

VESZPRÉMI EGYETEM
GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNY- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET
NÖVÉNYTERMESZTÉSTANI TANSZÉK

Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Iskolavezető:
Dr. Horváth József
MTA rendes tagja

Témavezető:
Dr. Ragasits István
MTA doktora

VETŐMAGELŐÁLLÍTÁSI STRESSZTÉNYEZŐK SZEREPE A
HIBRIDKUKORICA TERMESZTÉSÉBEN

Készítette:
ZÁBORSZKY SÁNDOR

KESZTHELY
2004

**VETŐMAGELŐÁLLÍTÁSI STRESSZTÉNYEZŐK SZEREPE A
HIBRIDKUKORICA TERMESZTÉSÉBEN**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

*a Veszprémi Egyetem Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok
Doktori Iskolájához tartozóan*.

Írta:
Záborszky Sándor

**Készült a Veszprémi Egyetem..... iskolája keretében

Témavezető: Dr. Ragasits István, MTA doktora

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)**

A jelölt a doktori szigorlaton..... % -ot ért el,

Veszprém, Keszthely

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve:) igen /nem

.....
(aláírás)

***Bíráló neve:) igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Veszprém/Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. KIVONAT	1
1.1. Magyar nyelvű kivonat	1
1.2. Angol nyelvű kivonat - Abstract	4
1.3. Német nyelvű kivonat - Auszug	5
2. BEVEZETÉS	7
3. SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ	10
3.1. A kukoricavetőmag minősége és a betakarításkori szemnedvesség összefüggései	10
3.2. A tenyészterület hatása a vetőmag minőségére	15
3.3. A csírázókéesség meghatározása	21
3.4. Vigorvizsgálatok módszerei	23
3.4.1. A vetőmag életerejének meghatározó paramétere: a cold teszt	26
3.4.2. A Complex Stressing Vigour Test (CSVV) szerepe a vetőmag életerejének meghatározásában	32
3.5. A vetőmagfrakciók és a vetőmagkezelések hatása a mag biológiai értékére	35
3.6. A vetésidő, mint agrotechnikai tényező hatásának vizsgálata	38
3.7. A kukorica kelését és kezdeti fejlődését befolyásoló tényezők	43
3.7.1. A növény kelésére irányuló kutatások	44
3.7.2. A kelés utáni korai növekedés	47

4. ANYAG ÉS MÓDSZER	53
4.1. Laboratóriumi vizsgálatok	53
4.2. Tenyészedényes kísérletek	56
4.2.1. A vetőmagelőállítás körülményeinek hatása az utódgeneráció kelésére, és a növény kezdeti fejlődésére	56
4.2.2. A vetésidő és a vetőmagcsávázás hatása a kukorica hibridek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére	58
4.2.3. A vetőmagkezelés hatása a kukorica beltenyésztett törzsek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére	60
4.3 Szántóföldi kísérletek	62
4.3.1. Vetőmagfrakcionálós kísérlet	62
4.3.2. Vetőmagkezeléses kísérlet	65
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	70
5.1. A vetőmagelőállítás körülményeinek hatása a növények kelésére és kezdeti fejlődésére fitotroni tenyészedényes kísérletben	70
5.2. A vetésidő és vetőmagcsávázás hatása a kukorica hibridek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére	81
5.3. A vetőmagkezelés hatása a korai vetésű beltenyésztett törzsek kelési tulajdonságaira	91
5.3.1. A kelés idejének értékelése	91
5.3.2. A vizsgált tényezők hatása a beltenyésztett törzsek kelési százalékára	95
5.3.3. A hajtások szárazanyagtartalmának értékelése	99
5.4. Szántóföldi kisparcellás kísérletek	102

5.4.1. A vetőmagfrakciók és a terméselemek közötti összefüggések értékelése	102
5.4.2. A vetőmagkezelés hatása kukorica hibridek vetőmagjának biológiai értékére és a termés egyes paramétereire	108
6. ÖSSZEFOGLALÁS	119
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	126
8. SZAKIRODALOM JEGYZÉKE	127
9. TÉZISEK	154
9.1. Magyar nyelvű tézisek	154
9.2. Angol nyelvű tézisek	158

1. KIVONAT

1.1 Magyar nyelvű kivonat

A vetőmagelőállítás körülményeinek utóhatását vizsgálva arra kerestük a választ, hogy a betakarítás, a tenyészterület és a genotípus hogyan befolyásolja a vetőmag kelését és a növény kelés utáni fejlődését. A kelési százalékra, kelésintenzitásra és a növény kezdeti fejlődésére vonatkozó vizsgálatokat fitotronban kontrollált körülmények között végeztük két genotípussal. A vizsgált genotípusok eltérően reagáltak a kísérlet kezeléseire. Megállapítottuk, hogy 60%-nál alacsonyabb szárazanyagtartalmú vetőmag csak a biológiai érték jelentős romlásával takarítható be, amely kedvezőtlen kihatással van a növény kelésére és kezdeti fejlődésére is.

Eredményeink alapján azt a következtetést vonhattuk le, hogy a genotípusspecifikus vetőmagelőállítási technológiák kidolgozásánál a tenyészterület és a szem betakarításkori szárazanyagtartalom vizsgálataival kiegészített kutatások eredményeit is fontos figyelembe venni.

Céljaink közt szerepelt néhány kukorica genotípus kelésének és kezdeti fejlődésének hidegtűréses vizsgálata, vetésidő és csávázásos kísérletekben. Egyértelműen igazoltuk, hogy a genotípusok hidegtűrését a vetőmagcsávázás nagymértékben elősegítette. A legkorábbi vetésidőben a csávázatlan magvak kevesebb, mint 50%-a kelt ki. A csávázás több mint kétszeresére emelte a kelési százalékokat ebben a vetési időben a kontrollhoz képest. A vizsgált tulajdonságok alapján a csávázószeresek között csak a kelési százalékok tekintetében tudtunk különbséget tenni. A kelési értékek a karboxin + TMTD-vel kezelt vetőmagvak esetén szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a

kaptánnal csávázott magvaké. A kombinált kezelés előnye, mindhárom talajon és vetésidőben érvényesült. A kísérlet eredményei egyértelműen bizonyították, hogy igen korai vetésben csak akkor számíthatunk elfogadható kelésre, ha ehhez olyan megfelelő hidegtűrésű hibridet választunk, amely vetőmagjának kiválóak a biológiai értékei (csírázási százalék, cold teszt, CSVT) és egyben megfelelő vetőmagkezelésben is részesült.

Vizsgáltuk a különböző hidegtűréssel rendelkező beltenyésztett törzsek korai vetésben való viselkedését csávázásos tenyészedényes kísérletben. Adataink alapján megállapítottuk, hogy a vetőmagcsávázás előnye a hibridekhez hasonlóan - kelési idő kivételével - minden vizsgált tulajdonságban érvényesült, sőt a csávázószereknek bizonyos fajtaspecifikusságát is megfigyelhettük. Különbségeket kaptunk a beltenyésztett törzsek kelési idejénél és a kelési százaléknál kialakult sorrend tekintetében. Ez azt bizonyítja, hogy a kelési idő és a kelési százalék közti kapcsolat statisztikailag nem igazolható.

Szántóföldi kisparcellás kísérletekben, a vetőmagfrakciók közvetlen hatását elemeztük a termés minőségi és mennyiségi paramétereire. Ennek érdekében a genotípusok vetőmagjait egységesen csáváztuk (Maxim AP 045 FS), mivel a korábbi ehhez hasonló kísérleteink azt igazolták, hogy csávázatlan tételek esetén a vetőmagfrakcionálásnak, csak másodlagos szerep jutott a környezeti feltételekhez képest. A kísérlet eredményéből kitűnt, hogy legtöbb genotípusnál a lapos frakciók eredményezték a legnagyobb parcellánkénti termést, amely a komplettebb növényállomány kialakulására vezethető vissza. A szemnedvesség-, illetve az ezerszemtömeg értékek alakulását a frakcionálás statisztikailag igazolhatóan nem módosította. A vizsgált hibridek betakarításkori szemnedvességét a tenyészidőszak hossza, a genotípusok érést követő szemszáradási üteme és a termőhelyek eltérő

csapadékviszonyai határozták meg. Az ezerszemtömeg nagysága elsősorban a genotípustól, másodsorban a termőhely éghajlati viszonyaitól függött.

Vetőmagkezeléses kísérletünket 10 hibriddel állítottuk be 2000. és 2001. években. A hibridek hétéves tárolását követően meghatároztuk a vetőmagtégeleinknek csírázási és életerejét jelző vigorossági értékeit. Kísérletben igazoltuk, hogy a hosszabb ideig tárolt mag biológiai értékét és vigorosságát a csávázás javította. Az inszekticides csávázás önmagában nem, kombinált formában (fungicidekkel) viszont szintén növelte a vetőmag vigorosságát. 2001-ben a kukoricamoly károsítására hajlamosító évjáratban a kombinált (fungicid + inszekticid) vetőmagkezeléseknek pozitív hatása volt az egyedi szemtermésprodukciónak mellett a szárszilárdság javításában is. Vizsgálatainkkal bizonyítottuk, hogy a csávázás a mag védelmi szerepén túl, a genotípusok szántóföldi hidegtűrésének a javítását is elősegítette, ami tökéletesebb szántóföldi kelést és a nagyobb stressztolerancia folytán szignifikáns szemtermés-növekedést is eredményezett.

1.2. Angol nyelvű kivonat - Abstract

Role of seed production stress factors in hybrid maize production

Experiments on the after-effects of seed production conditions were designed to investigate how harvesting, the growing area and the genotype influenced the emergence percentage of the seed and the early development of the seedlings. The genotypes investigated responded differently to the experimental treatments. It was established that harvesting seed with less than 60 % dry matter content led to a considerable deterioration in the biological value, which in turn had an unfavourable effect on plant emergence and initial development.

One aim of the work was to examine the chilling tolerance of a number of maize genotypes at emergence and during initial development in sowing date and seed dressing experiments. The results proved unambiguously that the chilling tolerance of the genotypes was improved to a great extent by seed dressing.

In small-plot field experiments the direct effect of seed fractions on qualitative and quantitative yield parameters was analysed. It was clear from the results that for most genotypes the flat fractions gave the highest yield per plot.

In the seed dressing experiment the storability of hybrid seed was investigated. Dressing was found to improve the biological value and vigour of seeds stored for a long period. In 2001, a year when the conditions were favourable for European corn borer damage, combined (fungicide + insecticide) seed dressing had a positive effect not only on the grain yield per plant, but also on stalk strength.

1.3. Német nyelvű kivonat - Auszug

Die Rolle der Saatgutherstellung - Stressfaktoren in der Hybridmaisproduktion

In unserem Versuch, wobei wir die Wirkung der Umstände der Saatgutherstellung untersucht haben, haben wir die Antwort auf die Frage gesucht, wie die Ernte, die Wachstumsfläche und der Genotyp den Aufgangswert des Saatgutes und das Wachstum der Pflanze nach dem Aufgang beeinflusst. Die untersuchten Genotypen haben auf die Behandlungen des Versuchs unterschiedlich reagiert. Wir haben festgestellt, dass ein Saatgut mit unter 60% Trockensubstanz nur mit bedeutender Verschlechterung des biologischen Wertes geerntet werden kann, was ungünstige Auswirkung sowohl auf den Aufgang als auch auf das anfängliche Wachstum der Pflanze hat.

Unter unseren Zielen war eine Kälteresistenz-Untersuchung des Aufgangs und anfänglicher Wachstums einiger Mais Genotypen in Säzeit- und Beizversuchungen. Anhand unserer Untersuchungen haben wir eindeutig bestätigt, dass die Beize von Saatgut die Kälteresistenz der Genotypen in großem Maße befördert hat.

In Kleinparzellen-Feldversuchen haben wir die direkte Wirkung der Saatgutfraktionen auf die qualitativen und quantitativen Parameter der Ernte analysiert. Aus den Ergebnissen des Versuchs scheint vor, dass die flachen Fraktionen bei den meisten Genotypen die größte Ernte pro Parzelle ergaben.

Im Saatgutbehandlungsversuch haben wir die Lagerbeständigkeit des Saatgutes von den Hybriden untersucht. Im Versuch haben wir bestätigt, dass

die Beize den biologischen Wert und seinen Lebenskraft zeichnenden Vigor des länger gelagerten Saatgutes erhöht hat. Im Jahre 2001, in einem Maismotte Beschädigung anfälligem Jahrgang haben die kombinierten (fungizid + insektizid) Saatgutbehandlungen eine positive Wirkung nicht nur auf die individuelle Samenerntenproduktion, sondern auch auf die Verbesserung der Halmfestigkeit gehabt.

2. BEVEZETÉS

A kukorica (*Zea mays L.*) a világ növénytermesztésében betöltött szerepét tekintve az egyik legfontosabb gazdasági növényünk. Földünkön való elterjedését elősegítette nagyfokú variabilitása és ezzel összefüggő alkalmazkodóképessége a változó klimatikus környezeti viszonyokkal szemben.

Napjainkban termesztésének északi határa egyre inkább kitolódik, s így tőlünk egyre távolabbi szántóterületeken válik termesztethetővé. A világ fejlett kukoricatermesztésében döntően a beltenyésztéses hibridek használata terjedt el, amelynek alapfeltétele a megfelelő minőségű és elegendő mennyiségű vetőmag. Az adott hibridben rejlő értékes genetikai tulajdonságok érvényesülése, csak jó minőségű vetőmaggal biztosítható. A vetőmagtermesztésre tőlünk északabbra fekvő országok már nem alkalmasak, a rendelkezésre álló vegetációs időszak rövidsége és az alacsony effektív hőösszegek miatt. Ezzel szemben hazánk, speciális agroklimatikus adottságai ideális feltételeket nyújtanak a kiváló minőségű hibridkukorica vetőmagelőállítás számára.

A vetőmagtermesztési technológiák kialakításánál elsődleges szempontként vetődik fel, a jó minőségű és elegendő mennyiségű vetőmag betakarításának a lehetővé tétele.

A vetőmagelőállítás körülményei csak a legritkább esetben optimálisak a szántóföldön. Számos károsító tényező, stresszfaktor veszélyezteti a vetőmag minőségét mind az előállítás, mind a feldolgozás során. Ezek egyidejű vizsgálata egy PhD dolgozat keretében nem valósíthatók meg, mivel ehhez a különböző diszciplínákra épülő kutatási teamek szoros együttműködésére is szükség van.

A kísérleteinkben, a termesztésben előforduló stressztényezőknek (állománysűrűség és a betakarításkori szemnedvességtartalom) vetőmagminőséget befolyásoló szerepén túl, elsősorban a genotípusok csírázás- és keléskori alacsony hőmérsékletekre adott válaszreakcióit vizsgáltuk.

A kukorica vetőmag szárazanyagtartalmának és a betakarítási idő x genotípus kölcsönhatásának a mag biológiai értékére gyakorolt hatását már jól ismerjük. Termesztési tapasztalatok is egyértelműen bizonyították, hogy a hibridkukoricának vetőmagként történő betakarítása - az egyes alapanyagok genetikailag meghatározott tulajdonságaitól függően - kíméletes szárítást feltételezve, a szem érésének korai szakaszában (36-42 % szemnedvességtartalomnál) is megkezdhető, a vetőmag minőségének jelentős mértékű csökkenése nélkül.

A sűrítésnek az árukukoricára gyakorolt hatásáról szintén bőséges információ áll rendelkezésünkre, viszont a vetőmag biológiai értékét befolyásoló szerepéről már jóval kevesebbet tudunk.

A vetőmagelőállításnál alkalmazott tőszám és a betakarítási idő csak kettő a fontosabb agrotechnikai tényezők közül. A vetőmagminőséget befolyásoló szerepüket mégis jól jelzi, hogy a hibridspecifikus vetőmagtermesztési technológiák kialakításánál mindkét tényező alapvető fontossággal bír, amellyel az 1994 évi egyetemi doktori disszertációmban részletesen foglalkoztam.

A fenti agrotechnikai tényezőknek a vetőmag minőségére gyakorolt hatásán túl szükségesnek tartottuk annak a megállapítását is, hogy a vetőmagelőállítás körülményeinek milyen további kihatásai vannak a növény kelésére és kezdeti fejlődésére.

Mivel a fentiek komplex megválaszolására kevés ismerettel rendelkezünk és ezzel kapcsolatban még ma sincs általánosan elfogadott vélemény, fontosnak és hiánypótlónak tartottuk az ilyen irányú kutatásokat.

A bevezetőben felvetett gondolatok alapján a disszertációban a következő kérdések megválaszolását tűztük ki célul:

1. A vetőmagelőállítás körülményeinek van-e kimutatható utóhatása a vetőmag biológiai értékén túl - a növények kelésére, kezdeti fejlődésére és stressztűrő képességére, különböző hőmérsékletű talajokon?
2. A feldolgozás során kapott méretfrakciók hogyan befolyásolják a vetőmag biológiai értékét, illetve milyen hatást gyakorolnak vetést követően, a növények kelésére, fejlődésére és termésére?
3. Választ kívántunk kapni arra is, hogy a vetőmagkezeléseknek (fungicid, inszekticid) mekkora szerepük van, a hosszabb ideig tárolt vetőmagvak biológiai értékének javításában. Hogy befolyásolják a növények kelését, fejlődését illetve a termés mennyiségét és minőségét jellemző paramétereket (tőszám, vegetációs időtartam, betakarításkori szemnedvesség, szemtermés)?
4. A genotípusok vetésidő érzékenységének kimutatására vizsgáltuk néhány hibridnek és beltenyésztett törzsnek, eltérő illetve korai vetésidőkre adott válaszreakcióját, abból a szempontból is, hogy a fajtán kívül a különböző vetőmagkezeléseknek van-e szerepe a korai vetés kockázatát csökkentő hidegtűrésben?

3. SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ

3. 1. A kukoricavetőmag minősége és betakarításkori szemnedvesség összefüggései

A betakarítási idő csak egyike azoknak a változtatható agrotechnikai tényezőknek, melyek a vetőmag biológiai értékét befolyásolják. A betakarítás optimális időben történő elvégzéséhez, a magban lejátszódó érési folyamatok alapos ismeretére is szükségünk van, amellyel számos szerző foglalkozik.

Más gabonakultúrákhoz viszonyítva a kukorica szemnedvessége betakarításkor nagyobb intervallumban változhat, ami elsősorban az éréscsoporttól, a hibrid érésfiziológiai sajátosságaitól, a vetés időpontjától és az időjárási tényezőktől függ. NAUMENKO és KIPRA (1982) vizsgálták a kétvonalas hibridek és beltenyésztett vonalak vetőmagjának komplex tulajdonságait a betakarításkori szemnedvességtől függően. Megállapították, hogy a vetőmag tömegének és csírázási százalékanak a maximumát a mag 30-40%-os nedvességtartalmánál érte el. Ezt befolyásolta a genotípus éréscsoportja, valamint a mag képződésének időszakában kialakult időjárás. A szerzők véleménye szerint a magvak csírázóképesége már az érés korai szakaszában kimutatható volt.

KNITTLE és BURRIS (1976) hibridvetőmagvakat állítottak elő hat anyai szülőtörzsön. A nővirágzástól számított 35. naptól kezdve a 98. napig vették a mintákat. A szemek érését a következő paraméterekkel jellemezték: a friss szemek légzési sebességével, feketeteréteg (black layer) kialakulásával, valamint a szem szárazanyag-felhalmozódás ütemével. Megállapították, hogy míg a csírázási százalék nem, addig a gyökér és a hajtás tömege erősen

függött a betakarítási időtől. A szemtömeg maximuma összefüggésben volt a hajtás- és a gyökértömeg maximumával.

BROWN (1920) megállapítása szerint az éretlen szemek betakarítása szemkárosodással jár, ami a következő évben nem megfelelő növényállomány kialakulásához, ezen keresztül termés kieséshez vezethet. Ezt a megállapítást REISS (1944) vizsgálatai is megerősítették, miszerint a nagy szemnedvességgel betakarított mag csíranövény-vigora (seedling vigor) és életképessége kisebb volt, mint a 30%-os szemnedvességgel betakarítotté.

APPLEMAN (1923) vizsgálatai arra mutattak rá, hogy a szemek nedvességtartalmának mérése használható leginkább a fiziológiai érés meghatározásához, mivel a mag érési folyamata elsősorban a vízvesztéssel hozható összefüggésbe. SHAW és THOM (1951) ezzel szemben azt állapította meg, hogy lehetetlen pontosan meghatározni szemnedvesség alapján a mag fiziológiai érését, mivel a fiziológiai érés megjelölésében a szemnedvesség kisebb jelentőségű, mint a mag száraz tömege. Hasonlóképpen ALDRICH (1943) is azt állapította meg, hogy a kukoricavetőmag akkor érik be, amikor a szem maximális szárazanyag-tömegét már elérte. Véleménye szerint, ezért az érés első számú jellemzője a mag szárazanyag-tartalma.

FAUNGFUPONG et al. (1985) a betakarításkori szemnedvességtartalmat és a szemtömeget vizsgálták az érés 13 különböző etapjában. A szerzők azt találták, hogy a szem érésével párhuzamosan javult a mag vigora és csírázási értéke. A csírázás mértékének és a mag vigorának kielégítő szintjét azoknál a vetőmagoknál kapták, amelyeket, a nővirágzást követő 33. napon, vagy azt követően takarítottak be. KNITTLE és BURRIS (1976) is hasonló következtetésre jutottak. A mag érése és vigorának maximuma között szoros korrelációt kaptak, és csak a virágzástól számított 46. napnál korábbi betakarításnál tapasztaltak jelentősebb vigorcsökkenést. Ezen kívül azt is

megállapították, hogy a vigor maximumának kialakulása és a szem érése jellemző volt az egyes hibridekre.

A szem mérete összefügg a szem szárazanyag-felhalmozódás ütemével (FREY 1981). A kukorica életciklusának, egyik kritikus időszaka megközelítően az az öt hét, amely a bibeszál megjelenése előtt két héttel kezdődik és a bibeszál megjelenését követően 2-3 hétig tart (TOLLENAAR 1977). A bibeszál megjelenését megelőző időszakban érvényesülő stressz a cső fejlődésének elégtelenségét, míg a termékenyülés időszakában bekövetkező stressz a csővenkénti magok számát csökkenti a hiányos termékenyülés következtében (CARTER és PONELEIT 1973, TOLLENAAR és DAYNARD 1978).

DAYNARD és DUNCAN (1969) vizsgálataiban eltéréseket találtak a szemenkénti szárazanyagbeáramlás mértékében, amelyet a genotípus, valamint a csövön lévő szemek elhelyezkedésének a különbözősége határozott meg. A szemtömeg gyarapodásában a különbségek a fejlődés utolsó fázisában voltak a legnagyobbak a vizsgált hibridek között a megtermékenyüléstől számított 3. héttől a teljes érésig (TOLLENAAR 1989).

CROSBIE (1982) arról számolt be, hogy az új Corn Belt hibridek hosszabb ideig maradtak zöldek, mint a saját régi változatai, de ez nem mutatott összefüggést a szem szárazanyagának a beépülésével. TOLLENAAR és BRUULSEMA (1988) feltételezték, hogy a bibe megjelenését követő 3. héttől a fiziológiai érésig terjedő időszakig az egyes genotípusok érésében észlelt különbségek annak tulajdoníthatók, hogy az új hibridek valószínű nagyobb levélterület index (LAI) értékkel rendelkeznek. Vizsgálataik során azonban megállapították, hogy a szemtömeg nagyságában észlelt különbségek nincsenek összefüggésben az egyes hibridek LAI értékével.

TOLLENAAR (1991) meghatározta azt az időintervallumot, amikor a maximális ezerszemtömeget kapták. Ezt úgy becsülték meg, hogy az utolsó

betakarításnál kapott ezerszemtömeget és a szárazanyagbeáramlás mértékét vették alapul a szemtelítődés időszakában. Ez vezetett ahhoz a megállapításhoz, hogy korábban alábecsülték a fiziológiai érésig terjedő időszak hosszát, mivel a szárazanyagbeáramlás mértéke (üteme) lelassul a szemtelítődés időszakának végső fázisában. CAVALIERI és SMITH (1985) a szemtelítődés időszakának meghosszabbodásáról, valamint érés kori alacsonyabb szemnedvességtartalomról számolt be a fiziológiai érés fázisában, modern hibridek esetében.

A szemtermés nagysága nagymértékben függ a szárazanyagbeáramlás lineáris szakaszának hosszától, ha azt megfelelő magszám és méretbeli növekedés is kíséri (DAYNARD et al. 1971).

FREY (1981) megállapítása szerint is feltehetően a szemtelítődés lineáris szakaszának időtartalma járul hozzá a szemszárazanyag megfelelő mérvű növekedéséhez. A kukorica fejlődésének kritikus szakasza, az 50%-os nővirágzástól a megporzást követő 2-3 hetes időszak. A szántóföldi kísérletek eredményeként rámutatott arra, hogy a megporzást követő 2-3 héten belül kialakul a végleges soronkénti szemszám és a szemtelítődés lineáris szakasza is befejeződik. A szárazanyagbeáramlás mértékére a virágzás elhúzódásának nem volt hatása, míg a levélfelületnek az 50%-kal való csökkenése (forrás, vagy "source-limit") számottevően mérsékelte azt. Egy adott genotípus vonatkozásában a lineáris szemtelítődés stabilitását PONELEIT és EGLI (1979) is megfigyelték. SHAW (1949) vizsgálatai szerint is állandónak tekinthető a nővirágzás és a szem maximális szárazanyagának kialakulása közti időszak hosszúsága. Az évjárat és a genotípus hatása viszonylag kisebb.

NEAL (1950) Wisconsin 641 AA hibrid különböző szemnedvességgel betakarított vetőmagjainak vizsgálataiból megállapította azt, hogy a legjobb cold teszt értéket a teljes érésben betakarított magok eredményezték.

BROWN (1948) és LIVINGSTON (1951) is a mag érettségére hívják fel a figyelmet. A szemek tömegének, illetve a vetőmagfrakcióknak a hatása nem volt egyértelmű a cold teszt százalékára (JOHNSON 1948, WORTMAN 1950).

KAERVER (1953) a nedvességtartalom és a mechanikai sérülések hatását vizsgálva megállapította, hogy a magas szemnedvességtartalom és a mechanikai sérülések együttes hatása lényegesen csökkenti a cold teszt eredményét. Fokozódik a cold teszt alatt a penészesedés, ha mechanikai sérülés (pericarpiumrepedés), szemtörés éri a magot, különösen akkor, ha ez a csíra környékén következik be. A gépesített betakarítás és a vetőmag feldolgozása során az ilyen külső mechanikai sérülések gyakran előfordulhatnak, ezért fokozott jelentőségük van. Ezen kívül a szerző vizsgálta 10 olyan hibrid cold teszt értékét is, amelyek nedvességtartalma 21-45% között volt. A vetőmag cold teszt értéke 21-25% között is tovább javult, a 26-30%-os nedvességtartalmúhoz képest. A 41-45% közötti szemnedvességtartalom 20%-kal csökkentette a cold teszt értékét, a 26-30% közötti szemnedvesség-tartalmúhoz viszonyítva. A fentiekből arra a következtetésre jutott, hogy a 30%, vagy annál nagyobb szemnedvesség-tartalom jelentősen csökkenheti a cold teszt értékét.

