.- Westgate,M.E. – Jones,R.J.: Effect of water deficits on ovary growth and development in maize. In: *Agronomy Abstract,* 1990., 134 p.

SUMMARY

The effect of various abiotic stress factors influencing hybrid maize seed production during the vegetation period was studied between 1987 and 1999.
The stress factors investigated were as folows:

- effect of unfavourable early conditions on seedling development (fractionisation, cold tolerance and seed treatment experiments),
- drought and heat stress during flowering (water retention experiment),
- mechanical damage to the foliage, tassels and silks (leaf surface reduction, tassel injury experiments),
- incorrect temperature during seed drying (drying experiments).

1. Based on the yields obtained with various fractions of dressed maize seed it was found that for all the hybrids the yield of the flat fraction tended to exceed that of the round fraction. These yield results were in accordance with those of the complex stressing vigour test (CSVT), indicating that seed with better biological value was still superior at harvest due to its better vigour. More favourable sowing conditions (soil and air temperature, moisture conditions), however, may reduce the differnce between the fractions. Special mention should be made of the small round fraction, which generally gave the lowest yields.

Among the seed treatments, seed dressing with compounds containing fludioxonyl or methalaxyl were particularly favourable. The synthetic active agent of fludioxonyl is identical with the phenolpyrol extracted from the bacterium *Pseudomonas pyrocina.* This fungicide has no phytotoxic effect and can be combined well with hydroxylamine derivatives. It improved germination ability both alone and in combination with hydroxylamine. The effect on stress tolerance was even greater. The stress sensitivity of line AMO 407 and hybrids Mv 1444 and Maxima was significantly reduced by fludioxonyl seed treatment. The effect can probably be attributed to the better oxygen utilisation of the seedlings.

2. On the basis of emergence data it can be unambiguously stated that basic seed production and hybrid maize sowing should never be carried out without fungicidal seed treatment. Emergence is one of the most important factors, from which conclusions can be drawn on the final grain yield.

The fludioxonyl seed treatment of hybrid Mv 1444 led to a surplus grain yield of 3.5 t/ha compared to treatment with captan.

The advantage of seed treatment was also perceptible under optimum environmental conditions, since the grain yield per plant of stress- sensitive genotypes increased.

With respest to seed vigour, no dominant insecticide superiority was observed after seed treatment with imidacloprid, in contrast to data in the literature (Kashyap et al. 1994).

In the hybrid Maraton, fungicidal seed treatment is not sufficient in itself to protect the plants throughout the vegetation period. The sensitivity of this hybrid gives a clear illustration of the importance of seed treatment with imidacloprid. The hybrid Márta, which produced the greatest yield in the experiment (treatment G+M), demonstrated the significant yield-increasing effect of combined seed treatment.

Although the average 600-800 kg/ha grain yield increments obtained after insecticidal seed dressing are not in themselves a sufficient justification for the treatments, the more reliable emergence and the maintenance of a complete plant stand throughout the vegetation period without the use of chemical pest control is definitely an advantage in years which are not optimum for maize.

3. In a phytotronic model experiment investigations were made on the effect of heat and drought stress during maize flowering on the flowering and physiological processes of two inbred maize lines. It was found that under optimum soil moisture conditions day/night temperatures 30°/20°C reduced the tasseling time of the maize inbred lines (Mo 17 and HMv 5502) by 10-13 days and the silking time by 6-10 days.

The negative husk water potential of drought-stressed plants of line Mo 17/Mv was 3.5 times that of normal (irrigated) plants. This means that a week of hot atmospheric drought may cause a 2.5 to 3.5 times reduction in the internal water pressure in the husks of maize lines.

The water potential of the husks decreased more drastically as the result of drought stress than that of the silks. The sensitivity of the silks to drought and high temperature is moderated by the protection provided by the husks.

The effect of drought stress appears to be more severe than that of high temperature. Above optimum tempertaures can be counteracted by greater water uptake by the plants, but drought may lead to irreversible processes during flowering.

A week of drought stress folowing tasselling resulted in a significant reduction in the pollen production of the tassels.

Drought stress also has a direct or indirect influence on the functioning of the photosynthetic apparatus. As the result of drought stress changes were recorded in a number of chlorophyll fluorescence induction parameters. These changes were greater in Mo 17/Mv than in HMv 5502.

The line HMv 5502 was considerably more tolerant to drought stress than Mo 17/Mv.