BURRIS (1989) megállapítása szerint is a kukoricavetőmag csírázási százaléka és a cold teszt értéke szoros összefüggést mutatott a betakarításkori szemnedvesség-tartalommal. A vizsgált genotípusoknál a mag nedvességtartalmának 50%-ról 40%-ra történő csökkenésével nőtt a csírázási százalék. Ezzel szemben 32-28% közötti szemnedvesség esetén (azaz a feketeteréteg kialakulása körüli időszakban) kismérvű csökkenést figyelt meg. A feketeteréteg kialakulását követően a további szemnedvesség csökkenés, ismét növelte a csírázási százalék értékeit. Ebből arra a következtetésre jutott,

hogy a fiziológiai érés fázisának van egy kritikus időszaka a vetőmag minősége szempontjából.

A vetőmag biológiai érettsége, betakarításkori szemnedvessége és a szárítás hőmérséklete mellett a hidegtűrés is jelentősen függ az anyanövényeket ért hatásoktól (ISELY 1957). Jelentősen romolhat a hidegtűrés, ha a vetőmagüzemekben nem eléggé kíméletes technológiát alkalmaznak (WORTMAN és RINKE, 1951).

A vetőmagfeldolgozás és tárolás során szerzett sérülések csökkenthetik a hidegtűrést. HARPER (1956) kísérleteiben a kukorica vetőmagvak alacsony hőmérsékleten (5 - 13,9 °C) ért duzzadása során a fiziológiai sérülések következtében nagyobb mértékben pusztultak el, mint a 25°C hőmérsékleten előduzzadó, s azt követően hidegnek kitett magvak. MARTINSON (1971) is megerősítette, hogy a kukoricavetőmagvak alacsony hőmérsékleten történő duzzadása sérülésekhez vezethet, ami ráirányítja a figyelmet a cold test vizsgálatokban a talaj nedvességének a szerepére is.

3.2. A tenyészterület hatása a vetőmag minőségére

A kukoricatermesztés egyik legfontosabb tényezője az optimális tőszám, amelyet a genotípus, a magágy minősége, az időjárás, a tápanyag-ellátottság, a termőhely és a vetőmag minősége közt kialakult összhang határoz meg.

GYÖRFFY (1976) szerint a kukorica növényszámának öröndetes növekedése BERZSENYI-JANOSITS és I'SÓ 50-es években végzett kísérleti munkásságának köszönhető. Ezen túlmenően megállapította, hogy az optimális növényszám függ: a vetendő hibridtől, a táj csapadékviszonyától, talaj vízgazdálkodásától és tápanyagszintjétől. Újabb kutatási eredményei arra

is rávilágítottak, hogy a hibridek optimális tőszáma nemcsak a fajta tenyészidejének hosszától, hanem a genotípusától is függ.

SÁRVÁRI (1988), NAGY és BODNÁR (1986) kísérleti eredményei is bizonyították, hogy a sűrűséget nagymértékben módosíthatja többek között a termőhelyi adottság és az évjárat hatása. Ezért a hibridekre jellemző tőszámoptimum változhat a termesztési feltételektől, illetve az ökológiai adottságoktól függően.

DANG (1992) szerint a növekedésanalízis alkalmas és fontos módszere lehet annak, hogy számszerűsítsük a kísérleti kezelések egyedi és együttes hatását a kukorica növekedésére. Megállapította, hogy a növényszám növelése szignifikánsan csökkentette a növényenkénti szárazanyag produkciót. A növényszám befolyásoló hatását szignifikánsan nagyobbak találta, mint a trágyázását. Az évjárat hatását vizsgálva kifejtette, hogy száraz években a szárazanyag produkció csökkenése a növényszám túlzott növelésekor volt a legnagyobb arányú.

CSALÁNE (1992) kísérleti eredményei - összhangban az irodalommal - is igazolták, hogy a hibridek fontos értékmérő tulajdonságai (növényenkénti csőszám, egyedi termőképesség, proterandria stb.) genetikailag determináltak, amelyeket a környezeti tényezők a sűrítés hatására hibridspecifikusan módosíthatnak.

Ismernünk kell különböző hibridek és azok szülőpartnereinek specifikus tulajdonságait, ezen belül fontos kérdés az, hogy milyen tőszámmal termelhetők és annak a vetőmag minőségére gyakorolt közvetlen hatását (Széll et al. 1992)

A tenyészterület nagyságára a genotípusok eltérő módon reagálnak (MENYHÉRT 1979). A tenyészterület csökkenésével párhuzamosan csökken a másodcsövek száma (MONOTTI és BONCIARELLI 1974b, DAYNARD és MULDOON 1981) és ezzel együtt nő a meddő tövek aránya.

GYÖRFFY (1962) és I'SÓ (1962) több éves tőszámkísérletükben, ha a növényszámot 20000-ről 40000-re növelték, a másodcsövek száma 12,7%-ról 2,6%-ra csökkent. A tőszámnöveléssel párhuzamosan az egyedi produkció nagysága is csökkent.

SAULESCU és POPA (1962) részletes terméselemző vizsgálataiból megállapította, hogy a sűrítés hatására a növényenkénti csövek száma ugyan csökken, de a területegységenkénti csövek száma sűrűbb állományban nő. KOLCAR (1963) szerint is a csövenkénti szemek száma alacsonyabb tőszámnál nagyobb volt. IGNATOVA (1974) véleménye alapján a növényenkénti termés, vagyis az egyedi produkció csökkenése miatt az 50-60000 tőszámnál sűrűbb növényállományokban a tőszámsűrítés már nem növelte lényegesen az egységnyi területen elérhető termés nagyságát.

MONOTTI és BONCIARELLI (1974a, b) a tőszámsűrítés hatását 60-140000 tő/ha-ig vizsgálták. Megállapították, hogy a meddőség mértéke sűrű növényállományban nagymértékben emelkedett, ami 100000 tő/ha-nál elérte a 10%-ot. Az ezerszemtömeg csökkenése kisebb mértékű volt (288-270 g). A szemsorok száma lényegesen nem változott, de jelentősen csökkent a soronkénti szemek száma (36-ról 26-ra).

GYÖRFFY (1977) szerint, a kukorica növényenkénti termésének növelése, a csövenkénti szemek számának a növelésével lehetséges. Vizsgálataiban a növényszám növelése a csövenkénti szemszám jelentős csökkenésével jár együtt. Ugyanakkor az ezerszemtömeg értékének változása jóval kisebb mértékű volt.

I'SÓ (1966) a tőszámot 20000-től 100000 tő/ha-ig vizsgáló kísérleteiben részletes terméselemzést is végzett, amelyben egy bizonyos állománysűrűségig szoros pozitív összefüggést talált az állománysűrűség és az egységnyi területre jutó szemtermés között. Negatív korrelációt kapott viszont az egyedi produkció és a tőszám kapcsolatában.

ZÁBORSZKY (1994) hat genotípussal végzett kísérleti eredményei azt igazolták, hogy a tőszám 6 tő/m²-ről 10 tő/m²-re való növelése szignifikánsan befolyásolta az ezerszemtömeg nagyságát, vagyis a tőszám növelése az esetek többségében az ezerszemtömeg csökkenését vonta maga után. Az évjárathatást értékelve megállapította, hogy a tőszámnövelés az ezerszemtömeg értékeire nem minden évben hatott egyformán. SZUNDY (1978) tenyészterület hatását vizsgáló kísérletében is, a tenyészterület csökkenésével a beltenyésztett törzsek ezerszemtömegének az évjárattól függő eltérő változását figyelte meg.

BERZSENYI (1994) 1981 és 1992 közötti tőszámkísérletében, 12 éven keresztül vizsgálta az évjárat hatását a kukorica szemtermésére. A kísérletek eredményeként megállapította, hogy az egyedi produkció nagysága a tőszámnövelés hatására jelentősen csökkent, különösen a száraz esztendőknél. A növényszám növelésekor az ezerszemtömeg is fokozatosan csökkent, de a csökkenés mértéke az egyedi produkcióhoz viszonyítva sokkal kisebb mértékű volt.

PONELEIT és EGLI (1979) érésdinamikai vizsgálataikból arra a következtetésre jutottak, hogy az állománysűrűség nem befolyásolta a szemek szárazanyagfelhalmozódási ütemét. Az új hibrideknek a szemek szárazanyagfelhalmozódásában tapasztalható javulása a régiekhez képest, részben az állománysűrűség megnövekedett toleranciájának köszönhető (TOLLENAAR 1989).

GYÖRFFY (1988) véleménye szerint a növényszám változatlanul fontos tényezője marad a termés nagyságának, de nem szabad ezzel túllépni a genetikai és ökológiai adottságokat, mivel ezek figyelmen kívül hagyása jelentős termés csökkenést okozhat.

PUCARIC (1974a, b) adatai szerint sűrű állományokban, különösen száraz meleg időjárásban a nővirágzás 4-5 napot is késleltethet a hímvirágzáshoz

képest. A különbség csökkenésére kedvező volt a hűvös, csapadékos időjárás, amikor a nővirágzás csak egy-két napot késett a hímvirágzáshoz képest.

BUREN et al. (1974) három kísérletükben több hibridet is vizsgáltak. Minden esetben negatív kapcsolatot találtak a proterandria nagysága és a szemtermés között. Hasonló eredményeket kapott LANDI és CONTI (1977) is, amikor négy éven keresztül 20 hibridet értékelték 25 ezer, 48 ezer és 74 ezer hektáronkénti tőszám mellett. Eredményeik alapján szoros összefüggést kaptak a tőszám, a proterandria és a tövenkénti csőszám között.

MOCK és HEGHIN (1976) több éves kísérletükben 90-100000 tő/ha sűrűségű állományban, szintén pozitív korrelációt állapítottak meg a tenyészterület nagysága és a nővirágzás ideje között.

VODJANOV és SZTREKALOV (1975) is igazolták, hogy a tenyészterület csökkenésével a nővirágzás ideje eltolódik, vagyis növekszik a proterandria nagysága és vele párhuzamosan a meddőség mértéke. A hímvirágzás idejére vonatkozólag, viszont számottevő változást nem tapasztaltak.

GYÖRFFY (1979) vizsgálatai szerint is nagy érzékenységet mutatnak a nővirágok a tenyészterület csökkenésére. A 100000 tőszám esetén a proterandria elérheti már a 6 napot, sőt az egyes sűrítésre érzékeny hibridek, valamint a még érzékenyebb beltenyésztett törzsek esetében a 12 napot is.

ALDRICH és LENG (1973) szerint a tőszám helyes alkalmazásának különösen a vetőmagtermesztésnél van fokozott jelentősége, hiszen a két szülőpartner együttvirágzását biztosítanunk kell. A hibás tőszám ajánlásából eredő sűrű növényállomány az anyai szülőpartnernél késlelteti a bibe megjelenését, ami rossz termékenyülést és ebből adódóan lényeges termés-csökkenést, továbbá jelentős mérvű minőségromlást (kihozatal százalékos csökkenése, szem méretének és formájának kedvezőtlen irányú változása stb.) okozhat.

NÉMETH et al. (1982) a Szegedi Gabonatermesztési Kutató Intézetben 1971-1981 közt végzett, 11 éves nemesítési munkáról számoltak be. A kísérletek eredményeként megállapították, hogy a genetikai haladás nemcsak a hibridek termőképességének növekedésével mérhető, hanem tőszámreakciójukban is. Az újabb, modernebb hibridek nagyobb termőképességük mellett tágabb tőszámoptimummal is rendelkeznek. Az ilyen hibridek kevésbé érzékenyek a technológiai hibákra, kiemelve itt a soron belüli egyenlőtlenséget, mint a leggyakoribb vetési hibát. A tőszámkísérleteik eredményei alapján egyértelműen igazolták, hogy a vetőmagtermesztési technológiákban a hektáronkénti tőszámajánláshoz a szülőtörzsek specifikus tőszámreakcióját is figyelembe kell venni.

Ezt erősíti meg (Széll 1994) a kukorica vetőmagtermesztés hibridspecifikus technológiájának kidolgozását szolgáló kísérleteinek vizsgálatai is. Kísérleteiben a hektáronkénti növényszám növelése vonalanként eltérő mértékben hatott - termőhely és időjárástól függően - a szülőpartnerek genetikailag meghatározott legfontosabb tulajdonságaira. Eredményei azt is bizonyították, hogy a szülőpartnerek tőszámreakciójának vizsgálatánál több tulajdonság (ezerszemtömeg, vetőmagkihozatal, különböző méretű és formájú szemek aránya) tekintetében kell az értékelést elvégezni, mint a hibridek esetében, mivel vetőmagtermesztésnél a termés minőségi paraméterei legalább annyira fontosak, mint a mennyiségi adatai. A mennyiségi és minőségi optimumok a legtöbb szülőpartner esetében különböző tőszámot igényelnek.

3. 3. A csírázókéesség meghatározása

A XIX. század folyamán világszerte kialakult a vetőmag vizsgálatának, ellenőrzésének rendszere és hivatalosan is bevezetésre kerültek a vetőmagkutatással kapcsolatos tudományos kutatások első eredményei.

A vetőmag csíráztatásának laboratóriumi elvégzéséhez szükség volt a környezeti feltételeknek, így a hőmérséklet, a nedvesség és az oxigénellátás, valamint feltételelesen a fény csírázásélettani hatásainak a megismerésére. Az erre irányuló kutató tevékenység már két évszázaddal ezelőtt megkezdődött (EDWARDS és COLLIN 1834, BROWN 1897), majd az I. világháború után folytatódott (HARRINGTON 1923, SCOTT 1923, PERRY 1972,) és folyamatosan a részletek kidolgozásával a mai napig is tart. A csírázókéesség vizsgálata hivatalosan is elfogadott, pontos és megismételhető módszere lett a vetőmagvak maximális csírázókéességének optimális feltételek közti meghatározására. A csírázókéesség megállapítását minden esetben a fajra jellemzően, megközelítően optimális körülmények között végzik. A csíráztatás alapelveit NOBBE (1876) dolgozta ki és ezek az elvek irányadóak ma is (WELLINGTON, 1969).

GÁSPÁR (1980a) megfogalmazása szerint csírázás fogalma alatt a vetőmagvaknak azt a biológiai tulajdonságát értjük, hogy kedvező körülmények között képesek kicsírázni és normális csíranövénnyé fejlődni.

A kukoricamag csírázását alapvetően három külső tényező befolyásolja: a víz, hőmérséklet és az oxigén. A megfelelő és folyamatos vízellátás alapvetően fontos a magvak csíráztatásának pontos elvégzéséhez (DANNISKA et al. 1965). A mag vízfelvétele kezdetben nagy, és növényfajonként igen eltérő. A kukorica csírázásának megindulásához a magtömeg 38%-ának megfelelő vízmennyiség szükséges. A kevés és a

túlzottan sok víz egyaránt a csírázási folyamat intenzitásának csökkenéséhez, végső soron pedig a leállásához vezethet (KAHRE és WIKLERT, 1965). A vízfelvétel a hőmérséklet függvényében eltérő sebességgel megy végbe. BUTTROSE (1973) szerint az egyes fajok duzzadási ideje is különböző, sőt a magon belül is jelentős eltérések lehetnek. Az endospermium duzzadása jóval lassúbb folyamat, mint a pajsocskáé, vagy gyököcskéé.

MOORE (1965), MARTINSON (1971), OBENDORF (1972) vizsgálataik alapján túl száraz és túl hideg környezetnek, a vízfelvételt jelentősen károsító hatásáról számoltak be.

Közvetlenül a vízfelvétel megindulása után az oxigénre is szükség van. STILES (1960) és COME (1968) az anaerob körülményekkel szembeni tűrőképességről, valamint a maghéj gázáteresztő és oxigénmegkötő képességének a szerepéről számoltak be. A túlzottan átnedvesedett maghéj jelentősen gátolhatja az oxigén felvételét (HEYDECKER és ORPHANOS 1968, HAY 1967 és GUTTERMAN et al. 1967).

A csírázás megindulásának harmadik tényezője a hőmérséklet. A csírázás intenzitása a legnagyobb mértékben ettől függ. A fajra jellemző alsó és felső küszöbértékek között gyorsan változik a biokémiai folyamatok sebessége. GÁSPÁR (1980a) a kukorica csírázásához szükséges hőtartomány alsó és felső határait 8-10, illetve 40-44 °C között állapította meg. BLACKOW (1972) kísérleteiben a csírázás hőmérsékleti optimumát 25-30 °C, a minimumát 9°C körüli értékben határozta meg.

A laboratóriumi csíráztatás optimális (termesztési környezettől eltérő) feltételeket nyújtó módszere azonban nem adott lehetőséget a szuboptimális viszonyok közé kerülő vetőmagvak szántóföldi kelésének biztonságos és megközelítő előrejelzésére. A magvak csírázási százalékát ISELY (1957) szerint úgy kell értelmezni, amely azt a lehetséges maximumot jelöli,

amelynél nagyobb kelést optimális viszonyok esetén sem kaphatunk a szántóföldön.

A mag optimális viszonyok közt nyújtott teljesítményének megismerésén túl, tehát szükséges volt olyan más jellegű módszerek kidolgozására is, amelyek jobban megközelítették és előre jelezték a várható szántóföldi kelés értékét. A vetőmagkutatások iránya, ezért a vigorvizsgálatok kidolgozása felé is elindult.

3. 4. Vigorvizsgálatok módszerei

A magvigor meghatározására irányuló vizsgálatok több mint két évtizedes múltra tekintenek vissza. Fogalmát először ISELY (1951) határozta meg, mely szerint: a mag mindazon tulajdonságainak összességét fejezi ki, amely lehetővé teszi a gyors és egyenletes növényállomány megjelenését a szántóföldön.

A fenti fogalmat WOODSTOCK (1969) tökéletesítette tovább, mely szerint a magvigor: „az aktív, jó egészség és a természetes erőteljesség állapota a magnak, amely lehetővé teszi, hogy a csírázás, kelés gyorsan és teljesen megtörténjen, változatos környezeti feltételek között is.” Ez a megfogalmazás két fő tényezőt foglal magába, az erőteljességet (csírázás sebessége és teljessége, csíranövény növekedése) és a környezet hatását, vagyis a kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyokra való érzékenységet.

A mag vigorának (életerejének) meghatározásával kapcsolatos vizsgálatokat fiziológiai és biokémiai módszerekre oszthatjuk. A fiziológiai módszerek alapja, hogy valamely környezeti tényező a vizsgálatokban stresszorként szerepel. A mag vigorbéli hiányosságai akkor nyilvánulnak meg a legnagyobb mértékben, amikor a magvak kedvezőtlen körülmények közé

kerülnek. Széleskörű kutatások folynak, ezért a magvaknak a szántóföldön előforduló stresszviszonyok közti viselkedésének a megfigyelésére és a várható szántóföldi kelés laboratóriumi előrejelzésére.

SZIRTES és BARLA-SZABÓ (1981) kukoricánál, az általuk kidolgozott vigorvizsgálatok eredményei és a szántóföldön kapott kelés között, igen szoros pozitív korrelációt ($r = 0,80-0,88$) állapítottak meg

A mag vigorát sok belső és külső tényező befolyásolhatja, amelyek kihatnak a növény egész életére, így a kelésére, a kezdeti fejlődésére és a termésére is (WOODSTOCK 1973, SZIRTES 1982, BARLA-SZABÓ et al. (1984).

A vetőmagvizsgálatok során a kutatók egyértelműen igazolták, hogy az azonos fajtájú és csírázóképeségű vetőmagvaknak kedvezőtlen környezeti viszonyok közé kerülésekor eltérő mértékű lehet a kelés gyorsasága, egyöntetűsége és százaléka. NOBBE (1876) ezt a jelenséget „Triebkraft” elnevezéssel illette, valamint az angol irodalomban erre vonatkozólag a Seed vigor (magvigor) meghatározás terjedt el (PERRY, 1981). A magyar elnevezések közül legmegfelelőbb meghatározásnak a „vetőmag életerő” (ROSTA 1977) tűnik.

DÉGEN (1921) beszámolt a Nemzetközi Vetőmagvizsgálók Szövetségének (ISTA) III. Kongresszusán elhangzottakról. A konferencián megerősítést nyert az a megállapítás, hogy a laboratóriumi csírázóképeség és a szántóföldi kelés közti különbség akár 5-50% között is változhat a vetőmag fiziológiai minőségétől függően. Ehhez hasonló eredményekre jutottak STAHL (1931), LINDNER (1961), MÁNDY (1974) vizsgálataik során is. Ebből adódóan BÁNLAKI (1955), PÁSZTOR és PANKUCSI (1969) a kukorica vetőmag helyrevetése esetén 15-30%-os vetőmagtöbblet kivetésére tettek javaslatot a laboratóriumi csíráztatási eredményekhez képest.

A mag vigorának fogalmát élesen el kell határolnunk a beltenyészteses hibridek használata során érvényre jutó "hibrid vigortól". A vetőmag vigorossága esetén kizárólag a mag fiziológiai tulajdonságairól van szó. Ez genetikailag determinált, de nagyban függ a vetőmagtermesztés környezeti (éghajlat, talaj és agrotechnika stb.) körülményeitől, valamint az anyanövény biológiai, botanikai sajátosságaitól (SZIRTES 1982).

A tulajdonságok genetikai kódjainak átörökítéséért a vetőmagvak a felelősek, de érvényre jutásukat jelentős mértékben módosíthatják a közvetlen környezeti tényezők. A nem tökéletes, defektes magvakat nagy számban tartalmazó tételek csak optimális körülmények között tudnak egészséges növényeket nevelni (DENISOV 1966). A vetés idején uralkodó, többnyire szuboptimális tényezők viszont a genetikai tulajdonságok érvényre jutását nagymértékben módosíthatják, amelyek közvetlenül szerepet játszhatnak a tőszámhiányos, kiegyenlítetlen állományok létrejöttében. E tényezők termés csökkentő hatását még a vetőmagmennyiség megemelésével sem lehet az esetek többségében kompenzálni (ISELY 1957, AYRE 1980).

TIUNOV és TIUNOVA (1951), NOSATOVSZKI (1965), SECNIÁK et al. (1980) szerint a mag életerejének kialakításában a következő három tényező kölcsönhatása játszik szerepet:

1. Genetikai faktor (faj és fajta).
2. Az anyai hatás, amihez a magtermő anyanövény fiziológiai, morfológiai jellemzői társulnak.
3. Magtermő növény ökológiai körülményei és a vetőmagfeldolgozás színvonala.

SCHOOREL (1956, 1960) és ISELY (1957) is összegyűjtötték a magvigorra ható tényezőket. Véleményük szerint, ezek az alábbiak:

- időjárás, a mag érése és betakarítása alatt;
- a mag kezelése feldolgozása a betakarítás után (cséplés, szárítás, tisztítás stb.);
- a raktározás időtartama és körülményei;
- a kórokozók és kártevők jelenléte;
- a kémiai anyagok használata;
- a magvak genetikai sajátosságai.

Az előbbi felsorolások nagyban megfelelnek a mai ismereteinknek, de azért némi kiegészítésre szorulnak: pl. a magvigor kialakulásában szerepet játszhatnak, már az érést megelőzően a klimatikus és termőhelyi körülmények is (GALATSCHELOWA és MARUSSINA 1967, GÁSPÁR 1980b), továbbá az alkalmazott agrotechnika. Ezen kívül nem lehet figyelmen kívül hagyni az anyamag fiziológiai tulajdonságait sem, hiszen egy kiváló genetikai értékű, de leromlott fiziológiai tulajdonságokkal rendelkező alapanyagból hibátlan vetőmagra sem számíthatunk (ATTA és GÁSPÁR 1984).

3.4.1. A vetőmag életerejének meghatározó paramétere: a cold teszt

A vigorvizsgálatok fiziológiai módszerei közül a cold teszt, mint talajos módszer az egyik legelterjedtebb és egyben legnagyobb jelentőségű vigorteszt, amelyet a szántóföldi környezeti viszonyok szimulálásaként használnak.

TATUM (1942) végezte az első olyan kísérleteket főleg hidegtűrő egyedek kiválogatása céljából, amelyekben a kukoricamagot a minimális csírázási hőmérséklet alatt, 8,3 °C-on inkubálta, szántóföldi (patogén kórokozókat tartalmazó) talajban, majd ezt követően optimális hőmérsékleten csíráztatta. Ez lett az alapja a későbbiekben használt és általánosan elterjedt ún. "cold test" vizsgálatoknak is (BOCHICCHIO 1985).

A módszert ISELY (1950), NEAL (1950), HOPPE (1951, 1955, 1956, 1958) tökéletesítették és elsősorban a vetőmag minősítésére adaptálták, miközben kidolgozták a nagy sorozatban is elvégezhető, ún. "rolled towel" változatot.

A módszerben alkalmazott inkubációs idő alatt a vetőmag csírázási feltételei kedvezőtlenek, így a mag gyakran elfekszik a talajban, ezáltal a penészgombák nagymértékben károsíthatják. A patogén környezettől függően a magot sokféle gombafaj veszélyeztetheti. Ennek tanulmányozásával, agresszivitásuk feltételeivel és az egyes fajok izolálásával több szerző is foglalkozott.

HOPPE (1951), LIVINGSTON (1951) és BOJARCZUK et al. (1968) szerint a talajpatogének közül a *Pythium* fajok a legfontosabb károsítók közé sorolhatók.

A vetőmagvak cold teszt értékére ezen kívül jelentős hatással lehet a tárolás módja és ideje. HOPPE (1956) vizsgálataiban a vetőmagvak "cold test" értéke egy év tárolás után 5%-kal, míg két év után 20%-kal csökkent. NEAL és DAVIS (1956) a szobahőmérsékleten és a 8,3 °C-on tárolt vetőmagvak cold teszt értéke között jelentős különbséget talált. A Wisconsin Egyetemen hosszú időn keresztül foglalkoztak a cold teszt kutatásával. (NEAL 1950, NEAL és DAVIS 1956, HOPPE 1955, 1956, 1958 és ANDREW 1954). Eleinte csak az inkubációs hőmérsékletet tudták szabályozni, a csíráztatást üvegházban, vagy szobahőmérsékleten végezték.

HOPPE (1951) vizsgálta az inkubációs hőmérséklet és az eltelt idő közti összefüggést. Kísérleti alapon megállapította, hogy 4°C-on a patogének aktivitása gyenge, 11°C-on már sokkal erősebb és az inkubációs idő növelésével fokozódik. Az inkubációs hőmérsékletet tekintve, (BRUGGINK et al. 1991) a 8,8 °C hőmérséklet sokkal hatékonyabbnak bizonyult a vigorkülönbségek kimutatására, mint a 8,8-15 °C közötti. Efölötti hőtartományokban vigorkülönbségek már nem voltak megállapíthatók.

NEPTUNE (1953) 4, 8, 12, 16 nap inkubációs időt alkalmazott, amely alapján megállapította, hogy az inkubációs idő növelésével párhuzamosan romlott a vetőmagvak cold teszt értéke is.

A cold teszt eredményességére nagyban kihat az inkubációs szakaszon belül a patogének agresszivitásán az alkalmazott időn és hőmérsékleten túl a talajnedvesség is. NAGY et al. (1984) vízkapacitás 50-60%-áig telített talajt javasolnak, míg SVIEN (1951) 60%-ot, HERCZEGH (1978) 65-70%-ot, SZUNDY (1981) pedig a 70%-ot tartja megfelelőnek. A hideg talajban a mag duzzadása során bekövetkezett sérülések összefüggést mutatnak a talaj nedvességtartalmával (MARTINSON 1971). A talaj típusa és nedvességtartalma NIJENSTEIN (1985) szerint is befolyásolja a teszt eredményét, különösen a kukorica vigorosságának megállapítására irányuló kísérletekben.

A cold teszt vizsgálatokról az eddigi kísérletek alapján az a vélemény alakult ki, hogy megfelelően jelzi a vetőmag minőségét és a szántóföldi keléssel is viszonylag jó összefüggésbe hozható. A szántóföldi kelés és a cold teszt csírázási százalék pozitív kapcsolatára már TATUM (1942), PINELL (1949), INGOLD (1957), KOVÁCS (1958, 1961) és HOPPE (1956, 1957) is tettek utalásokat.

BURRIS (1976) véleménye szerint abban az esetben, ha a hagyományosan vetett kukoricamagvak az ideálisnál gyengébb talajviszonyok

közé kerültek, a cold teszt megbízhatóbb összefüggést mutatott a szántóföldi keléssel, mint a hagyományos csíráztatás. MARTIN et al. (1988) vizsgálatai szerint is a cold teszt jóval szorosabb korrelációt adott a szántóföldi keléssel, mint a laboratóriumi csíráztatás, viszont a korreláció mértékét az évjárat és a termőhely nagymértékben befolyásolta.

DELOUCHE (1976) értékelésében a cold teszt eredményét négy külső tényező határozza meg:

1. Csávázás.
2. Cold teszt időtartalma.
3. Az inkubáció során alkalmazott hőmérséklet.
4. A talaj patogén viszonyai.

Ezek alapján a cold teszt eredménye abszolút értelemben nem használható, de a vetőmagtételék egymással történő összehasonlítására kiválóan alkalmas.

A felsorolt stressztényezők közül az első helyre a kórokozók jelenléte és agresszivitása tehető. CRANE (1956), WOODSTOK (1976), ADER és FUCHS (1978), valamint FIALA (1981) megállapítása, - miszerint a talaj hősterilizálást követően elveszíti stresszhatását - csak részben érvényesül, mivel a 10 napos és 10°C-os inkubálást, valamint a talaj fizikokémiai hatását is stressztényezőként tekinthetjük, bár kétségtelen a mikroorganizmusok nagyobb jelentősége.

A cold teszt vizsgálatokban, a talajban található patogének elsődlegességét már MEYERS (1924), KOVÁCS (1961), JOHANN et al. (1928), HOPPE és MIDDLETON (1950), Mc KEEN (1951) is kimutatták. Vizsgálataikban a kórokozók szerepét, patogenitásuk mértékét a fertőzött kukoricaföld és annak sterilizált változatának az összehasonlításával állapították meg.

Az amerikai irodalomban általában a *Pythium* fajokat tartják a legveszélyesebbnek a csírázó magvakra (HOOKER 1955, 1956, HOOKER és DICKSON 1952, AGO 1976, FOLEY 1980), de a *Fusarium* fajok által okozott kártételre is számos utalást találhatunk (DICKSON 1923, BOJARCUK et al. 1968, DJAKAMIHARDTA et al. 1970, FUTRELL és KILGORE 1969, SCOTT és FUTRELL 1970, BURRIS 1976, GARZONIO és LARSEN 1981, MESTERHÁZY 1978).

A kukorica hidegben történő csírázásakor és a kórokozók szerepéről, patogenitásáról DICKSON (1923) a következő fontosabb megállapításokat tette:

1. A fertőzés általában a csírázás korai stádiumában következik be.
2. A talaj hőmérséklete az egyik legfontosabb tényező a csírákori pusztulás mértékének alakításában.
3. A csírapusztulás elsősorban a kukorica növekedése szempontjából kedvezőtlen hőmérsékleten fordul elő.

A csávázatlan magokkal folytatott cold teszt vizsgálatoknál, még standardizált módszerrel is, a talajban található patogénektől függően jelentős mértékben változhatnak az eredmények.

Erősen fertőzött talajban elsősorban a genotípusok kórokozókkal szembeni rezisztencia szintje, míg enyhén fertőzött, esetleg kórokozóktól mentes talajban viszont a genetikai hidegtűrése határozza meg döntően a vetőmag cold teszt csírázási százalék nagyságát.

HOOKER (1956) megállapítása szerint a *Pythium* genus különböző fajaival szemben már jó genotípusos rezisztenciát sikerült kialakítani. Hasonlóról számolt be FOCKE és FOCKE (1963) a *Fusarium* fajok esetében is. MESTERHÁZY (1982, 1983, 1986) a búza és kukorica *Fusarium* fajokkal szembeni ellenállóságát tanulmányozva kiemeli, hogy a *Fusarium*

culmorummal és a *Fusarium graminearummal* szembeni rezisztencia genetikai alapja lényegében megegyezik. Viszont nehézségeket okoz, hogy a kórokozók izolátumai között a patogenitásbeli különbségek jelentősen eltérhetnek egymástól (MESTERHÁZY 1978). Ugyanakkor DELOUCHE (1976) és MARTON et al. (1997) arra hívják fel a figyelmet, hogy a cold teszt magvigorról adott értékelése erősen befolyásolt más külső tényezők által, mint például a csávázás. Ezért többen célszerűnek látják sterilizált talajban és mesterséges közegben is vizsgálni a hidegtűrést (TATUM és ZUBER 1943, KOVÁCS 1961, MARYAM és JONES 1983, CHRISTELLER 1984, BOCSI 1988).

VARGÁNÉ és BARLA-SZABÓ (1980) véleménye szerint a talajlakó mikroorganizmusokkal szemben a magvak természetes (maghép, rezisztencia stb.) és mesterséges (csávázás) védelem alatt állnak. A csávázószer és a csávázás jó minősége a fajra jellemző életerejű kukorica vetőmag esetén ellensúlyozza a kórokozók támadását és elfedheti a vetőmagelőállítás okozta magkárosodások egy részét is (hép- és endospermium repedés stb.). A módszer kezeletlen magvak esetén (csávázás nélkül) a patogén szervezetekkel szembeni rezisztencia próbának tekinthető, míg csávázást követően a mag védelmi minőségéről ad tájékoztatást. Ritkán előfordulhat, hogy egy kifogástalanul csávázott vetőmag cold teszt értéke kicsi. Ez rendszerint a tétel gyenge életerejét jelzi és arra utal, hogy viszonylag gyenge fizikai stressztényezők (hideg, talaj stb.) hatására is jelentősen károsodhatnak a magvak. Az ilyen labilis vigorosságú tételek korai elvetése kockázatos, mivel ez jelentős töszámhiányhoz és ezen keresztül termés kieséshez vezethet (EKE 1980, SZÉLL és BÚVÁR 1980, BODNÁR 1981, ASZTALOS 1981).

A cold teszttel kapcsolatos irodalmat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a szerzők véleményei többször eltérnek egymástól. A módszer

sajátosságait tekintve, sok előnyös tulajdonsága ellenére a meglévő hiányosságai (a csíráztató közegből adódó sok megmagyarázhatatlan és szórt eredmény) miatt, önmagában nem képes teljeskörű felvilágosítást adni a mag fiziológiai állapotáról.

A cold tesztnek a mag vigoráról nyújtott nem elégséges információi, ezért további vigorvizsgálati módszerek kidolgozását tette szükségessé, amelyek közül a leggyakrabban használtak a következők:

1. Gyorsított öregítéses test (accelerated aging test).
2. A mag tárolhatóságának vizsgálata (DELOUCHE és BASKIN 1973).
3. Tetrazolium teszt (MOORE 1962) az életképesség értékelése.
4. Csíranövekedési ütemvizsgálat (BURRIS et al. 1969).
5. Csíráztatás sebességének vizsgálata (KOTOWSZKI, 1926).
6. Mechanikai sérülés teszt (KOEHLER 1957, SIMAK és KAMRA 1963).
7. Elektromos vezetőképesség teszt (MATHEWS és BRADNOCK 1968).
8. Komplex Stresszeléses Vigor Teszt (CSVV) (SZIRTES és BARLA-SZABÓ 1981).

3.4.2. A Complex Stressing Vigour Test (CSVV) szerepe a vetőmag életterejének meghatározásában.

Magyarországon ezt a módszert a NÖMI Vetőmagvizsgálati Osztályán dolgozták ki (SZIRTES és BARLA-SZABÓ 1981, SZIRTES et al. 1982). Az eddigi vizsgálatok alapján a módszer jól használható búza- és kukoricavetőmagok biológiai értékének meghatározására. A CSVV általános stresszelésen és az azt követő pozícionált (gyökér lefele, hajtás felfele) csíráztatáson alapszik.

A módszer első része 96 órás víz alatti áztatásból áll, amelynek az első 48 órájában növényfajnak megfelelő optimális hőmérsékletet (búza 20 °C, kukorica 25 °C), majd ezt követően, a másik 48 órában hideg stresszet előidéző alacsony hőmérsékletet (búza 2 °C, kukorica 5 °C-ot) alkalmaznak.

MATTHEWS és BRADNOCK (1967, 1968) és DON et al. (1980) igazolták, hogy a vetőmag áztatása során a sérült membrán szerkezetű szemek (sejtek határhártyáinak és a maghéj sérülései miatt) gyorsabban és nagyobb mennyiségű anyagot eresztenek ki a deionizált oldatba, aminek mértéke összefügg a csírázási tesztek eredményeivel. Az általuk használt rövidebb ideig (24 óra) tartó, hideg hőmérsékletet nélkülöző áztatás elegendő ugyan ahhoz, hogy mérhető különbségek alakuljanak ki a magok sérülése következtében az oldatok ionkoncentrációja között, viszont az erősebb fiziológiai stresszhatás kiváltásához kevés. A módszerükben alkalmazott áztatásos stressz oxigénhiányt idéz elő a magvakban, aminek következtében a gyengébb fiziológiai állapotban lévő magok sejtmembrán rendszere fokozatosan elveszíti a biokémiai funkcióját (LAIDMANN et al. 1979), ami egyben az RNS, valamint a proteinszintézis jelentős mérvű csökkenését is eredményezi (BRAY 1979).

Ehhez viszonyítva a Komplex Stresszeléses Vigor Teszt első részének 96 órás áztatásos periódusa a 48 órás optimális hőfokon történő áztatáson túl, további 48 órás alacsony hőfokon való áztatást is tartalmaz, ami az előző szerzők módszeréhez képest többoldalúbb stresszhatást jelent a mag számára. Ez relatív módon tovább csökkenti az oxigénhiányt, növelve ezzel az anaerob körülmények romboló hatását. SZIRTES (1982) megállapítása szerint is, a hideg és a folyamatos áztatás elsősorban az RNS szintézis maradandó károsodását idézi elő. A módszer második része a stressznek kitett magvaknak meghatározott, viszonylag rövid ideig (4 napig) tartó optimális feltételek közti csíráztatása. A pozícionált (gyökér lefelé, hajtás felfelé)

csíráztatást, a csíranövény hosszát is figyelembe vevő kiértékelés követi, amelynek az alapját GERM (1949) által kidolgozott csíranövekedési stressz képezi.

A kutatók igen nagy jelentőséget tulajdonítanak annak, hogy a csírázásbiológiai tesztek eredményéből megfelelően következtetni lehessen a szántóföldi kelésre. GÁSPÁR (1968), WOODSTOCK (1968), BEDFORD (1974) és PERRY (1981) a laboratóriumi vizsgálatok és a szántóföldi kelés közti sztochasztikus kapcsolat megtalálásában látták a kérdés megoldását.

ISELY (1957) a vigortesztek eredményének új értelmezésével a hajtás hossza alapján a normál (ép) csíranövényeket nagyvigorú, kisvigorú kategóriákba sorolta. Az általa készített modellből arra következtetett, hogy az olyan vetőmagvak, amelyekből a nagyvigorú csíranövények fejlődnek, azok kedvezőtlen körülmények között is képesek kikelni és normálisan fejlődni. A módszer jelentősége, hogy a magtételtől függően egy szűkebb, vagy tágabb intervallumot jelöl meg a szántóföldi kelés előrejelzésére.

BARLA-SZABÓ (1985) vigorvizsgálati eredményei egyértelműen igazolták, hogy a CSVT szoros összefüggést mutat a szuboptimális feltételek közé kerülő vetőmagvak szántóföldi kelésével. ISELY (1957) modelljét továbbfejlesztve egy szaktanácsadási rendszert dolgozott ki, amelynek alapját kukoricánál a csírázóképeség, Komplex Stresszeléses Vigor Teszt és a cold teszt vizsgálatok képezik. A CSVT során kapott nagyvigorú egyedek csírázási százaléka a várható kelés minimumát jelöli, mivel ezeknek a magvaknak a kelésére a kedvezőtlen vetéskori időjárás esetén is biztosan számíthatunk. A csírázóképeség százaléka viszont az optimális körülmények közti kelési lehetőség maximumát jelenti. A várható szántóföldi kelést e két eredmény átlaga határozza meg. Véleménye szerint a vetőmagvizsgálatok közül a vetőmag életerejének megállapítására kidolgozott CSVT nyújtja a

mag vigoráról a legtöbb információt. Előnye, hogy viszonylag rövid idő alatt egyszerű laboratóriumi körülmények között, sorozatban elvégezhető és eredménye megbízhatóan ismételhető. A teszt segítségével hű képet kaphatunk a vetőmag általános fiziológiai állapotáról. A fentieket támasztják alá ODIEMACH (1991) több éves vizsgálatai is. A szerző a vetőmagjellemzők közül szintén a CSVT-t emeli ki, mint a legmegbízhatóbb paramétert a szántóföldi kelésre illetve a növényegyedenkénti produkcióra vonatkozóan.

3.5. A vetőmagfrakciók és a vetőmagkezelések hatása a mag biológiai értékére

Régóta ismert tény a különböző vetőmagfrakciók életképessége közötti különbség (BARLA-SZABÓ 1985, BERZY et al. 1996, EISELE 1981, FIALA 1977, GERM 1966, KIETREIBER 1972, THIELEBEIN 1958). A szerzők vizsgálataik eredményeként azt a következtetést vonták le, hogy a gömbölyded alakú kukorica vetőmagvak általában kevésbé életerősek, mint a lapos frakciók. Terméskülönbséget viszont az egyes frakciók között csak csekély mértékben, illetve egyáltalán nem mutattak ki. Más szerzők (PÁSZTOR 1962, HEICZMANN 1964) korábbi kutatásaik alapján azt a megállapítást tették, hogy az egyes vetőmagfrakciók vetési értékei nem különböznek számottevően egymástól, ezért javasolták a frakciók számának csökkentését.

A vetőmagelőállítás során az eltérő körülmények közé került, különböző méretű és alakú vetőmagvak sajátágaiktól függően eltérő válaszreakciót adhatnak (KRISHAVE és VANANGAMDI 1989, KUSHIBKI és KUMAHATA 1980, SCOTTI és SILVA 1977), ami szintén a vetőmag

biológiai értékének különbözőségére vezethető vissza. A világ kukoricanemesítésének megalapozásában döntő szerepet játszó és az USA-ban a 60-as 70-es években leggyakrabban használt beltenyésztett törzsek közül a B 73 és a Mo 17 genotípusok frakcióinak eltérő biológiai értékéről tesz említést SHIEH és Mc DONALD (1982), de a csíranövény laboratóriumi értékelésén kívül egyéb szántóföldi (kelés, tőszám, termőképesség) vizsgálat is hiányzik a kísérletből. A frakciók közt adódott különbségek, véleményük szerint nem konzekvensek, ennek ellenére számszerűleg a lapos frakciók több esetben eredményeztek életerősebb csíranövényeket, mint a gömbölyűek.

BERZY et al. (1997) a csávázatlan és a csávázó szerrel kezelt tételeknek a vetőmagfrakciók közti terméskülönbségeire irányuló vizsgálataik során megállapították, hogy a csávázatlan tételek esetén a vetőmagfrakcionálásnak csak másodlagos szerep jutott a környezeti feltételekhez képest. Viszont nagyon fontos hangsúlyozni a vetőmagkezelés fontosságát, hiszen a növény kezdeti fejlődését nagymértékben befolyásolja a perikarpium repedéseiben lévő mikroorganizmusok jelenléte is (ROUNHAWA et al. 1990).

Elsősorban a gombabetegségek ellen használatos magfelszínkezeléseknek (csávázás) tulajdonítanak nagy fontosságot a kutatások. A felvitt kémiai anyagnak meg kell védenie a magot, majd később a csíranövényt a károsító mikroorganizmusoktól, ezen kívül bizonyos állati kártevők ellen is védelmet kell nyújtania a raktározás közben és a vetést követően egyaránt (MENYHÉRT 1985). A hatóanyag és dózis, valamint a vetőmag genotípusa a legfontosabb tényező a helyes módszerek kiválasztásában.

A csávázás cold teszt javító hatását igazolták (SZÉLL et al. 1992) vizsgálatai is. Jó csávázással és megfelelő csávázószerrel (Buvisild, Vitavax) jelentősen javultak a cold teszt érték. Azokból a vetőmagvakból is, amelyek

csávázás előtt alacsony cold teszt értéket mutattak, csávázva megközelítően ugyanolyan jó cold teszt értékűek voltak, mint amelyek csávázás előtt is jó cold teszt értékkel rendelkeztek. A szántóföldi kísérletek eredményei (kelési százalék, termés) azonban azt támasztották alá, hogy az a jó vetőmag, amelyet csávázatlanul és csávázva is jó biológiai érték jellemez.

A kaptánnal és thirámmal történő magkezelés védőhatását hangsúlyozza BRUGGINK et al. (1991). A mancoceb fungicid oxabetrinil antidótummal 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).

Benomil, kaptafol, kaptán, karbendazim, maneb, diklofuanid és tiabendazol hatóanyaggal kezelt magtétéleket vizsgált MORENO - MARTINEZ et al. (1985). A fungicidek között nem találtak szignifikáns különbségeket, de kiemelik a csávázatlan tételek gyengébb fejlődését a csávázottakkal szemben.

Az inszekticides vetőmagkezelések magbiológiai érték javító hatásáról számolt be KASHYAP et al. (1994). A vetőmagkezelés alapján levont következtetésük az, hogy a kísérletben szerepelt inszekticidek szignifikánsan is javították a csírázóképeséget és a magvigort.

A vetőmag minőségét nemcsak a fungicides csávázószeres egyenletes magfelület bevonásával lehet javítani. Nagyon fontos, hogy a csíranövények a kelés után időszakban is megfelelő védettséget élvezzenek, mind a növényi, mind az állati (rovar) kártevőkkel szemben. A közelmúltban kifejlesztett imidakloprid tartalmú inszekticidek (Gaucho) új lehetőségeket nyitottak a szántóföldi növényvédelemben, elsősorban a hosszú ideig fenntartott, vírus vektorok elleni védettség szempontjából. Elsősorban őszi kalászosok növényvédelmében (vírusvektorok távoltartása a fiatal csíranövénytől), a

csávázószerként történő alkalmazás termésfokozó hatásáról számoltak be SCHÖBERLEIN et al. (1998).

Magyarországon engedélyezés alatt álló perspektivikus rovarölő csávázószeres kukoricában az egyes talajlakó és fiatalkori kártevők (fritlégy, kukoricabarkó) ellen eredményesen alkalmazhatók. Sajnos ez az amerikai kukoricabogár lárvák elleni védekezés vonatkozásában már nem mondható el. Az ellenük való védekezésben az inszekticides vetőmagcsávázás szerepéről még vita folyik. További korrekt kísérleti eredmények szükségesek ahhoz, hogy hatásáról egyértelműen állást tudjunk foglalni (SZÉLL 2003).

3.6. A vetésidő, mint agrotechnikai tényező hatásának vizsgálata

Már a régi magyar szakirodalomban is számos olyan adat található, amely a szokásosnál korábban történő vetésre biztatja a gazdákat. PETHE (1817) és BALÁS (1889) munkái azt igazolják, hogy jó minőségű vetőmag felhasználása esetén mindig biztonságosabb és nagyobb termésre, valamint korábbi érésre számíthatunk, ha a szokásos időpontnál korábban vetünk.

I'SÓ 1966-ban rámutatott arra, hogy már a XIX. században helyes nézetek uralkodtak hazánkban a kukorica vetésidőjével kapcsolatban.

PÁSZTOR (1958) három éves kísérletsorozatának eredményeiből megállapította, hogy a helyesen megválasztott vetésidő mind a tenyészidőre, mind pedig a terméseredmények alakulására kedvezően hat. Figyelembe kell azonban venni a fajtatulajdonságokat is, mivel a kísérletében szereplő fajták esetében nem volt azonos a vetésidő-optimum. Fentiek miatt, valamint abból adódóan, hogy ugyanaz a hibrid különböző évjáratban eltérő vetésidő-optimumot mutat, a szakemberek véleményei eltérőek. Erre I'SÓ (1962) hívja fel a figyelmünket. KOVÁCS (1957) szerint a vetésidővel kapcsolatos

ellentétes vélemények jó része abból fakad, hogy nem veszik figyelembe az elvetett mag minőségét.

Mindent egybevetve azonban a korai vetések kedvezőbbnek mondhatók, a vetésidő-kísérletek eredményei e mellett szólnak (I'SÓ 1962). Ugyanakkor PÁSZTOR (1962) a május első dekádjában történő vetést tartja optimálisnak.

GYÖRFFY et al. (1965), I'SÓ (1966), valamint PÁSZTOR (1966) vetésidő-kísérleteik eredményeit összefoglalva megállapították, hogy a rövidebb tenyészidejű hibridek kevésbé érzékenyek a kései vetésre. A vetésidőt azonban nemcsak a hibrid, hanem a talaj is befolyásolja. A jobb hőgazdálkodású talajok korábban melegednek fel, így ott a vetés már április 10-25. között elvégezhető, míg a gyengébb hőgazdálkodású talajokon április 25. és május 5. közé esik a vetésidő-optimum. Ez a kérdés azonban jelentősen befolyásolt a vetőmag minősége által is (MENYHÉRT 1985).

Ugyancsak a május 5-ét megelőző vetést tartja optimálisnak BEHAEGHE et al. (1981), mivel kísérleteiben a későbbi vetés esetén általában magasabb betakarításkori szemnedvesség tartalmat mért. JOHNSON és MULVANEY (1980) a május 6-i vetést tartja a legkedvezőbbnek, a két héttel későbbi vetésnél 5%-os volt a termés csökkenés.

SIMILARU (1986) ennél jóval korábbi időpontot talált optimálisnak. Kísérletében a tápanyaggal megfelelően ellátott talajon az optimális vetésidő április 15-e és április 20-a közé esett, 50-60 ezres tőszám esetén. TOMORAGA et al. (1985) viszont már az április végi vetésnél is termés csökkenést tapasztalt.

SÁRVÁRI és FUTÓ (2001a,b) szerint is a korai vetéssel egyes hibrideknél kiemelkedő termésnövekedést és kisebb betakarításkori szemnedvességet érhetünk el, ami növeli a termesztés hatékonyságát. Ezért

olyan fajtaspecifikus technológia alkalmazását javasolják, amely a vetésidőt a többi termesztési tényezővel összhangban megfelelően adaptálja a hibridekre.

BAUER és CARTER (1986) nemcsak a vetésidő és a szemtermés mennyisége között talált összefüggést. Azt tapasztalta, hogy késői vetés hatására fokozódott a szemek törékenysége, amely a későbbiekben tárolhatósági problémákat is okozott. Ezen túlmenően a késői vetés kísérletében 4-6%-kal csökkentette a hektáronkénti szemtermést. A kísérletben ugyancsak fokozta a szemek törékenységét a nagy állománysűrűség, a gyenge nitrogénellátottság és az öntözés is.

IMHOLTE és CARTER (1987) valamint RUSSELLE et al. (1987) ugyancsak azt tapasztalták, hogy a kései vetés csökkenti a szemtermést és növeli a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat.

Látható tehát, hogy az idő múlásával – ahogy egyre több vetésidővel kapcsolatos kutatási eredmény látott napvilágot – közeledtek egymáshoz a vetésidővel kapcsolatos vélemények, és ma már a legtöbb kutató és gyakorló szakember látja a korai, középkorai vetés kedvező hatását, az ebben rejlő lehetőségeket.

A vetésidő és a termésmennyiség közötti kapcsolat azonban közvetett. E tényező ugyanis az egészséges, jól fejlődő és megfelelő vegetatív tömeggel rendelkező növényállományon keresztül fejti ki hatását.

POPOV (1979) vizsgálatai szerint áprilisi vetés esetén kisebb a mozaikvírus fertőzöttség és ennek is köszönhető, hogy a korai vetések esetén nagyobb termést takaríthatunk be.

BERGMANN és TURPIN (1984) viszont felhívja a figyelmünket a korai vetés árnyoldalaira is. Kísérleteikben a vetésidő és a növényvédelem kapcsolatát vizsgálták és azt tapasztalták, hogy az áprilisi vetéskor szignifikánsan több *Diabrotica spp.* lárvát találni az állományban. Okként azt emelte ki, hogy az L1 lárvák korai vetéskor már találhatnak tápnövényt, míg

késői vetéskor nem. Kukoricabogárral erősen fertőzött területeken ezért előnyösebb lehet a középkései vetés.

BERZSENYI et al. (1998a,b,c,d, 1999) 1995-ben és 1996-ban öt különböző tenyészidejű hibriddel folytatott kísérleteiben azt tapasztalta, hogy a korai vetés a reprodukzív növekedést, a kései vetés a kezdeti vegetatív növekedést segítette elő. A későbbi vetésidőpontban gyorsabban jelentek meg a levelek, de a végső levélszámot a vetésidő nem befolyásolta.

A fent leírtak alapján is látható, hogy a kukorica vegetatív és generatív fejlődése szempontjából egyaránt limitálónak tekinthető a hőmérséklet.

BOCZ (1996) szerint is alapvető feltétele ez a kukoricatermesztésnek. Kihangsúlyozza, hogy tavasszal és ősszel nagy a hőmérséklet ingadozása, ami nem kedvez a kukorica fejlődésének. A késői felmelegedés késlelteti a kelést, vontatottá teszi a fiatal növények fejlődését.

Régebben a kukorica asszimilációs hőküszöbét 10 °C fokban állapították meg és ezt használják még ma is. A mérsékelt égövhöz jobban alkalmazkodott kukorica asszimilációs hőküszöbértéke azonban alacsonyabbá vált. Az újabb hazai számítások alapján 6-8 °C -ra kívánják a hőküszöbértéket módosítani.

HODGES et al. (1997) kukorica vonalakat és hibridjeiket vizsgálva azt tapasztalták, hogy a fejlődés során a genotípusok hidegérzékenysége megváltozott. Ők a csírázáskori és a kezdeti fejlődéskori hidegérzékenységet vizsgálták, és arra a következtetésre jutottak, hogy e két értéket más faktorok határozzák meg, továbbá hogy a vonalak hidegtűréséből nem lehet következtetni a hibridek hidegtűrésére. Ugyanakkor DHILLON et al. (1993) szerint normál időben történő vetés esetén lehet szelektálni a levelek sárgulása alapján a hidegtűrésre.