4. The lacerating, surface-reducing effect of mechanical injuries to the leaf surface (hail) during various phenophases of the vegetation period has the folowing consequences:

- The effect of various leaf injuries on plant height is not consistent, though the date of the injury is decisive.
- The plants are most sensitive to mechanical injuries to the leaf surface during the tasseling phenophase. In early phenophases (4-8-leaf stage) damage to the whole of the aboveground plant parts also reduces plant height.
- The role of the leaf next to the ear differs from one phenophase to the other; its special role has not been confirmed. This is supported by grain yield data. All leaf surface-reducing treatments led to a decrease in stalk diameter, the effect being greater in direct proportion to the earliness of the injury date.
- Plants may respond to mechanical stress prior to or during tasseling by exhibiting reduced seed setting (reduction in grain number), while damage occuring in phenophases later than tasseling results in lower thousand kernel mass.
- Foliage damage amounting to 50% may lead to 15% yield losses and 75% damage to 30% losses compared to unscathed plant.
- The date and extent of mechanical damage are thus of great importance. The periods when damage has the greatest effect are during or after tasseling.

5 . Mechanical damage to the tassel combined with heat or drought stress led to the folowing changes in yield parameters over a period of three years:

- In years excellent for seed production partial tassel injuries did not result in substantial yield losses.
- In moderately good years partial tassel injuries led to 25-50% yield losses, i.e. to 1-1.5 t/ha less biologically valuable seed.

- In poor years the combined effect of heat and drought stress and of mechanical injuries may be dramatic. Even partial tassel damage may lead to complete loss of yield – even undemeged parts may fail to yield or produce yields of only 300-500 kg/ha.
- The removal of the main tassel branch (central spike), delays the beginning of pollen shedding, while the removal of the side branches shortens the period of anthesis. The effect of these injuries on the yield depends on synchronisation and on the weather during flowering, but are by no means the same. Damage may range from 10-60% depending on the year.
- The reduction in fertilisation due to tassel injuries reduces the biological value of the seed, with an increase in the thousand kernel mass and in the ratio of the large round fraction. Due to protracted, poor fertilisation the maturity of the grains within each ear may differ considerably, making harvesting and drying difficult and detracting from the germination ability and vigour of the seeds.

6. The vigour index, indicative of the viability of the seedlings, and the weight data of dried seedlings witness to the extremely damaging effect on the biological seed value of drying in air with a temperature of over 45 °C:

- in lines AMO 407 and AMO 406 drying at 55°C was absolutely lethal
- lines LH 82 and LDR 08 were somewhat more tolerant, but still exhibited great sestivity
- line HMv 5502 was clearly the most heat-tolerant genotype.

A strong correlation was observed between the grain moisture at harvest and the effect of drying temperature on seedling vigour and thus on the biological value of the seed lot. Seeds harvested with lower grain moisture content were damaged to a lesser extent by drying at temperatures of 45°C or above.

Damage to the embryo and germ (reduced germ weight) is probably resposible for the deterioration in seed vigour and stress tolerance.

It was found that the form or type of seed (flint, dent) gave no clear indication of the drying temperature sesitivity of the genotype, but the most sensitive lines (AMO 407,AMO 406, HMv 217) were all related to Mo 17.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézet vezetőinek , hogy munkámhoz minden segítséget biztosítottak. Köszönöm **Dr. Győrffy Bélának**, (1984-1989), **Dr. Balla Lászlónak** (1989-1991), **Dr. Szundy Tamásnak**(1991), s végül **Dr. Bedő Zoltánnak**(1992-) a szakmai feltételek biztosítását, valamint azt, hogy lehetővé tették eredményeim egy részéről nemzetközi szinten is beszámolhassak különböző konferenciák keretében (ISTA, EUCARPIA, European Society for Agronomy).

Köszönöm **Dr. Geiszler János** volt intézeti tudományos főmunkatársnak a levéltelenítési kísérletek beindításában nyújtott személyes segítségét.

Köszönöm munkatársamnak, **Fehér Csaba** vetőmagtermesztési szakmérnöknek a kísérletek beállításában, munkálataiban, betakarításokban és a kiértékelésekben nyújtott személyes segítségét.

Köszönöm régebbi munkatársamnak, **Dr. Záborszky Sándornak** a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdasági Kara adjunktusának a közös kísérletek helyszinének biztosítását, a közös kísérletek beállításában, munkálataiban, betakarításokban, és a kiértékelésben nyújtott személyes segítségét.