A kukorica hűvös, csapadékos tavaszon nehezen kel, lassan fejlődik. Fontos tehát annak megállapítása a korábbiakkal összhangban, hogy mely genotípusok képesek tolerálni a kora tavaszi kedvezőtlen körülményeket.

SEMUGURUKA et al. (1981) ugyancsak azt tapasztalták, hogy a hibridek hidegtűrése különböző ugyan, de magasabb hőmérsékleten regenerálódni képesek a hideggel szemben kevésbé toleráns hibridek.

MENYHÉRT (1985) szerint a kukoricahibridek vetésidejét a cold teszt értéken túl a hibrid genetikai jellemzői, a tenésztidő hossza is befolyásolja, valamint a talajhőmérséklet, a vetőmag minősége és a naptári időszak is. Korai vetéskor ugyanis a kukorica hamar beárnyékolja a talajt, ezzel csökkenti a talaj párolgását és ha a virágzási, megtermékenyülési időszak alatt a növény elegendő fényt és hőmennyiséget kap több szem kifejlődését teszi lehetővé. Korai vetéskor a gyökérrendszer kifejlődéséhez is több idő áll rendelkezésre, tehát mélyebbre hatol le, ami esetleg még virágzáskor is lehetővé teszi a növény számára, hogy nagyobb mélységből vegyen fel vizet. A korán vetett kukorica ezen túlmenően kisebb testű, kedvezőbb Harvest index-el rendelkezik. A cső alacsonyabban helyezkedik el, így relatíve jobb lesz a szárszilárdság is. Késői vetés hatására ráadásul a termés is csökken.

GYÖRFFY et al. (1965) közlése ugyanezt támasztja alá. Saját kísérletei azt igazolják, hogy egy hónapos késés a vetéssel 20-25%-os termés kiesést okoz. ROSSMANN és COOK (1966) tíz évet átfogó kísérleteiben azt tapasztalta, hogy az optimálishoz képes 10 napos késés 9%-kal, 20 napos késés 16%-kal, míg a 30 napos késés 27%-kal csökkentette a szemtermést.

Az optimális vetésidő MENYHÉRT (1985) szerint Magyarországon április 10. és május 5-e között van. Szerinte a korai vetés az eddig elmondottakon túl a növény műtrágya-hasznosító képessége szempontjából is előnyös. Ez mindennek előtt a nitrogénre igaz. Martonvásáron BERZSENYI et al. (1998 b) az április 20-25-i vetésidőt tartja optimálisnak.

Látható tehát, hogy bár az elmúlt évtizedekben a kukorica vetésidejével foglalkozó kutatók és gyakorló szakemberek véleménye között gyakran különbségek voltak, mára azonban az álláspontok közeledtek egymáshoz és elmondható, hogy hazánkban a középkorai, korai vetésidő tekinthető optimálisnak.

3.7. A kukorica kelését és kezdeti fejlődését befolyásoló tényezők

A kukorica kelését, a fiatal növény fejlődését döntően a környezet hőmérsékleti viszonyai határozzák meg. Hazánkban a fejlődést limitáló hőmérséklet elsősorban a tenyészidő első felében, vagyis a vetés, kelés, valamint a növény fejlődésének kezdeti szakaszában maradhat el a kukorica számára optimális értékektől, ami a tenyészidő második felében már nem jelentkezik. Ezt követően inkább a csapadék mennyisége és eloszlása kerül előtérbe és válik elsődleges termésbefolyásoló tényezővé.

A genotípusok fajtaértékmérő tulajdonságai közül ezért a csírázás-, keléskori, valamint a fiatal növénykori hidegtűrés nagy fontossággal bír. A kukorica hidegtűrését hazánkban a vetéstől a kelést követő egy hónapig (a lehetséges hideg időszak alatt) szükséges vizsgálni. Ebben az időszakban bekövetkező hideghatás döntően kihat a szemek csírázására, kelésére, valamint a növény kelés utáni fejlődésére, növekedésére.

A vetésidő körüli 0-10°C hőmérsékleti tartomány kedvezőtlenül befolyásolhatja a végleges kelési százalékot, a kelés gyorsaságát és a korai fejlődési erélyt (MIEDEMA 1982).

GROSSER (1979) szerint a kukorica néhány fontosabb életfolyamatának hőmérsékleti küszöbértéke a következőkkel jellemezhető:

- csírázás 5°C;
- 50%-os kelés 9°C;
- hajtásnövekedés 9°C;
- klorofilképződés 13,5 °C.

BOCHICCHIO (1985) vizsgálatai szerint két tényező fokozott érvényesülésével kell számolni, ha hideghatás és károsodás következik be a kukorica fejlődésében fizikai, fiziológiai, vagy strukturális megváltozása eredményeként:

1. A mikroorganizmusok károsító hatása.
2. A mag, az embrió és a csíra hidegkárosodására.

3.7.1. A növény kelésére irányuló kutatások

A nemesítők, genetikusok a hidegtűrés vizsgálatára alapvetően két hőmérsékletet, a hideg (inkubáció) és az azt kövező optimális csíráztatás kombinációját használták a csírázás, kelés és kelési százalék meghatározására. Ezek a módszerek leginkább csak a csírázáskori hidegtűrésről adnak felvilágosítást (SZUNDY 1981).

Ezekhez a módszerekhez képest, előrelépést jelentett HERCZEGH (1978) által kidolgozott módosított cold teszt vizsgálat. A genotípusok hidegtűrésének megállapítására kidolgozott módszer lényege, hogy a 10 napig tartó 8 °C-os hidegkezelés után nem optimális, hanem annál jóval alacsonyabb hőmérsékletet, 13,5 °C-ot alkalmazott. Ez lehetőséget biztosított hideg körülmények között a fiatal növények relatív növekedésének a tanulmányozására. Szuboptimális hőmérsékleten a kelési százalékon kívül a kelés sebességét, intenzitását is vizsgálta, majd e két paraméter

felhasználásával az általa kidolgozott hidegtűrési számmal is jellemezte a genotípusokat. A módszer hátrányának tekinthető, hogy a csírázáskori és a fiatal növénykori hidegtűrés között nem tud különbséget tenni.

SZUNDY és KOVÁCS (1981a,b) vizsgálataiban már különválasztotta a kelési százalékot a kelési időtől. Eredményeik alapján, arra a következtetésre jutottak, hogy e két tulajdonság szerinti hidegtűrés nem sokban különbözik egymástól.

HERCZEGH és MARTON (1986) kísérleteket végeztek hibridek és beltenyésztett törzsek csírázási- és keléskori hőminimumának a meghatározására. Hőmérsékleti gradiens kamrában végzett vizsgálataik egyértelműen igazolták, hogy az egyes genotípusok hőmérsékleti küszöbértéke jelentősen eltérhet egymástól. Néhány hibridnél már 4 °C-nál is tapasztaltak kelést, míg mások csak 8 °C-on kezdtek el csírázni.

BUNTING (1976) szintén azt tapasztalta, hogy a kukorica hőmérsékleti küszöbértéke 10 °C alatt van, ezért javasolták annak módosítását. Ezen érték megállapítása adott kukoricahibrid esetében nagyon fontos, hiszen ez határozza meg a vetés lehetséges idejét. Ugyanis, ha e hőmérséklet alatt vetünk, akkor a növény károsodhat, így fejlődésében visszamarad. E károsodás nem egyenlő a fagykárral, ugyanis a jó hidegtűrésű hibridek fagytűrése jellemzően nem különbözik azon kukoricahibridek fagytűrésétől, melyek hőmérsékleti küszöbértéke magasabb (KHEHRA et al. 1987).

STAMP (1984) megállapítása szerint is, jelentősen különbözhet a kukoricagenotípusok hőmérsékleti igénye, ami elsősorban a vetőmagtermesztésben okozhat váratlan nehézségeket, különösen az eltérő koraiságú szülők együttvirágzásának biztosításában. Mindezek arra hívják fel a figyelmet, hogy az egyes genotípusok keléséhez szükséges hőmérsékleti minimumot, külön-külön, fajtaspecifikusan kell megadni és nem lehet egy, a kukoricára jellemző, általános hőmérsékleti küszöbértéket meghatározni.

A csávázatlan magokkal végzett kísérletekben - amire a cold teszt módszer irodalmában is utaltunk - a talajban lévő patogénektől függően a vizsgálati eredmények között jelentős különbségek alakulhatnak ki. Erősen fertőzött talajban a genotípusok patogénekkal szembeni rezisztencia szintje, míg enyhén fertőzött, illetve kórokozóktól mentes talajban a fajta genetikai hidegtűrése a meghatározó a kelési százalék alakulásában. A genetikai hidegtűrési vizsgálatokban ezért a hideg és a patogén károsító hatását el kell különíteni egymástól. A patogének által okozott problémák kiküszöbölése érdekében több szerző (KOVÁCS 1961, BOCSI 1988, MARYAM és JONES 1983, CHRISTELLER 1984) kórokozóktól mentes sterilizált talajt, illetve mesterséges közeget ajánl a genetikai hidegtűrés vizsgálatához.

A vetőmagkezelések hatását vizsgálva a csávázás, a csávázószer hatóanyagától és genotípustól függően különböző mértékben, de szignifikánsan pozitív irányban befolyásolták a vizsgált hibridek és beltenyésztett törzsek kelési értékét, különösen korai vetés alkalmazása esetén (ZÁBORSZKY és BERZY 1999).

SZUNDY és KOVÁCS (1981a,b) eltérő heterozigóta szintű populációk és ezek hibridjeinek hidegtűrési vizsgálatai alapján azt állapították meg, hogy a hibridek hidegtűrése pozitív összefüggésben állt, az anyai szülők heterozigóta szintjével. Az anyai heterozigóta szinten túl az anyai eredetű pericarpium és a 2/3-ad arányban anyai eredetű endospermium is befolyásolta az utódok hidegtűrését (GROGAN 1970).

MARTON (1991) megállapítása szerint a laboratóriumi hidegtűrési vizsgálatok alkalmasak lehetnek a genotípusok közti különbségek kimutatására. Problémát jelenthet viszont, hogy az itt kapott eredmények nem mindig igazolódnak vissza a gyakorlatban. Ennek okát egyrészt a laboratóriumi körülmények közt kivitelezhető egyszerűsített

klímaprogramokkal, másrészt a hidegtűrésben szerepet játszó külső változó környezeti tényezőknek és azok eltérő mértékű megjelenésével magyarázta.

3.7.2. A kelés utáni korai növekedés

A korai növekedési időszak megfelelő kihasználására a kukoricának nemcsak jól kell csíráznia és kelnie, hanem a fiatal növény normális növekedésére is szükség van (MOCK és EBERHART 1972).

A kelés után a növény fontos anyagcsereváltozáson esik át. A mag tartalékainak felhasználása után a fiatal növénynek át kell állnia az autotróf életmódra, ami a gének lényeges aktivitásbeli változásával jár együtt.

Kétféle hidegtűrés mechanizmus létezik a kukorica korai fejlődése során. Az egyik a csírázáskor még a magban működik, míg a másik közvetlenül csírázás és kelés után a fiatal növényekben (ZAMETRA és CUANY 1982), amelyeknek a szabályozása eltérő genetikai kontroll alatt áll.

A fiatal növények hidegtűrésén belül is két típus különíthető el. Az egyik a gyors, intenzív növekedéssel, míg a másik a hosszú ideig tartó hideg periódus túlélésével jellemezhető (MARTON et al. 1997). Hazai viszonyaink között az első típus a kedvező, hiszen a vetést követő hidegek már nem tartósak, csak időszaki, átmeneti lehűlést okoznak (GUPTA és KOVÁCS 1976).

HERCZEGH (1978) módosított cold tesztjének előnye, - amint már utaltunk rá - abban rejlik, hogy a csírázást és kelést követően továbbra is alacsony hőmérsékletet használ, viszont a kelés utáni, csak a fiatal növényt ért (4-5 leveles korban megfigyelhető) hidegtűrésről már nem ad megfelelő tájékoztatást. Ebben az irányban előre mutató GUPTA és KOVÁCS (1976) úgynevezett hideghullám kísérlete, amelyben a csíranövényeket csak a kelést

követően teszik ki hosszabb-rövidebb ideig tartó hideghatásnak, elkülönítve ezzel a csírázáskori hidegtűrést, a fiatal növénykori hidegtűréstől.

MARTON et al. (1997) is ehhez hasonló módszert követtek. A hőmérsékleti gradiens kamrában egy időben 10 különböző hőmérsékletet használtak, így vizsgálva a kukorica fiataalkori hidegtűrését. Eredményeik alapján azt igazolták, hogy a genotípusok hidegtűrését jellemző mutatók sorrendje a mért tulajdonságoktól függően alakulhat. Azok a genotípusok, amelyek a legtöbb hajtás szárazanyag tömeget termelték, azoknál kapták a levélfelület és a friss hajtástömeg tekintetében is a legnagyobb értékeket. A fiataalkori hidegtűrés másik típusának, az életképesség hosszú ideig való megőrzését jellemző tulajdonságok (hajtás szárazanyag, hajtás szárazanyag százalék, maximális növénymagasság kialakulása) vonatkozásában, viszont a genotípusok hidegtűrésének az előbbiektől eltérően, más sorrendjét állapították meg.

Felvetődhet a kérdés, hogy lehet-e szelektálni valamilyen fenotípusos vagy genotípusos érték alapján a kedvező hidegtűrésű genotípusokra? MOCK és SKRDLA (1978) szerint igen. Klímakamrában 10 °C fokon vizsgálták 144 hibrid csírázási százalékát, csírázási erélyét és a 42 napos növények száraz tömegét. Azt tapasztalták, hogy a vizsgált hibridek genotípusos varianciája nagy. Ez alapján a szelekció lehetséges. A 25 legjobb hidegtűrésű hibrid csírázási százaléka 96,6 %, csírázási erélye 15,6 nap, 42 napos szárazanyagtartalma pedig 10 g/növény volt. A hidegtűrés és a virágzás ideje között nem tapasztaltak korrelációt.

A kukorica fiatal növénykori hidegtűrésének értékelésére biokémiai módszerek is használhatók. Lehűlés hatására tehát károsodnak a kukoricánövények. A károsodások egy része azonban csak a felmelegedés után válik láthatóvá (SZALAI et al. 1996). Tapasztalatuk szerint károsodással csak a fejlődés kezdetén kell számolni. A hideg hatására bekövetkező

változások egy része pozitív korrelációt mutat egyes vegyületek alacsony hőmérsékleten indukált szintézisével (DÖRY et al. 1990, LÁSZTITY et al. 1994, RÁCZ et al. 1996, PÁLDI et al. 1996, JANDA et al. 1996). Néhány nitrogéntartalmú vegyületet is ilyen stresszmarkerként tartanak számon, például putreszcin, agmatin, prolin, glicin-betain (PÁLDI et al. 1998). PÁLDI et al. (1996) öt különböző hidegtűrésű beltenyésztett vonalat vizsgáltak. Azt kutatták, hogy a fent említett vegyületeknek van-e, illetve mi a szerepe a kukorica hidegtűrésében? Eredményeik azt bizonyítják, hogy a putreszcin, agmatin és prolin mennyiségében változások állnak be alacsony hőmérsékleten, és ezek korrelációban állnak a kukorica hidegtűrésével.

GUPTA és KOVÁCS (1975) a fiatal kukoricanövények hideg hullámkezelésekkel szembeni ellenállóságának vizsgálatai alapján azt igazolták, hogy a három napig tartó 5-15 °C, illetve az 5-20 °C hidegkezelés hatására a hidegérzékeny genotípusoknál jelentősen csökken a végső klorofilltartalom, a levélszám, valamint a hajtások friss- és száraz tömege. A hidegkezelés károsító hatása a növekedés későbbi szakaszában nagyobb mértékű volt, mint korai állapotában. A tenyészidő hossza alapján is különbségeket tudtak tenni. A korai és középérésű hibridek a hideg kezelést jobban tűrték, mint a késői érésűek. STAMP (1980) vizsgálta a fiatal kukoricanövény földfeletti hajtás- és gyökérjellemzőit a genotípus és a hőmérséklet összefüggésében. Eredményei alapján, mind az alacsony, mind a magas hőmérsékleten szoros genotípusos összefüggést mutatott ki a hajtás földfeletti száraz tömege és a gyökér száraz tömege között.

LANDI és CROSBY (1982) is hasonló eredményekről számoltak be. A kísérleteikben eltérő genotípusos reakciókat figyeltek meg a hőmérsékleti kezelések hatására. A genotípusok között hidegtűrésüktől függően szignifikáns különbségek alakultak ki a gyökér- és hajtás szárazanyag-termelésük alapján.

A genotípusok kelés utáni hidegtűrését POZZI et al. (1985) véleménye szerint is elsősorban a fiatal hajtások friss és száraz tömege alapján kell értékelni. TRETYAKOV et al. (1984) vizsgálta az alacsony hőmérséklet hatását a kukorica válaszreakcióira, a vegetáció különböző fázisaiban. A vizsgált hibrideknek, a 2-5 napig tartó 5 °C-os hidegkezelése után, a következő eredményeket kapta: a hidegkezelés a hajtás és gyökér növekedését és légzését jelentősen gátolta, ami a hideghatás elmúltával 18 - 20°C-on még 24 óra elteltével sem állt helyre. A genotípusos különbségek elsősorban a fotoszintetizáló képességekben nyilvánultak meg a legjelentősebben.

BAKER et al. (1983) és LONG et al. (1983) tanulmányozták a hidegkezelés hatását kukorica levelek fotoszintetikus széndioxid asszimilációjára (a továbbiakban Fc), valamint a tilakoid membránok fotokémiai funkciójára. A szerzők az 5°C-os hidegkezelés alatt a 20 °C-on mért Fc értékhez viszonyítva 7%-os Fc-t mutattak ki. Ezt követően még a 20 °C-ra felmelegített levelekben sem állt vissza az eredeti Fc érték. Így nemcsak a hidegkezelés alatt állt le a fotoszintézis, hanem a kedvező hőmérséklet visszatértével sem tudott már hatékonyan CO₂-t fixálni a levél. Az Fc értéke egyenes arányban volt a hidegkezelés hőmérsékletével és fordított arányban állt időtartamával. A hidegkezelés hatására jellegzetes változások alakultak ki a fotoszisztem I. és II. működésében is. Az alacsony hőmérséklet (5-15°C) okozta károsodás az erre érzékeny növényeknél hervadásban, klorózisban és szöveti elhalásban, valamint késleltetett és abnormális növekedésben nyilvánult meg (LYONS 1973).

Az előzőekből egyértelműen kitűnik, hogy a hajtások szárazanyagtermelése az egyik legjobb mutatója a korai növekedésnek, amiből következtetni lehet arra, hogy a növény kedvezőtlen körülmények között mennyire képes fotoszintetizálni. Ez támasztja alá STAMP et al. (1986) különböző hidegtűréssel rendelkező kukorica genotípusokkal végzett

vizsgálatai is, amely alapján azt állapították meg, hogy a hideggel szemben toleráns hibridek szárazanyag produkciója, növekedési rátája általában nagyobb, mint a szenzitívéké.

HUSSEIN és GÁSPÁR (1979) különböző vonalaknak az egy hétig tartó 12/8 °C (nappal/éjszaka) hidegkezeléssel szembeni ellenálló képességét vizsgálta. A beltenyésztett törzsek magasságát a kezeletlen kontrollhoz viszonyították és ez alapján tettek különbségeket az egyes vonalak között. Azokat, amelyeknek a magassága nem csökkent a kontrollhoz képest, hidegtűrőknek minősítették.

BOCSI (1988) véleménye szerint a hidegstresszel szemben azok a genotípusok vannak előnyben, amelyek alacsony hőmérsékleten is képesek megfelelően nőni, hatékonyan fotoszintetizálni, valamint az alacsony hőmérséklet hatását jelentős károsodás nélkül elviselni.

ZÁBORSZKY és PINTÉR (1989) a hidegtűrés vonatkozásában, az eltérő szárazanyagtartalommal és tőszámmal betakarított kukorica genotípusok vetőmagjának a növény kelésére és kezdeti fejlődésére való hatását vizsgálták, hőmérsékleti gradiens kamrában, 7-16 °C között. A kísérlet eredményei alapján megállapították, hogy a különböző szárazanyagtartalmú magvak kelésére és kelés utáni fejlődésére a 9 °C-os talajhőmérséklet hatott a legszelektívebbnek, mivel a hidegtűrés tekintetében itt alakult ki, a legnagyobb különbség az egyes genotípusok között. MARTON (1991) hőmérsékleti gradiens kamrában végzett hidegtűrési kísérletei alapján is hasonló következtetésre jutott. A genotípusok fiatal növénykori hidegtűrésének összehasonlítására a 7-14 °C hőmérsékleti tartományon belül, ő is a 9-11 °C közti hőmérsékletet tartja a legalkalmasabbnak.

A felsorolt irodalmakból is kitűnik, hogy a kukorica hidegtűrését széles körben tanulmányozták. Fontos megemlítenünk azt is, hogy a kukorica hidegtűrésén nem mindegyik szerző értette ugyanazt. A kutatók hidegtűrési

vizsgálatai leggyakrabban csak a növény valamely kiragadott életszakaszára terjedtek ki és kevés eredményt közöltek arra vonatkozólag, amely a lehetséges teljes hidegidőszakot végigköveti, valamint az előforduló kölcsönhatásokra is utalna.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Laboratóriumi vetőmagvizsgálatok

Ezerszemtömeg meghatározás

Az ezerszemtömeg meghatározását az MSZ. 6354/8-87. szabvány előírásai szerint végeztük. A meghatározás módja részminták alapján, fajazonos tiszta magvakból, 4 x 500 mag válogatás nélküli kiszámolásával, lemérésével, majd a kapott eredmények átlagolásával történt.

Csírázóképesség meghatározás

Alapelve, hogy a faj igényének megfelelően optimális laboratóriumi körülmények között négy ismétlésben, általában 4 x 100 db maggal kell elvégezni. A vizsgálat alatt folyamatosan biztosítani kell a fajra jellemző, optimális vízellátást, oxigénfelvételt és hőmérsékletet. A követendő módszereket az ISTA szabványosította és ez alapján készült a hazai (MSZ. 6354/3-82. sz.) "Csírázóképesség meghatározása" című szabvány, amely szerint a vizsgálatokat végeztük. A csíráztató közeg kreppelt szűrőpapír volt, amelynek a víztartalmát teljes benedvesítés után úgy állítottuk be, hogy a légszáraz papír 1 g-jára 1,6-1,7 g vizet tartalmazzon. Az így megnedvesített papír folyamatos vízellátást biztosított a csírázó vetőmagvak számára, egyben lehetővé téve a megfelelő mennyiségű oxigén jelenlétét is. A kedvező hőmérséklet és időintervallum kiválasztása a szabvány előírásainak megfelelően történt. Az előkészített magvakat a csíráztatás végéig hűtő-fűtő

termosztátban tartottuk, a csíráztatási hőigény optimumának megfelelően 25 °C-on. A csíráztatási idő, valamint a csíranövények kiértékelése (ép, abnormális és nem csírázott kategóriákba sorolása) szintén megegyezett a csíráztatási szabvány előírásaival.

Komplex stresszeléses vigor teszt (CSVT)

A tesztet BARLA-SZABÓ (1985) által leírtak alapján végeztük, amely stresszelési, csíráztatási és egy kiértékelési szakaszból tevődik össze. A módszert részletesen az 1. táblázat mutatja be. A vizsgálat sorozat 8 napból áll, amelynek első 4 napján olyan többoldalú stressztényezők hatásának vetjük alá a magvakat, amelyek a természetben is csak ritkán fordulnak elő. A stressztényezők közül vizsgáltuk az anaerob és hideg környezet vetőmagra kifejtett együttes hatását. Ez egy többoldalú igénybevételt jelent a mag számára és a hatás mértéke a ritkán előforduló kedvezőtlen időjárási viszonyoknak felel meg. A vetőmag stresszelése után, négy napos optimális hőmérsékleten történő pozicionált (gyökér lefelé, hajtás felfelé) csíráztatási szakasz következett.

A kifejlődött csíranövényeket a "Csírázókéesség meghatározása" című szabvány csíranövények értékelésének előírásai szerint három kategóriába (ép, abnormális és nem csírázott) soroltuk. Az ép, normál csíranövényeket a hajtás hossza alapján további két csoportra (nagy- és kisvigorú egyedekre) osztottuk.

1. táblázat. Komplex Stresszelés Vigor teszt (CSVT)

STRESSZELÉSI PERIÓDUS	I. áztatás: 0,15%-os chlorogen tartalmú vízben 200 mag/250ml Idő: 48 óra Hőfok: kukorica 25 °C II. áztatás: Idő: 48 óra Hőfok: 5 °C
CSÍRÁZÁSI PERIÓDUS	I. A magvak elrakása nedves szűrőpapírban pozicionáltan (gyököcske lefelé mutasson) Kukorica 25 mag/tekercs, mintánként 4 ismétlésben II. Csíráztatás: a tekercseket függőlegesen, négyesével nylonzacskóba helyezzük. Idő: 96 óra Hőfok: kukorica 25 °C Relatív páratartalom 70% felett
CSÍRÁK ÉRTÉKELÉSE	I.Ép csíranövények (E) Nagyvigorú (Nv): az 5 leghosszabb hajtású csíra átlagának negyedét meghaladó egyedek. Kisvigorú (Kv): az 5 leghosszabb hajtású csíra átlagának negyedénél kisebb egyedek II. Abnormális csírák III. Nem csírázott és rothadt magvak

Cold teszt

A teszt világszerte az egyik legelterjedtebb és egyben leggyakrabban használt módszer a kukorica vetőmagvak minősítésében, annak ellenére, hogy vannak még hiányosságai és bizonytalanságai a kapott értékek ismételhetőségével, valamint az eredmények értelmezésével kapcsolatban.

A cold tesz értéke a mikroszervezetek és a vetőmag interakciójáról ad felvilágosítást hűvös és nedves talajviszonyok között. A vizsgálat közege homok és patogén kórokozókat tartalmazó kukoricatalaj egy-egy arányú keveréke. Az így elkészített talaj-homok keveréket, 70%-os vízkapacitásig

benedvesítettük, majd két, egymást félig elfedő szűrőpapíron (15 x 40 cm-es sablonkereten belül) 0,5 cm vastagságban leterítettük. Ebbe helyeztük, az előre kiszámolt 100 db kukorica vetőmagot. A talaj tetejére egy harmadik szűrőpapírt tettünk, majd az alsó részét felhajtva oldalirányban csíratekercseket készítettünk, amelyeket 10 napig 10 °C-on inkubáltuk, majd 4 napon keresztül 25 °C-on csíráztattunk. A pontos hőmérsékletek biztosítása érdekében Conviron csíráztató szekrényt használtunk. A csíranövények kiértékelését szintén a csíráztatási szabványban előírtaknak (MSZ. 6354/3-82) megfelelően végeztük.

4.2. Tenyészedényes kísérletek

4.2.1. A vetőmagelőállítás körülményeinek hatása az utódgeneráció kelésére és a növény kezdeti fejlődésére

Kétéves vetőmagtermesztési kísérletben (ZÁBORSZKY 1994) használt 6 genotípus közül a vetőmagminősítő paraméterek (csírázási százalék, cold test, CSVT) alapján kiválasztottuk azt a kettőt, amely az alkalmazott stressztényezőkkel szemben legellenállóbbnak, illetve legérzékenyebbnek mutatkozott. Ez a két genotípus képezte a további vizsgálataink alapját.

A vetőmagelőállítás körülményeinek hatását elemző kísérletünket, a két kiválasztott genotípus három betakarításkori szemnedvességtartalmával (legnagyobb, fiziológiai érés körüli, legkisebb) és két sűrítési változatával állítottuk be, két ismétlésben, kontrollált fitotroni körülmények között.

A kísérleteket a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézetében Martonvásáron, hőmérsékleti gradiens kamrában végeztük. Egy tenyészedényben kezelésként, ismétlésként 10-10 azonos típusú

magot vetettünk. A hőmérsékleti tartomány 7-16 °C között változott, soronként állandó hőmérsékleten, 1 °C lépcsővel emelkedve. A megvilágítás erőssége 25 klux volt 12 órás nappalhossz mellett. A fény be- és kikapcsolása három órán keresztül fokozatosan történt. A kísérlet kiértékelését egységesen a vetést követő 40. napon végeztük. A program végén a következő növényi tulajdonságokat vételeztük fel:

1. Kelési százalék: a kikelt növények %-os aránya az elvetett magokra vonatkoztatva.
2. Kelés intenzitása: amelyet a vetéstől a kelésig felhasznált hőösszegek alapján becsültünk, az óránkénti és naponkénti hőmérsékletek összegzéséből.
3. Növénymagasság (cm): a talaj felszínétől a leghosszabb levél csúcsáig mérve.
4. Levélfelület (cm²): LI-COR 2 hordozható levélfelületmérővel, meghatározva.
5. Földfeletti friss hajtás tömeg (g/növény): a talaj felszínén levágott növények tömege.
6. Földfeletti hajtás száraz tömeg (mg/növény): 48 órán át 100 °C-on szárított növények tömege

A kísérlet kezeléseiből kiválasztottuk azokat a talajhőmérsékleti értékeket (7, 9, 11 és 16 °C), amelyek a termesztési gyakorlatban előforduló hidegstresszt és az ideális hőviszonyokat egyaránt reprezentálják. A dolgozatban ezen hőmérsékleteken kapott adatok kiértékelésére került sor.

4.2.2. A vetésidő és vetőmagcsávázás hatása a kukorica hibridek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére

A szabadföldi tenyészedényes kísérletet öt különböző tenészszejű kukorica hibriddel (2. táblázat), kétféle csávázószerrel, három vizsgálati talajon, három vetésidő alkalmazásával állítottuk be Martonvásáron.

2. táblázat. A kísérletben vizsgált kukorica hibridek néhány tulajdonsága

Hibrid	Hibrid típus	Tenyészeitő FAO	Vetőmag csírázási százalék (%)
Norma	SC	380	98
DK 524	SC	460	98
Maya	SC	430	97
Nart 150	TC	200	98
Mv TC 287	TC	340	97

Minden hibrid vetőmagja kétféle csávázószeres kezelést (kaptán, illetve karboxin + TMTD) kapott, összehasonlítva a kezeletlen kontrollal, amelynek a vetőmagját nem csáváztuk.

Kezelések és alkalmazott dózisok :

- kaptán = 3 ml /kg vetőmag
- karboxin + TMTD = 2g /kg vetőmag

A vetőmagvakat háromféle talajba vetettük: homok, fuzáriummal fertőzött és hősterilizált kukoricatalaj. A talajlakó patogének hatását a fertőzött föld esetében felerősítettük oly módon, hogy fuzáriumos

csőpenészes kukoricaszemek őrleményét táptalajon tenyésztettük 10 napig, majd a konídiumtelepek vizes szuszpenziójával a talajt, a vetést követően belocsoltuk. A talajt 40 x 30 cm méretű, 10 cm mély tenyészedényekbe helyeztük. Egy-egy tenyészedénybe csak egyféle talajt helyeztünk. Tenyészedényenként 30 db 10 növényes parcellát alakítottunk ki, így minden hibrid mindhárom csávázószeres kezelése két ismétlésben elfért egy tenyészedényben. A vetést három időpontban: április 3-án, április 10-én és április 17-én végeztük 1999-ben.

Vetés előtt a talajt, a vízkapacitás 70%-áig telítettük. A magvakat 5 cm talajjal fedtük, amelyre 1 cm homokréteget helyeztünk, hogy ezáltal a talajcserepedést elkerüljük. A vízveszteség elkerülése céljából a tenyészedényeket a kelés megindulásáig fóliával zártuk. Azt követően a vízveszteséget mérlegeléssel határoztuk meg, majd ez alapján pótoltuk a hiányt.

A kísérletben az alábbi tulajdonságok felvételezésére került sor:

- 1.) Kelési százalék: a kikelt növények százalékos aránya a vetett magokra vonatkoztatva.
- 2.) Kelésig eltelt napok száma: a kelést egyedenként naponta felvételeztük, és ezek súlyozott számtani átlaga adta a parcella kelési idejét.
- 3.) Egyedi hajtás száraztömeg (mg): a 48 órán át 100 °C-on szárított növény tömege.

A hajtás száraztömeg meghatározását a kísérlet végén egységesen az első vetést követő 33. napon végeztük.

4.2.3. A vetőmagkezelés hatása a kukorica beltenyésztett törzsek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére

A kísérletekben négy különböző hidegtűrésű beltenyésztett törzs (Mo 17, HMv 5316, HMv 5301, HMv 5478) vetőmagját vizsgáltuk. A törzsek vetőmagjai háromféle csávázószeres kezelésben részesültek: TMTD WP, Karboxin + TMTD, TMTD FS. A kontroll kezelés vetőmagját nem csáváztuk.

Kezelések és alkalmazott dózisok :

- Kontroll = kezeletlen vetőmag
- TMTD WP = 2,0 ml/kg vetőmag
- TMTD FS = 2,5ml /kg vetőmag
- karboxin + TMTD = 2g /kg vetőmag

A vetőmagvakat kétféle talajba vetettük: fertőzött kukoricatalaj, hősterilizált talaj (kontroll). A talajlakó patogének hatását felerősítettük oly módon, hogy fuzáriumos csőpenészes kukoricaszemek örleményét táptalajon tenyésztettük 10 napig és a telepek vizes szuszpenziójával belocsoltuk a kukoricatábláról vett talajba vetett magvakat. A talajt 40 x30cm méretű, 10 cm mély faládba helyeztük. 1-1 ládába csak egyféle talajt helyeztünk. Egy-egy ládába 32 db 10 növényes parcellát vetettünk. Így a vizsgált beltenyésztett törzsek mind a négy vetőmagos kezelése, két ismétlésben elért egy ládában. A vetést egységesen 1999. április 17-én végeztük Martonvásáron.

Vetés előtt a talajt, a vízkapacitás 70%-áig telítettük. A magvakat 5 cm talajjal, és ezt 1 cm homokkal takartuk, hogy a cserepesedést elkerüljük. A vízveszteség elkerülése céljából a ládákat a kelés megindulásáig fóliával

zártuk. Azt követően a vízhiányt a ládák mérlegelése alapján kétnaponta pótoltuk.

A kísérleti adatok felvételezése (kelési százalék, kelésig eltelt napok száma, hajtás szárazanyag tömeg) megegyezett az előző kísérletben szerepeltekkel. A meteorológiai adatokat a (3. táblázat) tartalmazza.

3. táblázat A csapadék és az átlaghőmérséklet alakulása a tenyészidőszakban
Martonvásár (1999)

Hónap	Dekád	Csapadék (mm)		Átlaghőmérséklet (°C)	
		1999	30 éves átlag	1999	30 éves átlag
Április	1.	0	12	12,4	10,4
	2.	40	13	10,4	10,8
	3.	36	18	12,8	12,6
Május	1.	10	18	14,1	14,8
	2.	13	16	14,0	17,0
	3.	3	22	19,1	17,3
Június	1.	35	26	20,6	19,1
	2.	69	22	18,4	19,5
	3.	59	25	17,9	20,7
Július	1.	67	18	22,2	21,0
	2.	28	16	21,1	22,0
	3.	28	19	20,9	21,5
Augusztus	1.	9	18	21,3	21,6
	2.	29	15	19,8	21,0
	3.	14	13	17,7	19,6
Szeptember	1.	16	10	17,3	18,8
	2.	5	14	18,9	16,4
	3.	6	17	18,2	14,6
Október	1.	25	15	11,7	13,1
	2.	0	16	8,2	11,0
	3.	17	11	10,1	8,8

4. 3. Szántóföldi kísérletek

4.3.1. Vetőmagfrakcionálós kísérlet

1997-ben 5 államilag elismert hibriddel állítottunk be vetőmagfrakcionálós kísérletet a Pannon Agrártudományi Egyetem Keszthelyi Kísérleti Telepén és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének martonvásári tenyészkertjében.

Laboratóriumi előkészítés

A vizsgálat tárgyát képező hibrideket (Mv TC 272, Norma, Mv 444, Maraton, Mv 486) Wintersteiger típusú labormorzsolóval kíméletesen morzsoltuk le, valamint Hart-Carter típusú forgórostákkal választottuk szét négy frakcióra. A frakcionálás eredményeként kapott vetőmagtétel a következők voltak.

nagy lapos (NL)	Ø 8,5 - 10 (kerekrosta) = 3,5 - 5,5 (résrosta)
kis lapos (KL)	Ø 6,6 - 8,5 = 3,5 - 5,5
nagy gömbölyű (NG)	Ø 8,5 – 10 = 5,5 - 7,0
kis gömbölyű (KG)	Ø 6,6 - 8,5 = 5,5 – 7,0

Csávázás: A vetőmagvak csávázását egységesen Maxim AP 045 FS (fludioxonil + metalaxil) csávázó szerrel végeztük el.

Kísérlet beállításának körülményei

Az egyik kísérleti tér a PATE Keszthelyi Kísérleti Telepe, míg a másik az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének Tükrösi Tenyészkertje volt. A termőhelyenkénti időjárási és csapadékadatokat a 4. és 5. táblázatokban tüntettük fel.

A keszthelyi kísérleti talajt a genetikai osztályozás alapján a Ramann-féle barna erdőtalajok közé tartozik, kötöttség szerint homokos vályog, alacsony humusztartalommal (1,6%) és semleges körüli pH-értékkel. A talaj tápanyagszolgáltató képessége alapján foszforral ($P_2O_5 = 110$ ppm) és káliummal ($K_2O = 150$ ppm) közepesen ellátott. A talaj jó vízáteresztő és víztartó képességgel rendelkezik.

A martonvásári kísérleti tér talaja közepesen kötött mészlepedékes csernozjom. A talaj pH értékét tekintve semleges ($pH_{(H_2O)} = 7,1$) kémhatású. A talaj tápanyag-ellátottság alapján foszforral ($P_2O_5 = 121$ ppm) közepesen, káliummal ($K_2O = 220$ ppm) jól ellátott.

Véletlen blokkelrendezésben a csávázott frakciókat négy ismétlésben vetettük el. A parcella mérete mindkét termőhelyen 75 cm sortávolságra vetett 5 fm hosszú sorból állt, ami soronként és frakciónként húsz növényt, hibridenként 80 db növény elhelyezését tette lehetővé.

4. táblázat A havi átlaghőmérséklet és csapadékadatok alakulása
Keszthely, 1997.

Időszak	Havi átlaghőmérséklet °C			Havi csapadékösszegek (mm)		
	50 éves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés	50 éves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés
Január	-0,8	-1,8	-1	38	22	-16
Február	0,9	2,7	1,8	37	6	-31
Március	6,2	5,5	-0,7	41	12	-29
Április	11,2	7,7	-3,5	57	11	-46
Május	16,3	16,6	0,3	75	75	0
Június	19,4	19,3	-0,1	75	94	19
Július	21,5	19,5	-2	72	111	39
Augusztus	20,6	19,9	-0,7	79	27	-52
Szeptember	16,7	14,8	-1,9	66	22	-44
Október	11,1	7,9	-3,2	65	9	-56
November	5,5	5,3	-0,2	66	80	14
December	1,2	2,3	1,1	50	68,8	18,8

5. táblázat A tenyészidőszak időjárási adatai
Martonvásár, 1997.

Időszak	Középhőmérséklet (°C)	30 éves átlag	Eltérés az átlagtól	Csapadék (mm)	30 éves átlag	Eltérés az átlagtól
április	7,7	11,3	-3,6	30	43	-13
május	16,4	16,4	0,0	55	56	-1
június	18,8	19,8	-1,0	36	73	-40
július	19,5	21,5	-2,0	72	53	19
augusztus	20,0	20,7	-0,7	11	56	-45
szeptember	15,2	16,6	-1,4	15,4	10	5,4

A tenyészidőszak előtti január-március összcsapadék mennyisége: 30,3 mm

Az alkalmazott agrotechnika és növényápolás megegyezett a kukoricatermesztés általános gyakorlatával. A magágykészítő kombinátorozás után a martonvásári kísérlet vetése 1997. május 10-én, a keszthelyi kísérlet vetése május 13-án, mindkét termőhelyen kézi vetőpuskával történt.

Az őszi betakarítást kézzel - 30% szemnedvesség alatt - Martonvásáron október 13-án, Keszthelyen október 27-én végeztük.

A termést 38 °C-os meleg levegővel történt szárítást követően dolgoztuk fel. A betakarításkori szemnedvességtartalmak méréséhez japán Grainer típusú kézi nedvességmérőt használtunk. A parcellánkénti szemtermést 14% szemnedvességtartalomra vonatkoztatva határoztuk meg. Az ezerszemtömeg értékek meghatározása a szabvány előírásai szerint történt. (Részminták alapján a hazai gyorsmódszert alkalmaztuk.)

4.3.2. Vetőmagkezeléses kísérlet

2000 és 2001 tavaszán tíz kukoricahibriddel állítottunk be vetőmagkezelési és termésproduktivitási kísérletet Keszthelyen, a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Növénytermesztési Tanszék kísérleti telepén. A vizsgált hibridek éréscsoport szerint a következők voltak: Mv 272, Mv 273 (FAO 200), Róna (FAO 300), Mv 444, Major, Maraton, Márta, Mv 456, Mv 483 (FAO 400), valamint egy silóhibrid, az Mv Maxima (FAO 500).

A hibridek hétéves tárolási időtartalmú vetőmagtételleinek a kísérlet kezdetén megállapítottuk a csírázási és a vetőmag életerejét jelző vigorossági értékeiket. A vetőmagtételleket (1-1 kg-os tételek) fungicidekkel és a talajlakó,

valamint a fiatalkori kártevők ellen használatos bifentrin tartalmú inszekticiddel, mint kombinált csávázószerekkel kezeltük.

A kombinált vetőmagkezelés menete: A fungicides vetőmagkezelést követő százhusz perces magfelület száradás után elvégeztük a bifentrin hatóanyagú inszekticides magfelület bevonást.

A magfelület kezelést Gustaffson laboratóriumi csávázógéppel végeztük.

A vetőmagkezelések és jelölések:

K:	Kezeletlen, kontroll vetőmag
B:	Buvisild K fungicid (kaptán 30 g/l)
M:	Maxim AP 045 FS (fludioxonil 25 g/l + metalaxil 20 g/l)
V:	Vitavax 200 FS (17 g/l karboxin + 17 g/l thiram)
S:	Semafor 20 ST inszekticid (200 g/l bifentrin)

Kombinált vetőmag kezelések jelölése:

B + S:	(kaptán + bifentrin)
M + S:	(fludioxonil + metalaxil + bifentrin)
V + S:	(karboxin + thiram + bifentrin)

Dózisok :

Maxim:	1 ml hatóanyag/kg vetőmag
Vitavax:	2 ml hatóanyag/ kg vetőmag
Buvisild:	3 ml hatóanyag/ kg vetőmag
Semafor:	2 ml hatóanyag/ kg vetőmag

2001-ben a kukorica hibridek közül ki kellett hagynunk a Róna, Mv 444, Maxima, Márta hibrideket, részben vetőmaghiány, illetve az erősen leromlott vetőmag életképesség folytán. A kiesett genotípusokat a Botond (FAO 300), Mv 434 (FAO 400) szemes, valamint a Siloma (FAO 500) silóhibridekkel helyettesítettük. A termőhelyek időjárási adatait az 6. és 7. táblázatokban tüntettük fel.

A kezeletlen, és fungiciddal, inszekticiddal kezelt hibridkukorica vetőmagtégeket 2000. május 8-án, illetve 2001. május 10-én vetettük el a Keszthelyen, a Növénytermesztési Tanszék kísérleti telepén. A parcellák mérete 5m x 1,5m (parcellánként 50 vetőmagot vetettünk kézi vetőpuskával). A kísérletet négy ismétlésben véletlen blokkelrendezésben állítottuk be. 2001-ben helyhiány miatt a parcellák hossza 4m-re csökkent, ami parcellánként 40 db mag elvetését tette lehetővé. A tenyésztési terület mérete mindkét évben 0,75x0,2m volt.

A gyomtalanítást kézi kapálással végeztük, a kísérlet mindkét évben öntözetlen volt. A kikelt növényszámot a vetéstől számított 21. napon vételeztük fel.

A kísérlet során meghatároztuk a kelésig eltelt napok számát, az 50%-os hím és nővirágzás idejét. A betakarítás előtt ismét megszámláltuk a tőszámot, valamint 2001-ben a kukoricamollyal fertőzött és megdőlt növények számát is.

A betakarítást kézzel végeztük október 25-én (2000), illetve október 18-án (2001). A betakarítással egyidőben meghatároztuk a szemnedvességtartalmat. A morzsolást Wintersteiger laboratóriumi morzsolóval végeztük. A 14% szemnedvességtartalomra történő szárítás után megállapítottuk a parcellánkénti szemtermést, valamint a betakarítási tőszám adatok függvényében a növényegyenkénti szemtermés-produkciót.

6. táblázat A havi átlaghőmérséklet és csapadékadatok alakulása
Keszthely, 2000.

Időszak	Havi átlaghőmérséklet $^{\circ}\text{C}$			Havi csapadék (mm)		
	Ötvenéves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés	Ötvenéves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés
Január	-0,80	-1,70	-0,90	38,0	11,4	-26,6
Február	0,90	3,40	2,50	37,0	16,8	-20,2
Március	6,20	6,50	0,30	41,0	44,0	3,0
Április	11,20	14,10	2,90	57,0	14,3	42,7
Május	16,30	16,70	0,40	75,0	37,8	-37,2
Június	19,40	20,20	0,80	75,0	13,9	-61,1
Július	21,50	19,50	-1,00	72,0	88,7	16,7
Augusztus	20,60	21,80	1,20	79,0	18,4	-60,6
Szeptember	16,70	15,50	-1,20	66,0	49,1	-16,9
Október	11,10	12,40	1,30	65,0	35,3	-29,7
November	5,50	8,70	3,20	66,0	42,9	-23,1
December	1,20	3,50	1,80	50,0	20,0	-30,0

7. táblázat A havi átlaghőmérséklet és csapadékadatok alakulása
Keszthely, 2001.

Időszak	Havi átlaghőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)			Havi csapadék (mm)		
	Ötvenéves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés	Ötvenéves átlag	Vizsgált időszak	Eltérés
Január	-0,80	0,90	1,70	38,0	58,5	20,5
Február	0,90	3,30	2,40	37,0	3,9	-33,1
Március	6,20	7,70	1,50	41,0	64,7	23,7
Április	11,20	9,10	-2,10	57,0	26,2	-30,8
Május	16,30	17,80	1,50	75,0	13,2	-61,8
Június	19,40	17,80	-1,60	75,0	54,0	-21,0
Július	21,50	21,70	0,20	72,0	32,6	-42,4
Augusztus	20,60	21,80	1,20	79,0	11,8	-67,2
Szeptember	16,70	13,90	-2,80	66,0	137,8	71,8
Október	11,10	13,70	2,60	65,0	3,3	-61,7
November	5,50	4,00	-1,50	66,0	45,2	-20,8
December	1,20	-3,60	-4,80	50,0	8,9	-41,1

A kísérleti adatok kiértékelése regresszióanalízissel, valamint egy- és többtenyezős varianciaanalízissel (Sváb 1981) történt ANOVA statisztikai program segítségével. A vizsgált tényezők közötti összefüggések feltárásához a kétváltozós lineáris regresszióanalízis módszerét használtuk fel.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. A vetőmagelőállítás körülményeinek hatása a növény kelésére és kezdeti fejlődésére fitotroni tenyészedényes kísérletben

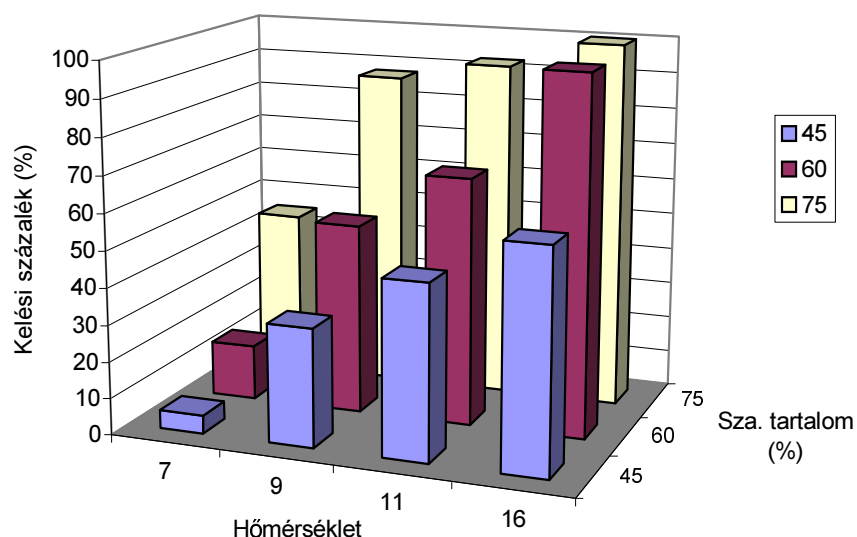
A vetőmagtermesztési kísérletek során kiválasztott két genotípusnak és a vetőmagelőállítás során alkalmazott stressztényezőknek a hatását vizsgáltuk először a kelési értékek alakulására (8. táblázat).

8. táblázat A szem betakarításkori szárazanyagtartalma, a tőszám és a genotípus hatása különböző hőmérsékleten csíráztatott kukorica kelési százaléka

Hőmérséklet °C	Szárazanyagtartalom(%)			Genotípus		Sűrítés	
	45	60	75	Toleráns	Szenzitív	6 tő/m ²	10 tő/m ²
7	5,0	15,0	45,0	25,0	18,3	10,0	31,7
9	32,5	52,0	87,5	70,0	45,0	37,5	48,7
11	47,5	67,5	92,5	85,0	53,0	66,7	71,7
16	60,0	97,5	100,0	96,7	75,0	90,0	81,7

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a 45%-os szárazanyag-tartalomnál betakarított vetőmagok esetében egyik talajhőmérsékleten sem tapasztaltunk kielégítő (85 %, vagy annál nagyobb) kelést. A 60 %-os szárazanyagtartalmú vetőmagok is csak 16 °C-on mutattak jó kelési értékeket, szemben a 75 %-os szárazanyagtartalmú vetőmaggal. Ez utóbbi már 9 °C-on is jó kelési értékű volt. Szembetűnő a 75 %-os és a 45 % szárazanyag-tartalmú vetőmagtétel közötti különbség hőmérséklettől függő alakulása. Míg 7 °C-on a 75%

szárazanyag-tartalmú vetőmag 9-szer jobb kelési százalékkal rendelkezett, mint a legkisebb, 45 % szárazanyagtartalmú, addig ez az érték 9 °C-on 2,7; 11 °C-on 1,9 és 16 °C-on ezzel gyakorlatilag azonos, 1,7-szeres volt (1. ábra).



$$\text{SzD}_{5\%} = 26,5$$

1. ábra A szem betakarításkori szárazanyagtartalmának hatása a vetőmag kelési értékeire különböző hőmérsékletű talajokon

A kísérleti adatok alapján a másik stressztényező, a vetőmagelőállítás kori tőszám növelése, nem befolyásolta a kelési értékeket, sőt alacsony hőmérsékleteken a kisebb tenyésztérületről származó vetőmag kelési értékei bizonyultak jobbnak.

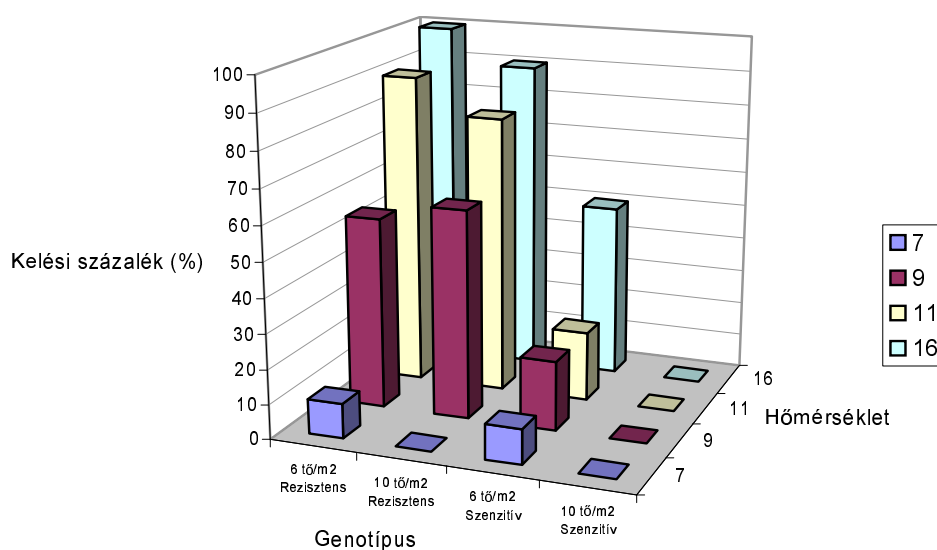
A genotípus hatását vizsgálva a vártak megfelelően, a toleráns genotípus minden talajhőmérsékleten lényegesen jobb keléssel rendelkezett, mint a szenzitív.

Ezt különösen a 45 % szárazanyagtartalommal betakarított vetőmagvaknak a különböző talajhőmérsékletek kelésre gyakorolt hatásánál figyelhettük meg, ahol a szenzitív genotípus még kedvező hőmérsékletű talajban sem produkált számottevő kelést (9. táblázat). A fajták tőszámváltozatai között, megbízható különbséget, csak a stresszre érzékeny genotípusnak, a legalacsonyabb szem szárazanyaggal betakarított vetőmagjánál kaptunk. A 45 %-os szem szárazanyagtartalommal betakarított vetőmagvak kelési értékeinek különböző talajhőmérsékleteken való elemzéséből kitűnik az is, hogy a túlsűrített növényállományokban a toleráns genotípusnál lényegesen jobb kelési értékek adódtak, mint a szenzitív genotípusnál, amelynél a túlsűrítés és a korai betakarítás letális hatást gyakorolt hőmérséklettől függetlenül.

9. táblázat A genotípus és a sűrítés hatása a 45%-os szárazanyag-tartalommal betakarított vetőmag kelési értékeire, különböző hőmérsékletű talajokon

Hőmérséklet(°C)	Genotípus			
	Toleráns		Szenzitív	
	6 tő/m ²	10 tő/m ²	6 tő/m ²	10 tő/m ²
7	10	0	10	0
9	55	60	20	0
11	90	80	20	0
16	100	90	50	0

A vetőmagelőállítás során alkalmazott stressztényezőkkel szemben toleráns fajtánál már 11 °C-on, mind a két tőszámkezelésnél 75 % feletti kelési értékeket kaptunk. A szenzitív fajtánál, a 10 tő/m²-es tőszámmal betakarított vetőmagtétel esetében, még a legmagasabb 16 °C-os talajhőmérséklet kezelésnél sem tapasztaltunk kelést (2. ábra).



$$SzD_{5\%} = 13,8$$

2. ábra A genotípus és a sűrítés hatása a 45%-os szárazanyagtartalommal betakarított vetőmag kelési értékeire, különböző hőmérsékletű talajokon

A kelési százalékok mellett meghatároztuk a kelés intenzitását, gyorsaságát is, amit a vetéstől a kelésig számított hőösszegek alapján jellemeztünk.

A keléshez szükséges hőösszegek alakulását elemezve (10. táblázat) megállapíthatjuk, hogy a talajhőmérséklet növelése jelentősen csökkentette az értékeket, vagyis fokozódott a kelés intenzitása.

10. táblázat A betakarításkori szárazanyagtartalom hatása a vetőmag kelési intenzitására eltérő hőmérsékletű talajokban

Hőmérséklet (°C)	Szárazanyagtartalom (%)			Átlag
	45	60	75	
	Hőösszeg a vetéstől a kelésig 1000 (°C)			
7	6,97	6,50	6,26	6,57
9	5,62	5,58	4,90	5,36
11	4,93	4,61	4,82	4,78
16	3,97	3,84	3,65	3,82
Átlag	5,37	5,13	4,91	
SzD _{5%}				0,43

Ebből egyértelműen következik, hogy magasabb talajhőmérsékleteken jóval rövidebb időre van szükség a mag csírázásához, illetve a növény keléséhez, mint alacsony talajhőmérsékletek esetén.

A kelés intenzitásának mértéke mind a három szem szárazanyag-tartalom esetében közel azonos volt. A 75 %-os szárazanyagtartalmú vetőmagtétel esetében észleltük a legintenzívebb kelést. Azonos talajhőmérsékleteken vizsgálva a különböző szárazanyagtartalmú magvak keléséig mért hőmennyiségét, megállapíthatjuk, hogy a 9 $^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten kaptuk a legnagyobb különbségeket, vagyis ez a talajhőmérséklet szelektálta leginkább az eltérő szárazanyagtartalmú vetőmagvak kelésig szükséges idejét.

Az állománysűrűségnek a kelési intenzitásra gyakorolt hatásának elemzéséből kitűnik, hogy az állománysűrűség hatása a vizsgált paraméter szempontjából nem konzekvens (11. táblázat).

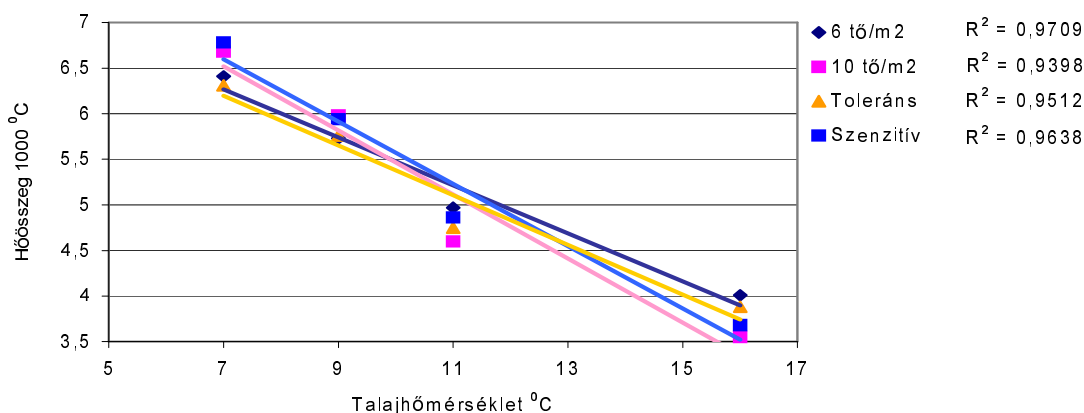
11. táblázat A sűrítés és a genotípus hatása a vetőmag kelési intenzitására különböző talajhőmérsékleteken a betakarításkori szem szárazanyagok átlagában

Hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)	Sűrítés		Genotípus	
	6 tő/m ²	10 tő/m ²	Toleráns	Szenzitív
Hőösszegek vetéstől a kelésig (1000 $^{\circ}\text{C}$)				
7	6,41	6,68	6,31	6,78
9	5,73	5,98	5,76	5,94
11	4,97	4,60	4,75	4,86
16	4,01	3,55	3,88	3,68
SzD 5%	0,61		0,79	

Tekintettel arra, hogy a sűrítés hatásaként észlelt különbség elenyésző, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vetőmagelőállítás során alkalmazott tenyészterületnek önmagában nem volt egyértelműen igazolható hatása az utódgeneráció kelési intenzitására, illetve gyorsaságára a vizsgált tényezők átlagában.

A genotípusnak - a tőszámhoz hasonlóan - csekély befolyásoló szerepe volt a kelés idejének alakításában. A toleráns és szenzitív genotípus közti különbség statisztikailag nem igazolható.

Az összefüggésvizsgálatok alapján a mért hőösszeg mind a sűrítés szempontjából, mind a genotípus oldaláról vizsgálva szoros negatív korrelációt mutatott a talajhőmérsékletekkel. Az adatok függvényként való ábrázolásából is jól látszik a változók közti lineáris kapcsolat, amelynek a szorosságát 0,94-0,97 értékekkel jellemezhetjük (3. ábra).



3. ábra. A sűrítés és a genotípus hatása a vetőmag kelési intenzitására különböző talajhőmérsékleteken a betakarításkori szem szárazanyagok átlagában

A genotípus és a tőszám kölcsönhatásának értékelése szerint, viszont a betakarításkori szem szárazanyagtartalom és a tenyésztési terület egyidőben való csökkenése (12. táblázat), mindkét genotípusnál rontotta a kelés intenzitását.

12. táblázat A genotípus és a sűrítés hatása a 45%-os szárazanyag-tartalommal betakarított vetőmagok kelésének intenzitására, különböző hőmérsékletű talajokon

Hőmérséklet (°C)	Toleráns		Szenzitív	
	6 tő/m ²	10 tő/m ²	6 tő/m ²	10 tő/m ²
Hőösszegek vetéstől a kelésig (1000 °C)				
7	*	0	*	0
9	*	*	***	0
11	**	**	***	0
16	***	****	****	0

0 = nincs kelés

* = 7,0-6,0

** = 6,0-5,0

*** = 5,0-4,0

**** = 4,0-3,0

Az eredmények könnyebb áttekinthetősége érdekében a kelés intenzitását jelző értékeket osztályközökbe soroltuk. A kelési százalékokhoz hasonlóan a toleráns genotípus a tőszámsűrítést viszonylag jól tűrte, ezzel szemben a szenzitív genotípus a tőszámsűrítésre nagyfokú érzékenységgel reagált. Ennek következtében az alkalmazott vetőmagelőállítási stressztényezőkkel szemben érzékenyen reagáló fajta sűrű tőállományából származó vetőmagjából nem kaptunk értékelhető kelést, még a fejlődés szempontjából kedvező talajhőmérséklet hatására sem. A várt eredményekkel szemben, a 6 tő/m²-es tőszámnál a szenzitív genotípus jobb kelésintenzitású értékeket mutatott, mint a toleráns.

A növények kezdeti fejlődését jellemző növénymagassági adatokat értékelve (13. táblázat) megállapíthatjuk, hogy valamennyi hőmérsékleten a rezisztens genotípus növekedése volt intenzívebb.

13. táblázat A genotípus és a szem betakarításkori szárazanyagtartalmának hatása a növénymagasságra (cm) különböző talajhőmérsékleteken

Hőmérséklet (°C)	Genotípus		SzD _{3%}	Szárazanyag (%)			SzD _{3%}
	Toleráns	Szenzitív		45	60	75	
7	0,15	0,12	ns	0	0,17	0,25	ns
9	3,42	1,98	ns	1,32	2,33	3,81	ns
11	8,43	4,30	2,10	3,63	6,04	9,43	2,27
16	23,32	14,99	7,53	11,95	23,16	22,36	9,22
Átlag	8,83	5,34	1,64	4,22	7,92	8,96	2,01

ns = nem szignifikáns

A vizsgált talajhőmérsékletek közül a legnagyobb különbséget 11°C-on kaptuk, ahol a toleráns genotípus vetőmagjából fejlődött növények hossza megkétszereződött a szenzitívhez képest. A fajták hőmérsékletek szerinti átlagértékei alapján, a toleráns genotípusnál kaptuk a nagyobb értékeket. A

növények magasságát - a kelési tulajdonságokhoz hasonlóan - elsősorban a hőmérséklet határozta meg, ahogyan azt MARTON et al. (1997) vizsgálatainak eredményei is igazolták. A hőmérséklet emelkedésével a növények magassága mind a két genotípusnál jelentősen nőtt.

A szem betakarításkori szárazanyagtartalom hatásának, a hőmérsékletek szerinti elemzéséből kitűnik, hogy a szárazanyagtartalom növekedése a növény magasságával pozitív korrelációban van. A szem szárazanyagtartalmak közül a 60 %-os, míg a hőmérsékletek tekintetében, a 11 °C-os talajhőmérséklet tűnt a legszelektívebbnek, mivel itt mértük statisztikailag a legnagyobb különbségeket a növénymagasság tekintetében. A vetőmagelőállítás során alkalmazott tőszámnak szintén nem volt szignifikáns és konzekvens hatása a növények kelés utáni növekedésre.

A genotípusok betakarításkori szemszárazanyag változatainak hajtásnövekedésre gyakorolt hatását a (14. táblázatban) követhetjük nyomon.

14. táblázat. A fajta és a szárazanyagtartalom együttes hatása a növény magasságára (cm), különböző talajhőmérsékleteken

Hőmérséklet	Genotípus						SzD _{5%}
	Toleráns			Szenzitív			
	Szárazanyagtartalom (%)						
	45	60	75	45	60	75	
7 °C	0	0,35	0,43	0	0	0,38	0,32
9 °C	2,30	3,73	4,25	0,35	0,92	3,38	2,58
11 °C	6,63	8,63	10,05	0,63	3,45	8,83	2,33
16 °C	18,67	24,80	26,50	5,22	21,50	18,22	8,37
Átlag	6,90	9,38	10,23	1,55	6,48	7,70	2,84

A két vizsgált fajta növekedési üteme között jelentős különbségek adódtak. A szenzitív genotípusnak a szem szárazanyagtartalmára való

fokozottabb érzékenységet jól bizonyítja, hogy míg a toleráns genotípusnál csak a legalacsonyabb hőmérsékleten adódtak szignifikáns különbségek a növények növekedésében, addig ezt a tendenciát a szenzitív genotípusnál minden talajhőmérsékleten meg lehetett figyelni.

A hőmérséklet szerepe a hajtások növekedésben a kelési értékekhez hasonlóan itt is meghatározó volt. A fajták hőmérséklettel szembeni reakciói alapján, a toleráns genotípusnak, a csírázás és kelés utáni jobb hidegtűrését állapíthattuk meg, mivel alacsonyabb hőmérsékleteken is gyorsabban fejlődött, mint a szenzitív. A hőmérséklet emelkedésével, a vetőmagvak magasabb szárazanyagainál a genotípusok közti különbségek ugyan csökkentek, de az alacsony szárazanyagtartalmakon és talajhőmérsékleteken kialakult jelentős növénymagasságbeli különbségek midvégig megmaradtak.

A levélfelület alakulását (15. táblázat) értékelve, is hasonló tendenciákat figyelhettük meg, mint a növénymagasságok elemzése során.

15. táblázat A fajta és a szem betakarításkori szárazanyagtartalmának hatása a levélfelület (cm²) alakulására különböző talajhőmérsékleteken

Hőmérséklet (°C)	Genotípus		SzD _{5%}	Szárazanyag (%)			SzD _{5%}
	Toleráns	Szenzitív		45	60	75	
7	0,04	0,03	0,11	0	0,04	0,08	0,13
9	2,27	0,97	1,77	0,77	1,55	2,53	2,17
11	7,50	3,20	1,92	2,79	4,76	8,49	2,35
16	38,57	25,33	9,90	17,43	39,38	39,03	14,41
Átlag	12,09	7,38	3,83	5,25	11,43	12,53	4,69

A táblázat adatai szerint minden vizsgált hőmérsékleti gradiens esetében, a stresszel szemben toleráns genotípus bizonyult jobbnak a szenzitívhez viszonyítva. A fajták közti legnagyobb különbségeket 11 °C,

vagy e feletti talajhőmérsékleteken kaptuk, ahol a toleráns genotípustól származó növények levélfelületének nagysága kétszer akkora volt, mint a szenzitívé. A vetőmagelőállítás során alkalmazott állománysűrűségnek a levélfelület nagyságára vonatkozólag nem lehetett szignifikáns és konzekvens hatást kimutatni.

A szem szárazanyagtartalom növekedésével a levélfelületre gyakorolt pozitív hatás ebben az esetben is elsősorban a hőmérsékletek emelkedésével volt összefüggésben. A fajtához hasonlóan a legnagyobb mérvű növekedés a 11 °C és az e feletti talajhőmérsékleteken következett be. A 11 °C hőmérsékletnek a levélfelületre gyakorolt szelektivitása abban nyilvánult meg, hogy itt kaptuk az egyes szem szárazanyagtartalmak között a legmegbízhatóbb különbségeket, míg a legnagyobb hőmérsékleten, csak a legalacsonyabb szem szárazanyagtartalom negatív hatását tudtuk igazolni.

A növényi hajtások száraz tömegének, hőmérséklettől és betakarításkori szem szárazanyagtartalomtól való függését a (16. táblázatban) követhetjük nyomon. Az adatok értékelése alapján megállapíthatjuk, hogy a vetőmag szárazanyagtartalmának és a hőmérsékletnek az együttes növekedése a hajtások szárazanyagtartalmának is jelentős emelkedését vonta maga után.

16. táblázat A betakarításkori szemszárazanyag és a genotípus hatása, a hajtások szárazanyagtartalmára (mg/növény), különböző talajhőmérsékleteken

Hőmérséklet °C	Szem szárazanyag (%)			Genotípus	
	45	60	75	Toleráns	Szenzitív
7	0,00	1,25	3,00*	1,66	1,16
9	4,00	7,75	14,75*	11,16*	5,50
11	8,75	14,50	26,50*	21,00*	12,16
16	62,50	155,00*	156,50	155,16	94,16

*: P = 5% - os szinten szignifikáns

A szem szárazanyagának változását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a legmagasabb nedvességtartalommal betakarított vetőmagvaknál kaptuk minden hőmérsékleten, a hajtások legkisebb szárazanyag tömegét. Ez a megállapítás is arra hívja fel a figyelmet, hogy ha a szemtelítődés valamilyen oknál fogva gátolt, akkor az káros kihatással van a belőle fejlődő növény kelés utáni fejlődésére. A legnagyobb szemszárazanyaggal rendelkező vetőmagok jobb hidegtűrését az alacsony hőmérsékleteken kapott legmagasabb hajtás szárazanyagtartalmak is igazolják.

A fajták hidegtűrésének összehasonlításában a 9 és 11 °C hőmérsékleteken tudtunk megbízható különbséget tenni, a vetőmagelőállítás során alkalmazott stresszekkel szemben a toleráns, illetve fogékony genotípusok között. A hőmérséklet további emelése erőteljesen növelte mindkét fajtánál a hajtások száraz tömegét, de a különbség a genotípusok között már nem volt szignifikáns, amelyet (ZAMETRA és CUANY 1982, MARTON et al. 1997) kísérleti eredményei is alátámasztanak.

5.2. A vetésidő és vetőmagesávázás hatása a kukorica hibridek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésére

Az varianciaanalízis eredményei alapján (17. táblázat) megállapíthatjuk, hogy a kísérletben vizsgált tulajdonságok közül a kelésig eltelt napok számát tekintve a vetésidő játszotta az elsődleges szerepet, míg a kelési százalék és a hajtás száraz tömeg alapján a csávázószer hatása bizonyult a legnagyobbknak.

Az elsőrendű kölcsönhatások közül a vetésidő a talajkezelésektől függően leginkább a kelésidő hosszát módosította, bár a kölcsönhatás (AxB)

MQ értéke jelentősen kisebb volt a vetési idő (A tényező) MQ értékéhez képest. A kelési százalék vonatkozásában a vetésidő x csávázás (AxC), míg az egyedi hajtás száraztömeg nagysága alapján a talaj x csávázószer (BxC) kölcsönhatások voltak a legjelentősebbek.

17. táblázat A vetésidő és csávázási kísérlet varianciatáblázatának MQ értékei

Tényező	FG	Kelési idő (nap)	Kelési (%)	Száraztömeg (mg/növény)
Kezelés	134			
Vetésidő(A)	2	3101,7***	75,7***	510,9***
Talaj (B)	2	3,8***	37,2***	379,4***
Csávázószer (C)	2	17,3***	116,1***	2869,5***
Genotípus (D)	4	3,7***	6,1***	305,5***
AXB	4	4,6***	20,5***	431,5***
AXC	4	4,3***	52,8***	378,7***
AXD	8	0,3 ns	1,3 ns	101,9***
BXC	4	3,9***	25,8***	576,5***
BXD	8	0,4 ns	0,7 ns	34,3*
CXD	8	0,7**	2,0*	73,9***
Hiba	134	0,2	0,9	19,3

ns = nem szignifikáns,

***, **, *: = szignifikáns hatás, a P = 0,1%-os, 1%-os és 5%-os valószínűségi szinteken

A vetésidő hatására a kelési idő (18. táblázat) az utolsó vetésnél (április 17.) volt a legrövidebb, míg a legkorábbi (április 3.) vetésnél a leghosszabb.

18. táblázat A vetésidő hatása a vizsgált tulajdonságokra, a talaj, a csávázószer és a genotípusok átlagában

Vetésidő	Kelési idő (nap)	Kelési arány (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1.	24,55	77,2	30,92
2.	18,64	92,3	32,51
3.	12,80	93,8	27,82
SzD 5%	0,15	2,89	1,08

A vetésidők közötti különbségeket tekintve a legkorábbi vetésben a vizsgált genotípusok keléséhez átlagosan 24,5 napra, a harmadik vetésben már csak ennek a felére, azaz 12,8 napra volt szükség. A kelésidők jelentős mérvű csökkenése alapvetően nem a genotípustól, hanem elsősorban a vetésidőtől függött. Ha nem a kelésig eltelt időt, hanem a vetéstől a kelésig eltelt időszak effektív hőösszegét számoljuk, akkor nem találunk jelentős különbséget az egyes kezelések között. Ezt a kelésidőknek a naptári napok száma szerinti alakulása is igazolja. Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy az első és az utolsó vetés 14 napos időkülönbsége csak 2,25 napos kelésidő különbséget eredményezett. A kelés idejét tehát alapvetően a hőmérséklet határozta meg.

A legkisebb kelési százalékat a legkorábbi vetésben tapasztaltuk. A második és harmadik vetésidőben már megfelelő, a gyakorlat számára is elfogadható kelési értékek (92-93 %) alakultak ki, amelyek között igazolható különbséget már nem tudtunk kimutatni.

A talajkezelések hatását értékelve (19. táblázat) a vizsgált tulajdonságok közül a kelés idejét statisztikailag csak a fertőzött talaj módosította, de ez a különbség szakmailag, a gyakorlat oldaláról nem tekinthető jelentősnek.

19. táblázat. A talaj hatása a vizsgált tulajdonságokra a vetésidő, csávézószér és a genotípusok átlagában.

Talaj	Kelési idő (nap)	Kelési arány (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1. Steril	18,60	89,90	32,52
2. Homok	18,50	92,90	28,42
3. Fertőzött	18,90	80,60	30,31
SzD_{5%}	0,15	2,89	1,08

Kiemelhetjük azonban, hogy a legrövidebb kelési időt a homoktalajban észleltük, valószínűleg a porózusabb homok gyorsabb felmelegedése és kisebb mértékű fertőzöttsége miatt.

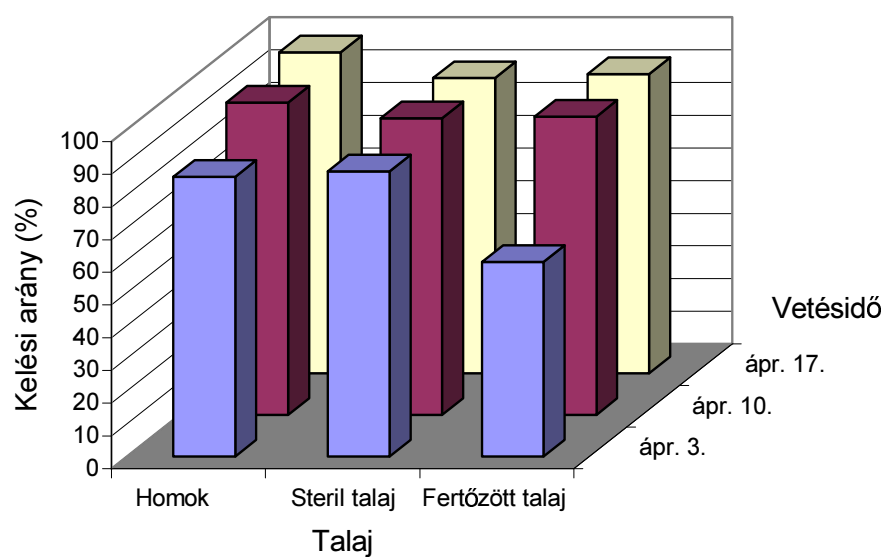
A kelési százalék jelentős mérvű csökkenését csak a fertőzött kukoricaföld használatánál és ott is csak az első, vagyis a legkorábbi vetésidőben figyelhettük meg (4. ábra). Ez egyértelműen igazolja a csávázószer hatékony védelmi szerepét a talajlakó patogénekkal szemben.

A csávázószer hatására a kelési idő - a három vetésidő átlagában - mindkét csávázószer vetőmag kezelés esetén igazolhatóan csökkent (20. táblázat), ugyanakkor a vizsgált hatóanyagok között szignifikáns eltérést nem lehetett kimutatni.

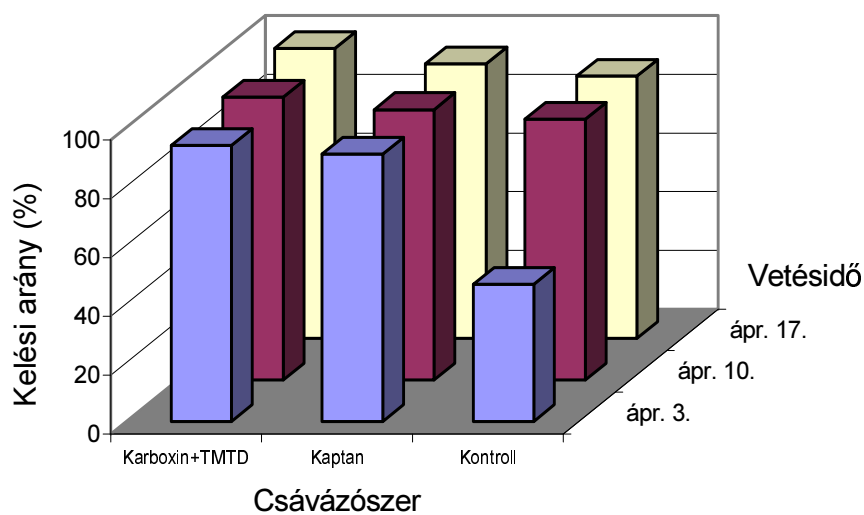
20. táblázat A csávázószer hatása a vizsgált tulajdonságokra a vetésidők, a talajok és a genotípusok átlagában

Csávázószer	Kelési idő(nap)	Kelési arány (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1. Kontroll	19,17	74,90	23,9
2. Kaptán	18,40	92,10	33,71
3. Karboxin + TMTD	18,42	96,30	33,64
SzD_{5%}	0,19	3,70	1,40

A kelési százalék alapján, a csávázás pozitív, kelési értékeket növelő hatását egyértelműen igazolni tudtuk. A csávázószer magkezelés szükségességét és fontosságát mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy a legkorábbi vetésben mind a két csávázószer magkezelés megkétszerezte a kikelt növények számát a csávázatlanhoz képest (5. ábra).



4. ábra A vetésidő és talaj hatása a kelési százalékra a genotípus és a csávázás átlagában



5. ábra A vetésidő és csávázás hatása a kelési százalékra a talaj és a genotípus átlagában

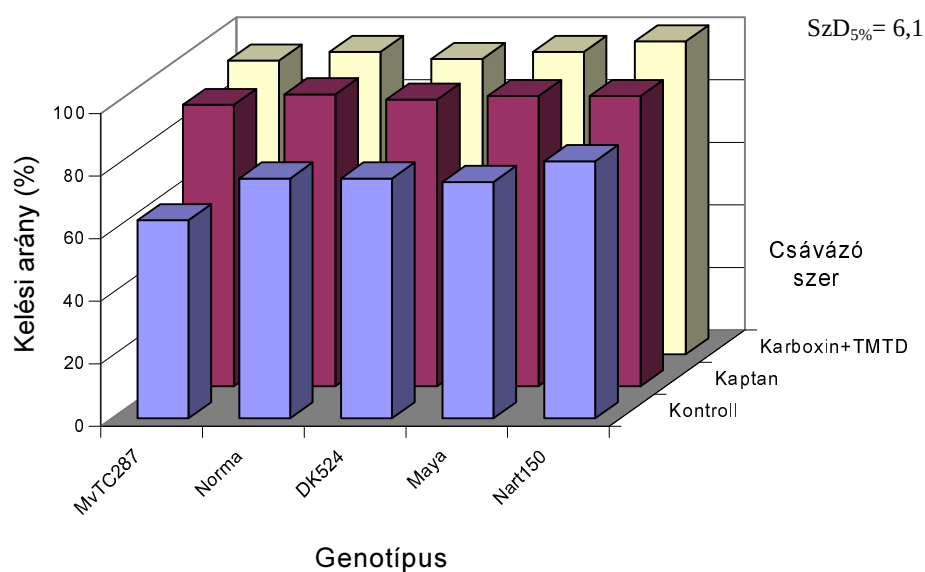
A csávázószerrek közül a karboxin + TMTD hatóanyag kombináció kelési százalékot javító hatása mind a három vetésidőben igazolható volt. A kaptán szignifikánsan csak az első vetésidőben növelte a kikelt növények számát a csávázatlan kontrollhoz viszonyítva.

A csávázás fontosságára a korai vetésben betöltött szerepén kívül, az egyes hibrideknek a talajlakó patogénekkal szembeni eltérő érzékenysége is felhívja a figyelmet. A genotípusok közül e tekintetben a legnagyobb fogékonyságot az Mv TC 287 hibridnél tapasztaltunk. A vetőmagcsávázás itt növelte legnagyobb mértékben a kelési százalékot, ezzel ellensúlyozva a fajta vetőmagjának fokozott érzékenységét a talajlakó patogénekkal szemben (6. ábra).

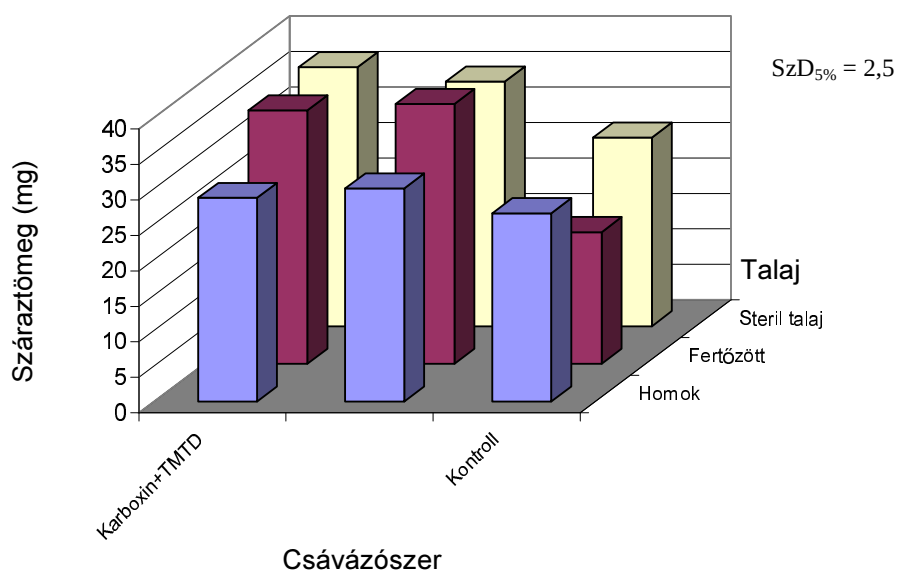
A hajtás száraztömege alapján is hasonló megállapításokat tehetünk, mint a kelési százalék esetében: a csávázószeres magkezelés előnye itt is érvényesült a kontrollhoz képest, viszont a két csávázószer hatása szignifikánsan nem különbözött egymástól (20. táblázat).

A hajtás szárazanyag tömege az eltérő talajokban szoros összefüggést mutatott az egyes vetőmagkezelésekkel (7. ábra). A legnagyobb különbség a fertőzött talaj csávázószer nélküli, illetve csávázószeres kombinációi között adódott, ami ismételten a csávázásos magkezelés fontosságát támasztja alá, különösen erősen fertőzött talajokba történő vetés esetén.

A genotípusok közül a három vetésidő átlagában a Nart 150 hibridet emelhetjük ki. Vetőmagja a legkorábban kelt, míg a többi fajta vetőmagjának a kelési ideje nem különbözött egymástól (21. táblázat). A kelési százalékok tekintetében is ennél a genotípusnál kaptuk a legnagyobb, míg az MvTC 287 hibrid esetében a legkisebb értékeket.



6. ábra A csávázás hatása a genotípusok kelési százalékára a talaj és a vetésidő átlagában



7. ábra A talaj és a csávázás hatása a hajtás száraz tömegére a vetésidő és a genotípusok átlagában

21. táblázat A genotípus hatása a vizsgált tulajdonságokra a vetésidő, a talaj és a csávázószer átlagában

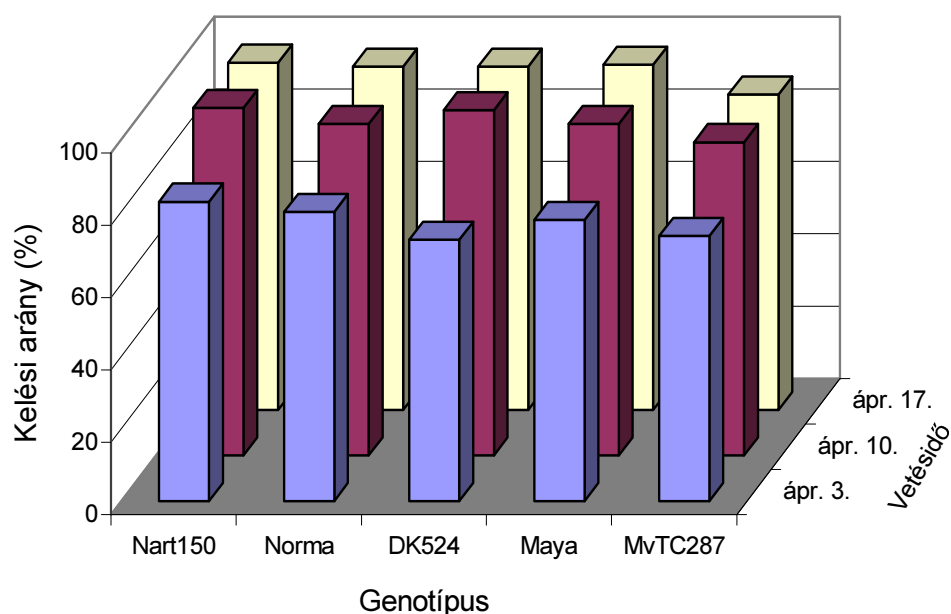
Genotípus	Kelési idő (nap)	Kelési arány (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1. Norma	18,70	88,90	29,68
2. DK 524	18,76	87,60	28,25
3. Maya	18,87	88,30	33,53
4. Nart 150	18,20	91,70	32,27
5. Mv TC 287	18,79	82,40	28,35
SzD_{5%}	0,19	3,73	1,40

A legnagyobb kelési arány a két legkorábbi vetésidőben (8. ábra) ugyan csak a Nart 150 fajtánál kaptuk, ami egyértelműen igazolja e fajta jó csírázáskori hidegtűrését és ebből származó előnyét a többi genotípussal szemben.

A hajtásonkénti száraztömeg alapján a Maya és a Nart 150 fajtákat emelhetjük ki, bizonyítva ezzel, hogy a Nart 150 hibrid nemcsak nagyon jó csírázáskori, hanem egyben kiváló fiatalkori hidegtűréssel is rendelkezik.

Adataink azt mutatják, hogy a hidegtűrés elbírálására beállított kísérletek metodikai különbségei jelentős hatással vannak a várható eredményekre. A hideg inkubáció hossza, az alkalmazott hőmérséklet - vetésidő különbségek - felerősíthetik a genotípusok hidegtűrőképességben rejlő különbségek érvényesülését, patogének iránti fogékonyságát, ahogyan azt KOVÁCS (1961) és MARTON et al. (1988, 1990) eredményei is mutatták.

$$SzD_{5\%} = 6,1$$



8. ábra A vetésidő hatása a genotípusok kelési százalékára a csávázás és a talaj átlagában

A patogénnel fertőzött talaj és a sterilizált talaj összehasonlításából eredő nagy különbségek magyarázzák, hogy a genetikai hidegtűrés vizsgálatokkor miért zárják ki a patogéneket a kísérletekből (BOCSI, 1988, CHISTELLER 1984, MARYAM és JONES 1983). A nemesítési munkában a genotípusokat a szelekció során fel kell készíteni minden olyan hatás leküzdésére, mellyel a termesztésben találkozhatnak, ezért általában kórokozók jelenlétében is folytatják a hidegtűrésre való szűrést (KOVÁCS 1961, HERCZEGH 1978, MARTON 1990a).

Adataink nem erősítik meg minden vonatkozásban SZUNDY és KOVÁCS (1981a,b) megfigyeléseit, mely szerint a heterozigóta anyai szülőn előállított hibridek (TC, DC) hidegtűrése jobb, mint a homozigóta anyai

szülők hibridjeinek (SC) a hidegtűrése. Kísérleteinkben az Mv TC 287 a legtöbb vizsgált tulajdonságban elmaradt a kétvonalas hibridektől. Igaz, a vizsgált hibridek genetikai háttere a mi esetünkben különböző volt, míg SZUNDY és KOVÁCS (1981a,b) megállapításainak alapját azonos genetikai háttérű genotípusok szolgáltatták.

A kísérleteinkben vizsgált hibridek közül a Nart 150 példája megerősíti azt a megfigyelést, miszerint az extra korai hibridekben a koraiság és a hidegtűrés együttes megjelenése genetikailag biztosítható, hozzájárulva ezzel a hibridek kiváló teljesítményéhez az északi, hűvös termőterületeken is (PINTÉR et al. 1995).

A csávázott kezelések magas kelési százaléka és a hajtás száraz tömege igazolja a korai vetések létjogosultságát, megerősítve a vetésidő kísérletekben a korábbi vetések előnyét a későbbiekkel szemben (ZÁBORSZKY és BERZY 1999).

5.3. A vetőmagkezelés hatása a korai vetésű beltenyésztett törzsek kelési tulajdonságaira

5.3.1. A kelés idejének értékelése

A kelésig eltelt napok számát a három vizsgált tényező közül csak a genotípus befolyásolta (22 és 23. táblázat). A kölcsönhatásokat tekintve egyik sem módosította szignifikánsan a kelésidő hosszát.

22. táblázat A vetőmagkezelési kísérlet varianciatáblázatának MQ értékei

Tényező	FG	Kelési idő (nap)	Kelési (%)	Száraztömeg (mg/növény)
Kezelés	64			
Genotípus (A)	3	8,7***	35,6***	26,0***
Csávázószer (B)	3	0,2 ns	7,4*	14,0***
Talaj (C)	1	0,2 ns	4,0 ns	9,0*
AXB	9	0,6 ns	1,4 ns	2,0 ns
AXC	3	0,2 ns	6,9*	1,0 ns
BXC	3	0,4ns	3,4 ns	5,0*
AXBXC	9	0,1 ns	4,3*	1,0 ns
Hiba	31	0,3	2,1	1,0

ns = nem szignifikáns

***, * = szignifikáns hatás, P = 0,1%-os és 5%-os valószínűségi szinteken

23. táblázat A genotípus hatása a vizsgált tulajdonságokra a csákvázás és a talaj átlagában

Genotípus	Kelési idő (nap)	Kelési százalék (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1. MO 17	13,61	56,30	9,00
2. HMv 5316	12,37	81,90	16,00
3. HMv 5301	13,91	90,60	19,00
4. HMv 5478	13,65	82,50	16,00
SzD_{5%}	0,42	10,50	3,00

A fajták kelésidő szerinti átlagértékei alapján (9. ábra) a HMv 5316 beltenyészett törzset emelhetjük ki, mivel a keléshez szükséges idő ennél a genotípusnál volt a legrövidebb, ami arra utal, hogy a törzs hidegtűrése a kelési idők vonatkozásában is érvényre jutott. A többi vizsgált törzs közel azonos időben kelt.

A vetőmagkezelések és a talajkezelések önmagukban nem befolyásolták a kelésidő hosszát (24. és 25. táblázat). A vetőmagkezelésnek egyik kísérleti talajon sem volt igazolható - kelésidőt csökkentő - hatása. Ezt támasztja alá a 10. ábra is, amelyből kitűnik, hogy a beltenyészett törzsek vetőmagkezeléses változatainak nem volt konzekvens, kelésidőt befolyásoló szerepe.

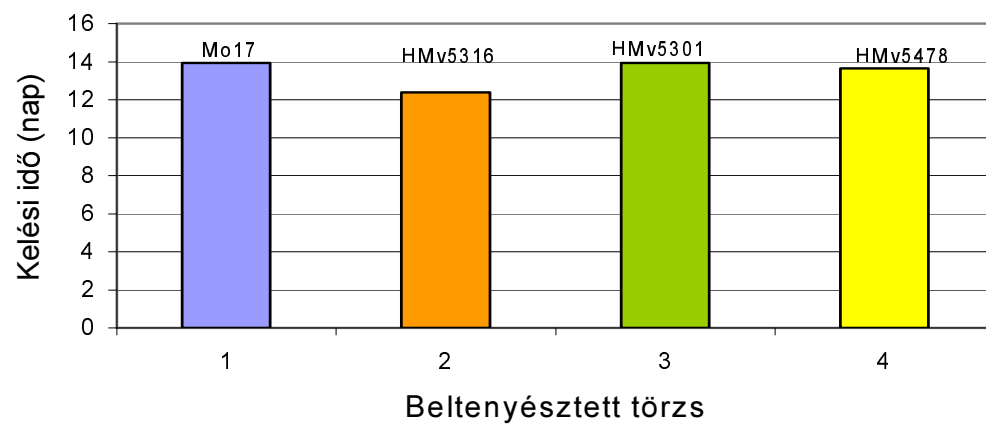
Az Mo 17 beltenyészett törzs esetében (10. ábra) a kezelt vetőmagvaknál az átlagos kelésidő hosszabb lett, mivel a kezelés hatására olyan növények is kikeltek, melyek a kontroll parcellákban elpusztultak (14. ábra). Ezen növények vontatott kelése magyarázza a hosszabb kelésidőt.

24. táblázat A talajok hatása a vizsgált tulajdonságokra a beltenyésztett törzsek és a csávázás átlagában

Talaj	Kelési idő (nap)	Kelési százalék (%)	Száraztömeg (mg/növény)
1. Kontroll	13,41	80,30	16,00
2.Fertőzött	13,51	75,30	14,00
SzD_{5%}	0,30	7,40	2,00

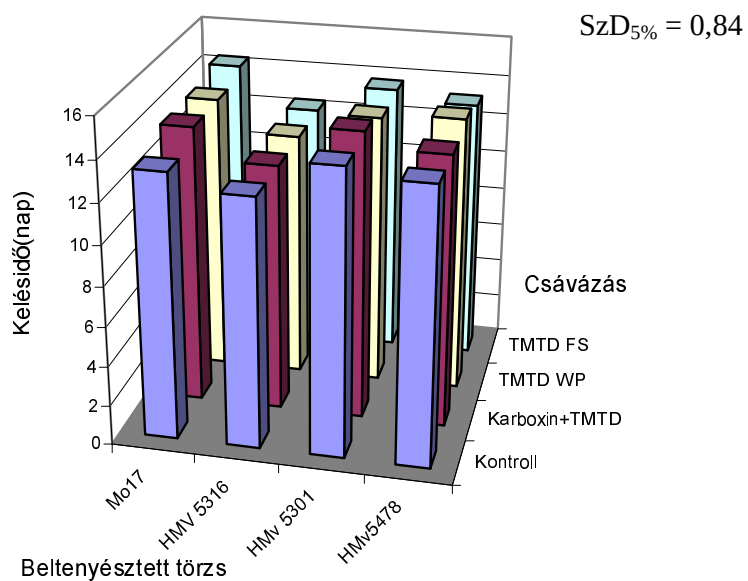
25. táblázat A vetőmagcsávázás hatása a vizsgált tulajdonságokra a beltenyésztett törzsek és a talaj átlagában

Csávázószer	Kelési idő (nap)	Kelési százalék (%)	Száraztömeg (mg/növény)
karboxin + TMTD	13,59	76,30	15,00
TMTD WP	13,49	80,00	15,00
TMTD FS	13,38	85,60	19,00
Kontroll	13,38	69,40	11,00
SzD_{5%}	0,42	10,50	3,00



SzD_{5%} = 0,42

9. ábra A beltenyésztett törzsek kelésideje a csávázás és a talajok átlagában



SzD_{5%} = 0,84

10. ábra A csávázás hatása a beltenyésztett törzsek kelési idejére

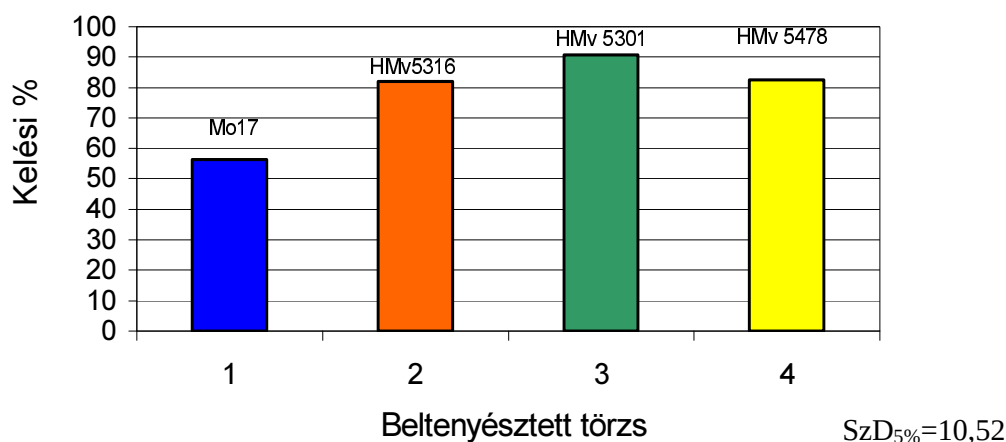
5.3.2. A vizsgált tényezők hatása a beltenyésztett törzsek kelési százalékára

A kikelt növények aránya a vizsgált tényezők közül - a kelésidőhöz hasonlóan - a legnagyobb mértékben a beltenyésztett törzsektől függött, de a vetőmagcsávázásnak is jelentős volt a hatása. A tényezők interakciói közül a fajta x kísérleti talajnak tudtuk igazolni a hatását a kelés nagyságára (22. táblázat) ami a beltenyésztett törzseknek a fertőzött talajjal szembeni eltérő érzékenységet bizonyítja.

A genotípusok vizsgált tulajdonságokra való hatásának elemzéséből kitűnik (23. táblázat), hogy a beltenyésztett vonalaknak nem azonos a sorrendje a kelési idők és kelési százalékok vonatkozásában. Míg kelésidő alapján a HMv 5316 tűnt a legjobb hidegtűrőnek, addig a kelési százalékok alapján a HMv 5301 bizonyult a legjobbnak. Ehhez hasonló eredményekre jutottak vizsgálataik alapján STAMP (1984), HERCZEGH és MARTON (1986) és MARTON (1990a) is, amelyek szintén megerősítik azt a megállapításunkat, hogy a genotípusok kelési ideje és kelési százaléka közötti összefüggés nem konzekvens.

A beltenyésztett törzsek kelési százalécai alapján (11. ábra) a legjobb HMv 5301 vonalhoz képest a HMv 5478 és a HMv 5316 beltenyésztett törzsek kelési értékei közel azonos mértékben, 8-9 százalékkal voltak alacsonyabbak, míg a kiugróan legrosszabb kelési eredményt a Mo 17-es vonal produkálta, amely jelentősen elmaradt a másik három vizsgált genotípus kelési százalékától.

A kelési időtől eltérően önmagában a vetőmagkezelésnek is volt szignifikáns kelési százalékot növelő hatása, a csávázás nélküli kontrollhoz viszonyítva (24. táblázat).

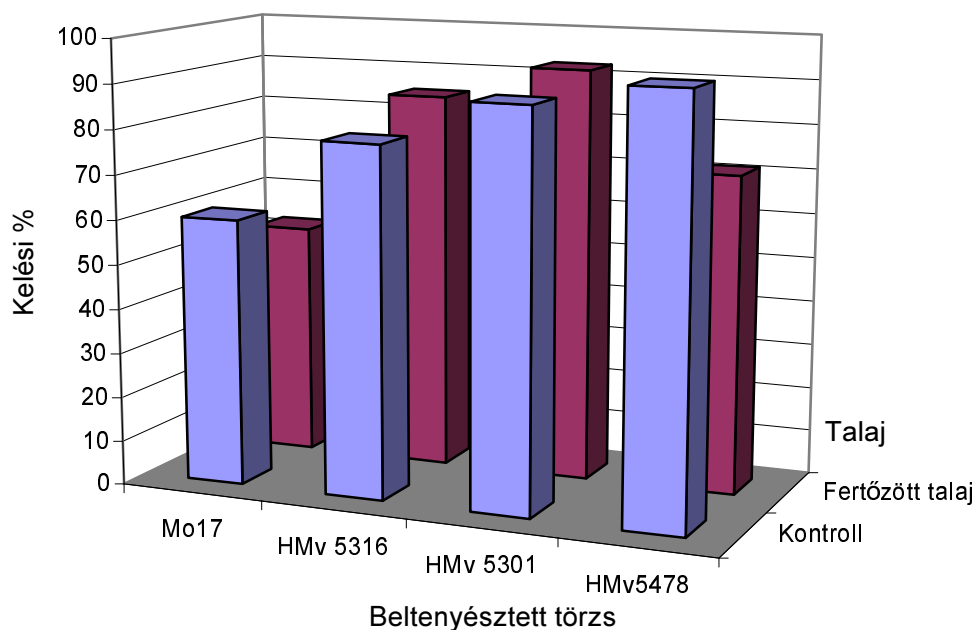


11. ábra Beltenyésztett törzsek kelési százaléka a csávázás és a talajkezelések átlagában

A csávázószeresek közül legjobbnak a TMTD FS bizonyult, azt követte a TMTD WP, majd a karboxin+TMTD-vel történő csávázás. A vizsgált csávázószeresek közti különbség viszont statisztikailag nem volt kimutatható.

A kelési százalékok alapján - a kelésidőhöz hasonlóan - a fertőzött és kontroll talajok közt szintén nem lehetett szignifikáns különbséget tenni, bár a kontroll fertőzésmentes talajon kapott eredmények számszerűleg jobbnak bizonyultak (24. táblázat) a mesterségesen fertőzött kukoricatalajhoz viszonyítva.

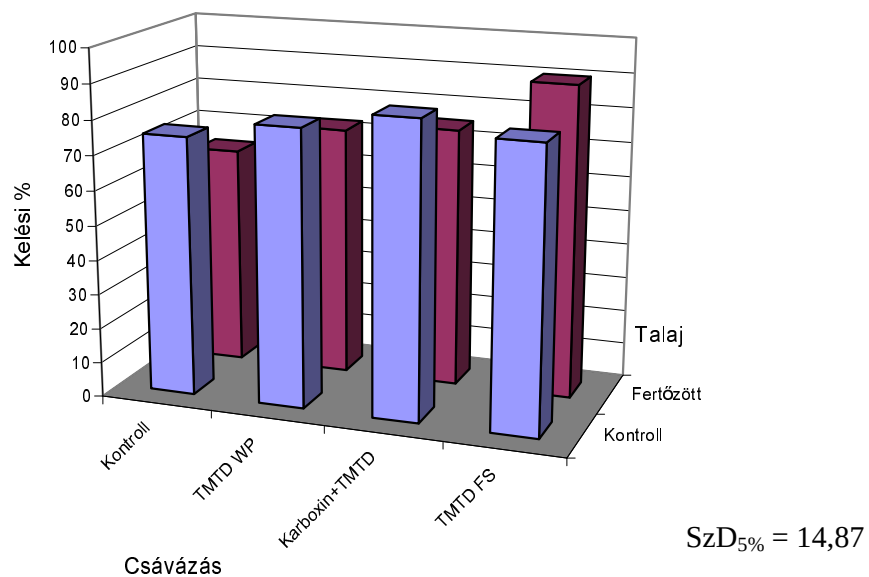
A vonalak kelési százalékainak talajkezelésektől függő alakulása (12. ábra), a beltenyésztett törzsek vetőmagjának patogénekkal szembeni természetes rezisztenciájától függően különbözött egymástól. Noha a fertőzött kukoricaföldben a Mo 17 kelési százaléka volt a legalacsonyabb, a kontrollhoz képest a HMv 5478 kelési százaléka csökkent a legnagyobb mértékben. Ez a HMv 5478 talajlakó patogénekkal szembeni fokozottabb érzékenységét mutatja



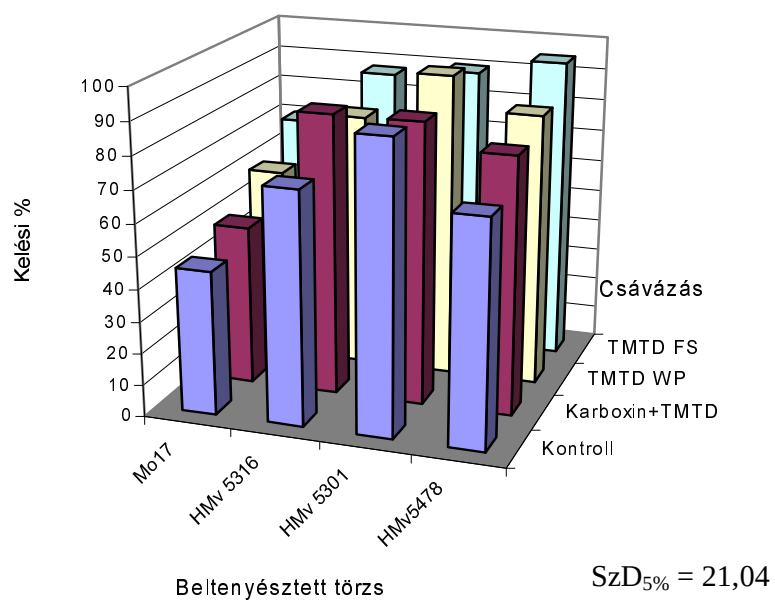
12. ábra A talaj hatása a beltenyésztett törzsek kelési százalékára

A másik két vizsgált vonalnál nem kaptunk jelentős különbségeket a két talajkezelés változat között, amely ezen vonalaknak a patogénnel szembeni nagyobb ellenálló képességét igazolja. A vetőmagkezelések talajkezelésenkénti hatásából kitűnik (13. ábra), hogy a vetőmagcsávázás mind a két vizsgálati talajon (ami a kelésidőnél nem igazolódott) egyértelműen növelte a kelési százalékokat. A kontroll talajnál a karboxin +TMTD hatóanyagú csávázószer, a mesterségesen fertőzött talajnál a TMTD FS vetőmagcsávázás alkalmazása eredményezte a legtöbb kikelt növényszámot a csávázatlan vetőmagkezeléshez képest.

A beltenyésztett törzsek vetőmagkezelési változatai közül kitűnik a Mo17 csávázatlan vetőmagjának feltűnően alacsony kelési százaléka, amit a vetőmagkezeléssel (csávázással) sikerült ugyan egy kissé növelni, de a kikelt növények száma még így sem érte el a jobb hidegtűréssel rendelkező vonalak kelési értékeit (14. ábra).



13. ábra A csávázás és a talaj hatása a kelési százalékokra



14. ábra A csávázás hatása a beltényesztett törzsek kelési százalékára

A vizsgált vonalak vetőmagjának csávázás nélküli kezelései közül a legjobb eredményt a HMv 5301 törzs produkálta. A kontrollhoz képest kismértékű javulást itt csak a TMTD WP-vel történő vetőmagkezelés jelentett. A csávázás hatékonyságát a beltenyésztett törzsek közül leginkább a HMv 5478 vonal esetében figyelhettük meg, mivel a vetőmagkezelésnek itt volt a legszembetűnőbb kelést javító hatása. Ezen belül is a TMTD FS csávázószer bizonyult a legjobbnak. A hibridekkel beállított kísérlethez hasonlóan (ZÁBORSZKY et al. 2001) a beltenyésztett vonalak esetében is megfigyelhetjük a csávázószeresek fajtaspecifikusságát, azaz a vetőmagkezelések hatásának genotípusoktól való függését.

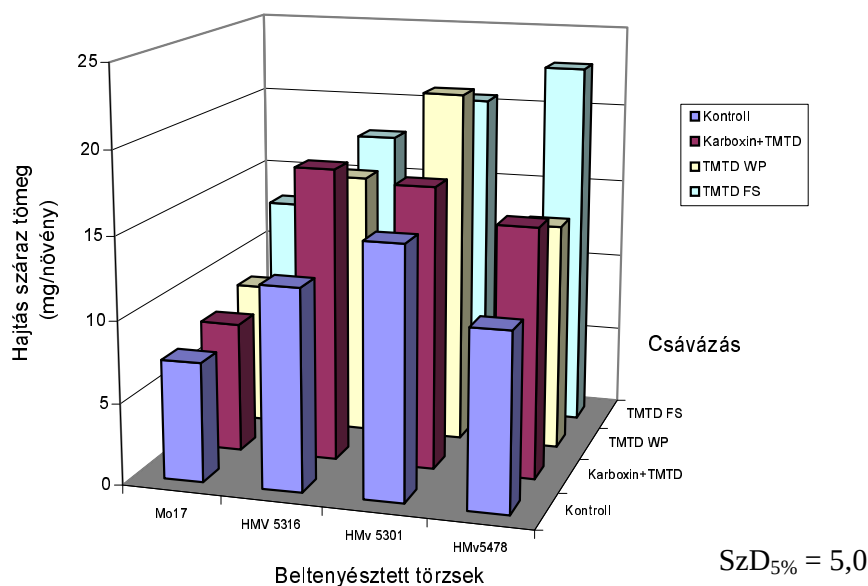
5.3.3. A hajtások szárazanyagtartalmának értékelése

A beltenyésztett törzsek csírázás utáni, fiatal növénykori hidegtűrésének jellemzésére fontos paraméter a hajtás száraz tömege. A kapott vizsgálati eredményeket az egy növényre jutó egyedi száraz hajtástömeg alapján értékeltük.

A vizsgált tényezők közül a szárazanyag-produkció nagyságát legnagyobb mértékben a genotípus befolyásolta (22. táblázat), azt követte a vetőmagkezelés, majd a kísérleti talajnak a hatása. A kölcsönhatások közül a fajta x csávázás interakciót érdemes kiemelni.

A beltenyésztett törzsek hajtásainak száraz tömege, tendenciáját tekintve a kelési százalékokhoz hasonló eredményeket mutatott. Mindkét esetben a Mo 17 törzsnél adódtak a legkisebb az értékek, ezt követte a HMv 5478. A legnagyobb fiatal növénykori hajtás száraz tömeget a HMv 5301 genotípus eredményezte (23. táblázat).

A talajkezelések közül (24. táblázat), a hajtás szárazanyag produkciókat tekintve a patogénektől mentes kontroll talaj előnye igazolódott a mesterségesen fertőzött kukoricaföldhöz képest. A beltenyésztett törzsek vetőmagjának különböző csávázószerekkel történő kezeléséből egyértelműen kitűnik, hogy a vetőmagkezelés - csávázószertől függően - pozitívan növelte a hajtások száraz tömegét a csávázatlan kontrollhoz viszonyítva (25. táblázat). A kelési százalékokhoz hasonlóan az egyes csávázószerek hatása vonalaktól függően különböző mértékben érvényesült. A négy vizsgált törzs közül a TMTD FS a Mo 17 és a HMv 5478 vonalaknál bizonyult a legjobbnak, a HMv 5316-nál a karboxin+TMTD, míg a HMv 5301-nél a TMTD WP-s csávázás volt a legeredményesebb (15. ábra).



15. ábra A csávázás hatása a beltenyésztett törzsek hajtás száraz tömegére

Összefoglalva a kísérlet eredményeit, arra a következtetésre jutottunk, hogy a beltenyésztett törzsek korai vetése esetén a csávázásnak szignifikánsan pozitív hatása volt mind a kelés nagyságára, mind a növény kezdeti fejlődésére, növekedésére. Ezen túlmenően a hibridek vizsgálatánál kapott eredményekhez hasonlóan, a beltenyésztett törzseknél is megfigyelhettük a csávázószeres hatékonyságának egy bizonyos fajtaspecifikusságát, amelyre a vetőmagelőállítási technológiák kidolgozása során figyelemmel kell lennünk.

5.4 Szántóföldi kisparcellás kísérletek

5.4.1. A vetőmagfrakciók és a terméselemek közötti összefüggések értékelése

A frakcionálásnak a terméselemekre gyakorolt közvetlen hatását az ezerszemtömeg és a parcellánkénti szemtermés, ill. a hibridek vízleadóképessége alapján vizsgáltuk.

A két termőhelyet figyelembe véve az Mv TC 272 hibridnél megállapítható, hogy az egyes vetőmagfrakciók közel azonos terméseket adtak és a szemnedvesség, valamint az ezerszemtömeg értékek közt nem volt megbízható különbség (26. és 27. táblázat). A betakarításkori szemnedvesség vonatkozásában a NG frakció 1-1,5%-kal magasabb értéke a frakció lassúbb vízleadására hívja fel a figyelmünket.

A FAO 300-as éréscsoportba tartozó Norma SC hibrid - mint az egyik legszárazságtűrőbb magyar nemesítésű fajta - termésadatainak értékelése alapján szembetűnik a lapos frakciók előnye a gömbölyűhöz viszonyítva. Az egyes frakciókhoz tartozó értékeket vizsgálva $P=5\%$ szintet meghaladó szignifikáns különbségeket a KL és NG frakciók között Martonvásáron, NL és NG frakciók között Keszthelyen kaptunk. Megállapíthatjuk azt is, hogy mindkét kísérleti helyen a NG frakcióból származó vetőmag eredményezte a legkisebb termést. A szemnedvességtartalom és az ezerszemtömeg alakulására azonban az egyes vetőmagfrakcióknak már nem volt befolyásoló hatásuk.

26. táblázat A vetőmagfrakciók hatása a csávázott kukorica hibridek termés elemeire (Keszthely, 1997)

Hibrid	Frakció	Szemtermés (kg/parcella)	Szemnedvesség- tartalom (%)	Ezerszemtömeg gramm
Mv 272	NL	3,95	20,30	323,25
	KL	3,67	20,45	323,25
	NG	3,84	21,63	303,25
	KG	3,61	20,20	324,75
	SzD_{5%}	0,32	2,66 (NS)	47,92 (NS)
Norma	NL	3,63	27,30	374,00
	KL	3,48	27,97	407,25
	NG	2,48	28,00	393,75
	KG	3,09	25,98	395,00
	SzD_{5%}	0,99	2,22 (NS)	43,63 (NS)
Mv 444	NL	4,60	24,48	366,00
	KL	4,41	25,62	369,25
	NG	4,63	26,37	369,00
	KG	4,76	26,10	367,25
	SzD_{5%}	0,30 (NS)	3,29 (NS)	33,19 (NS)
Maraton	NL	5,03	24,47	376,25
	KL	4,71	25,62	370,00
	NG	4,51	26,37	358,75
	KG	4,64	26,10	353,00
	SzD_{5%}	0,43	3,29 (NS)	29,05 (NS)
Mv 486	NL	4,44	26,85	363,25
	KL	4,23	27,57	371,25
	NG	4,18	28,20	362,75
	KG	4,38	27,90	403,00
	SzD_{5%}	0,70 (NS)	4,26 (NS)	47,41 (NS)

NS = nem szignifikáns

27. táblázat A vetőmagfrakcionálás hatása a csávázott hibridkukorica terméselemeire (Martonvásár, 1997.)

Hibrid	Frakció	Szemtermés (kg/parcella)	Szemnedvesség- tartalom (%)	Ezerszemtömeg (gramm)
Mv 272	NL	3,30	20,50	298,50
	KL	3,34	20,90	309,75
	NG	3,55	21,95	289,25
	KG	3,41	20,42	314,50
	SzD_{5%}	0,55 (NS)	2,67 (NS)	37,43 (NS)
Norma	NL	3,25	20,60	371,50
	KL	3,47	22,42	366,00
	NG	2,31	22,40	382,50
	KG	2,51	21,95	390,75
	SzD_{5%}	1,11	2,93 (NS)	33,50 (NS)
Mv 444	NL	4,24	23,57	385,50
	KL	4,33	24,25	400,75
	NG	4,66	23,80	388,25
	KG	4,68	23,20	331,25
	SzD_{5 %}	1,24 (NS)	1,31 (NS)	80,84 (NS)
Maraton	NL	4,89	25,18	370,50
	KL	4,60	25,18	358,25
	NG	4,63	24,70	375,25
	KG	4,66	25,15	379,00
	SzD_{5 %}	0,78 (NS)	1,57 (NS)	39,89 (NS)
Mv 486	NL	3,92	25,05	387,75
	KL	4,44	25,37	414,75
	NG	4,01	24,70	402,75
	KG	4,41	25,55	393,75
	SzD_{5 %}	0,92 (NS)	2,88 (NS)	56,31 (NS)

NS = nem szignifikáns

A frakciókra történő szétválasztás során az Mv 444 hibridnél jóval kisebb volt a lapos (NL, KL) frakcióknak az aránya a gömbölyűekhez képest. Ez a hibrid anyai szülőtörzsének szemtípusbeli tulajdonságaival hozható összefüggésbe.

Az elvetett magvak csírázóképesége, kelése és a fiatal növények kezdeti fejlődése a májusi csapadékos időjárásnak köszönhetően (4. és 5. táblázatok) mindkét termőhelyen egyöntetű volt. A vizsgált tényezők - szemtermés, betakarításkori szemnedvesség és ezerszemtömeg-értékeit elemezve megállapíthatjuk, hogy az Mv 444 fajta vonatkozásában a frakcionálásnak nem volt statisztikailag kimutatható módosító szerepe egyik termőhelyen sem. Ez ellentétben áll az 1995. évben beállított hasonló kísérlet eredményeivel, amikor az időjárási stressztényezők hatására a terméskülönbségek nem mosódtak el az egyes frakciók között, és igazolódott a lapos frakciók fölénye a gömbölyűvel szemben (BERZY et al. 1996).

A Maraton SC-t, a különböző időjárási és termesztési feltételekhez való jó alkalmazkodó képessége révén, a FAO 400-as éréscsoport legmegbízhatóbb hibridjei között tartjuk nyilván. Ezt az is bizonyítja, hogy a vizsgált hibridek közül a termés nagysága alapján - mindkét termőhelyen - a Maraton fajtánál kaptuk a legtöbb termést. Az egyes frakcióknak a szemtermésre gyakorolt hatását értékelve, a nagy lapos frakció előnyét emelhetjük ki. A termőhelyek közül csak Keszthelyen kaptunk P=5%-os szinten igazolható szignifikáns különbséget, mind a két gömbölyű (NG, KG) frakcióhoz viszonyítva.

A FAO 400 éréscsoportba tartozó, az Mv 486 háromvonalas hibrid szemtermése szerint, egyik termőhelyen sem volt az egyes frakciók közt szignifikáns különbség. A két kísérleti helyet összehasonlítva azt állapíthatjuk meg, hogy Martonvásáron – bár statisztikailag nem kimutathatóan – de a két kisebb frakciónál (KL, KG) több termést kaptunk, mint a két nagyobb frakciónál (NL, NG). A hibriden belül, a négy frakció közül a kis lapos (KL) bizonyult a legjobbnak. Az eddigi általános tapasztalatoktól eltérően a nagy lapos (NL) frakció termőképessége kisebbnek bizonyult a NG vetőmagmérethez képest, bár a különbség nem volt szignifikáns. Ez az

eredmény a másik termőhelyen (Keszthely) már nem volt megfigyelhető. A vártak megfelelően a lapos frakcióknál - ezen belül a NL-nál - kaptuk a legnagyobb parcellánkénti szemtermést, kiegészítve azzal, hogy az egyes frakciók terméseredményei között itt sem volt statisztikailag kimutatható különbség.

A betakarításkori szemnedvesség adatai szerint a vizsgált genotípusokon belül az egyes frakcióknak a szem nedvességtartalmára egyik termőhelyen sem volt befolyása.

A termőhelyhatást vizsgálva - azonos éréscsoportba tartozó hibridek betakarításkori szemnedvességadatait elemezve - az alábbi következtetéseket vonhatjuk le. Az igen korai éréscsoportba tartozó Mv TC 272 hibridnél nem lehetett igazolható különbséget kimutatni a termőhelyek között. A korai éréscsoportba tartozó Norma SC fajtánál azonban, a szemek betakarításkori nedvességtartalma - mind a négy frakciónál - 7-8%-kal volt alacsonyabb Martonvásáron, mint Keszthelyen. A FAO 400-as éréscsoporton belül az Mv 486 hibridnél átlagosan 3-4 %-kal kisebb szemnedvességet mértünk a betakarításkor Martonvásáron, mint a keszthelyi kísérleti téren.

A többi genotípus esetében a betakarításkori szemnedvesség értékei alapján a két termőhely között csak minimális (Maraton 1,5-2%, Mv 444 SC 1,5-3%) különbségeket tudtuk megállapítani.

A vizsgált hibridek betakarításkor mért szemnedvesség különbségei, az egyes kísérleti helyeken abból adódtak, hogy a hibridek fiziológiai érését követően, - az érés és leszáradás fázisában - a szemek vízleadási üteme eltért egymástól, amit a termőhelyek közt - különösen az érés időszakában - kialakult csapadékkülönbségek még inkább kifejezésre juttattak (4. és 5. táblázat).

Martonvásáron a melegebb, kevésbé csapadékos ősz (augusztus-október hónapokban összesen 39 mm csapadék) a szemek gyorsabb vízleadását (érését) segítette elő, a keszthelyi termőhelyhez képest. Ezt különösen a genetikailag átlagos szemvízleadással jellemezhető hibrideknél (Norma, Mv 444, Mv 486 TC) figyelhettük meg.

A kísérletek eredményei szerint, a lapos frakciók irodalmi közleményekből is ismert előnye, a gömbölyű vetőmagfrakciókhoz képest, a vizsgált genotípusoknál nem minden esetben igazolódott. A lapos frakciók termésre gyakorolt pozitív hatása Keszthelyen két genotípusnál (Norma, Maraton), Martonvásáron csak a Norma fajtánál érvényesült.

A betakarításkori szemnedvességre a különböző frakcióknak nem volt befolyásuk. A termőhelyek közt kialakult különbségeket, - a fajták genetikailag meghatározott szemvízleadásán kívül - a kísérleti helyek eltérő időjárási viszonyai idézték elő.

A rövidebb tenyészidőnek a betakarításkori szemnedvességet csökkentő hatását Martonvásáron az igen korai és korai éréscsoportban, míg Keszthelyen csak az igen korai éréscsoportban figyelhettük meg.

Az ezerszemtömeg alakulását a vetőmagfrakcionálás szintén nem befolyásolta. Ez a paraméter elsősorban a fajtától, másodsorban a termőhely időjárási viszonyaitól függött.

5.4.2. A vetőmagkezelés hatása kukorica hibridek vetőmagjának biológiai értékére és a termés egyes paramétereire

A hosszabb ideig tárolt, de a gyakorlatban még használatos kukorica vetőmagok életképességének javítására, illetve annak termésre gyakorolt hatásának tanulmányozására kétéves szántóföldi kisparcellás kísérleteket állítottunk be.

A 2000. évben beállított kísérlet eredményei szerint a vetőmagkezeléseknek a vetőmag biológiai értékben kifejtett pozitív hatása (28. táblázat, a jobb kelési értékben, illetve nagyobb állománysűrűségben is kifejezésre jutott a legkorábbi (FAO 200) hibrideknél. Mind az Mv 272 TC, mind az Mv 273 SC hibrid esetében a komplex (kaptán+bifentrin, karboxin+bifentrin) vetőmagkezelés nemcsak jobb kelést, hanem a kiegyenlített tőállomány következtében alacsonyabb betakarításkori szemnedvességet (gyorsabb érést) is eredményezett (29/a 29/b táblázat). A növények egyedi produkciója nőtt a kezeletlen kontrollhoz képest, minek következtében a parcellánkénti szemtermés is meghaladta a kezeletlen kontrollt. Nagyon fontos, hogy az egyedi szemtermés produkció nem az alacsonyabb tőszámadat, és ezáltal a növény rendelkezésére álló nagyobb tenyészterület folytán emelkedett.

A középkorai (FAO 300) fajtacsoportot képviselő Róna SC hibrid vetőmagja valamivel gyengébb biológiai értéket mutatott az előző fajtacsoportéhoz képest. A vetőmagkezelések közül elsősorban a karboxinos, valamint a karboxin+bifentrin, kaptán+bifentrin kezelés javította a csírázóképeséget. A hibrid vetőmagja a hosszabb tárolás, és gombafertőzés következtében, gyorsabban veszít a vigorosságából (28. táblázat).

28. táblázat A vetőmagkezelések hatása a hibridkukorica vetőmag biológiai értékére

Hibrid	Csírázás (%)							SzD _{5%}
	Kontroll	kaptán	f+m	karb.+TMTD	k+bif.	f+m+bif.	karb.+TMTD+bif.	
Mv 272	92	98*	97	97	98*	98*	97	5,87
Mv 273	88	93	97*	96*	96*	94	94	6,35
Róna	86	90	90	92	92	92	88	NS
Mv 444	89	91	92	90	93	98*	97	8,44
Mv 456	95	97	95	96	98	97	98	NS
Majör	83	89	90	85	90	92	90	NS
Márta	89	97	93	93	98*	98*	94	8,90
Maraton	88	94	96	97*	94	98*	98*	8,05
Mv 483	96	99	99	98	98	99	99	NS
Maxima	88	92	92	89	96*	93	94	6,72
Botond	87	90	92	93	88	92	92	NS
Mv 434	90	94	96	90	94	95	94	NS
Siloma	88	92	92	89	94	96*	94	6,45
Hibrid	Vigor (%)							SzD 5%
	Kontroll	kaptán	f+m	karb.+TMTD	k+bif.	f+m+bif.	karb.+TMTD+bif.	
Mv 272	90	92	92	90	91	92	91	NS
Mv 273	85	85	88	85	90	89	89	NS
Róna	78	81	80	83	84	81	80	NS
Mv 444	81	82	86	84	88	90	92	8,31
Mv 456	89	90	91	90	92	90	91	NS
Majör	74	77	77	76	79	77	75	NS
Márta	75	82	88*	80	90*	91*	88*	12,40
Maraton	80	82	84	81	84	85	82	NS
Mv 483	88	92	93	92	94	94	91	NS
Maxima	60	71	78*	70	72*	76*	75*	11,70
Mv 434	82	82	88	83	85	85	84	NS

NS = nem szignifikáns

29/a. táblázat A vetőmagkezelés hatása a hibridkukorica terméselemeire
(Keszthely, 2000)

Hibrid	Kezelések	Tőszám (db/parc.)	Szemnedv. %	Szemtömeg		Egyedi pr. g/növény
				kg/parc.	t/ha	
Mv 272	Kontroll	41,75	20,12	6,92	9,22	165
	kaptán	39,50	19,45	7,20	9,59	182
	fludioxonil+metalaxil	43,50	20,05	7,59	10,12	174
	karboxin +TMTD	42,50	18,25*	7,36	9,81	173
	kaptán+bifentrin	43,25	19,40	7,97**	10,62*	184
	fludiox.+metalax.+bif.	44,50*	19,57	7,41	9,87	166
	karbox.+TMTD+bif.	41,50	19,82	7,75*	10,33	186*
	SzD _{5%}	2,54	1,27	0,74	ns	ns
Mv 273	Kontroll	47,25	20,77	7,20	9,57	152
	kaptán	45,25	20,50	7,86	10,46	173
	fludioxonil+metalaxil	45,75	21,47	7,86	10,45	171
	karboxin +TMTD	46,75	20,05	7,95	10,59	170
	kaptán+bifentrin	48,25	20,37	7,74	10,29	160
	fludiox.+metalax.+bif.	47,00	19,57	7,92	10,53	170
	karbox.+TMTD+bif.	49,75*	20,47	8,05*	10,73	161
	SzD _{5%}	2,37	ns	0,79	ns	ns
Róna	Kontroll	47,75	23,55	8,80	11,70	185
	kaptán	46,50	22,40	8,43	11,21	181
	fludioxonil+metalaxil	49,50	23,20	8,79	11,69	177
	karboxin+TMTD	49,25	22,22	9,12	12,15	185
	kaptán+bifentrin	48,25	23,90	9,05	12,03	187
	fludiox.+metalax.+bif.	46,25	21,95	8,46	11,25	182
	karbox.+TMTD+bif.	45,75	22,80	8,90	11,84	194
	SzD _{5%}	ns	ns	ns	ns	ns
Mv 444	Kontroll	43,00	23,07	8,29	11,02	192
	kaptán	47,25*	21,42*	8,89	11,85	188
	fludioxonil+metalaxil	45,00	22,22	8,80	11,71	195
	karboxin+TMTD	48,00*	21,09	8,76	11,65	182
	kaptán+bifentrin	47,00*	23,05	8,79	11,71	187
	fludiox.+metalax.+bif.	45,25	21,65*	9,15	12,19	200
	karbox.+TMTD+bif.	47,25*	21,72*	9,05	12,06	191
	SzD _{5%}	3,49	1,24	ns	ns	ns
Mv 456	Kontroll	45,50	22,57	8,36	11,11	183
	kaptán	48,00	22,77	8,42	11,19	175
	fludioxonil+metalaxil	45,75	22,67	8,32	11,06	181
	karboxin+TMTD	47,50	23,32	8,64	11,49	181
	kaptán+bifentrin	50,00*	23,67	8,93	11,90	178
	fludiox.+metalax.+bif.	47,75	23,02	8,44	11,22	176
	karbox.+TMTD+bif.	47,75	22,95	8,7	11,57	182
	SzD _{5%}	4,05	ns	ns	ns	ns

ns = nem szignifikáns, * : 5%-os szinten szignifikáns

29/b. táblázat A vetőmagkezelés hatása a hibridkukorica termésselemeire
(Keszthely, 2000)

Hibrid	Kezelések	Tőszám (db/parc.)	Szemnedv. %	Szemtömeg		Egyedi pr. g/növény
				kg/parc.	t/ha	
Major	Kontroll	44,50	22,82	9,16	12,18	204
	kaptán	40,75*	24,55	8,9	11,83	218
	fludioxonil+metalaxil	44,25	23,67	9,52	12,66	215
	karboxin+TMTD	44,25	24,05	9,21	12,24	208
	kaptán+bifentrin	48,50*	23,1	9,83	13,11	202
	fludiox+metalax.+bif.	44,50	24,42	9,33	12,46	209
	karboxin+TMTD+bif.	44,50	23,82	9,35	12,43	210
	SzD _{5%}	3,04	ns	ns	ns	ns
Márta	Kontroll	36,25	25,52	9,30	12,36	256
	kaptán	40,00	24,72	9,76	12,98	244
	fludioxonil+metalaxil	37,75	26,32	8,78	11,67	232
	karboxin+TMTD	37,50	26,75	9,26	12,31	246
	kaptán+bifentrin	41,00*	25,45	10,06	13,37	245
	fludiox+metalax.+bif.	43,75*	25,65	9,89	13,15	226
	karboxin+TMD+bif.	41,00*	26,12	9,41	12,51	229
	SzD _{5%}	3,84	ns	ns	ns	ns
Maraton	Kontroll	45,75	22,28	7,24	9,62	158
	kaptán	45,50	23,01	7,90	10,51	173
	fludioxonil+metalaxil	49,00*	22,35	8,64*	11,51	176
	karboxin+TMTD	46,75	22,70	8,92*	11,89	190
	kaptán+bifentrin	45,75	22,80	8,10	10,79	177
	fludiox+metalax.+bif.	47,75	22,35	8,67*	11,56	181
	karboxin+TMTD+bif.	46,75	21,65	7,88	10,48	168
	SzD _{5%}	ns	ns	1,23	ns	ns
Mv 483	Kontroll	48,00	22,25	8,65	11,50	180
	kaptán	50,00	22,97	8,67	11,53	173
	fludioxonil+metalaxil	49,25	23,22	8,87	11,79	180
	karboxin+TMTD	50,25	22,70	8,72	11,59	173
	kaptán+bifentrin	48,75	24,15	8,96	11,91	183
	fludiox+metalax.+bif.	49,00	22,90	9,31	12,38	190
	karboxin+TMTD+bif.	48,00	23,77	8,47	11,26	176
	SzD _{5%}	ns	ns	ns	ns	ns
Maxima	Kontroll	39,25	24,92	8,73	11,61	222
	kaptán	45,00*	25,10	9,24	12,28	205
	fludioxonil+metalaxil	42,75	24,32	9,33	12,40	218
	karboxin+TMTD	40,75	24,40	8,72	11,59	219
	kaptán+bifentrin	45,00*	25,47	10,21*	13,57	227
	fludiox+metalax.+bif.	42,75	25,12	9,48	12,60	221
	karboxin+TMTD+bif.	45,25*	25,12	10,40*	13,83	229
	SzD _{5%}	3,71	ns	1,28	ns	ns

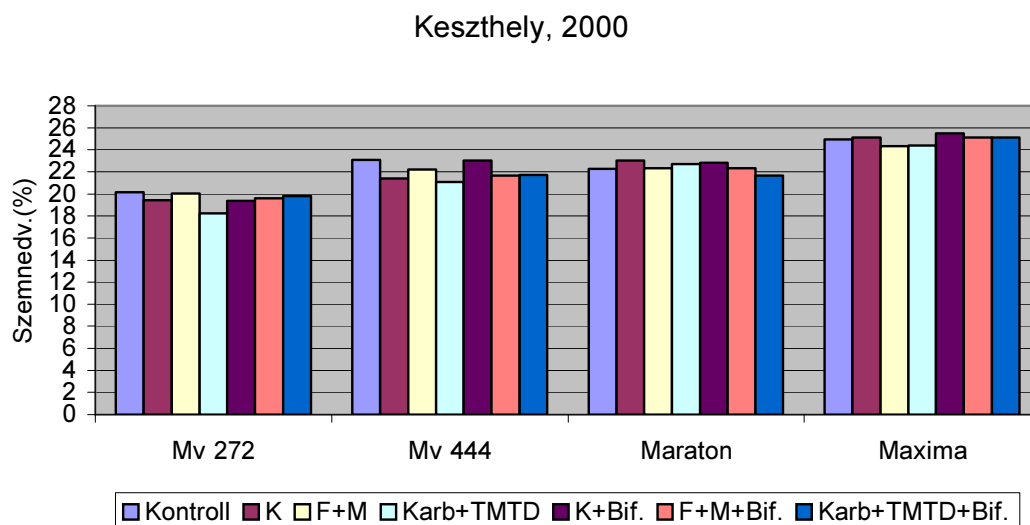
ns = nem szignifikáns * : 5% -os szinten szignifikáns

A karboxinos vetőmagkezelés - habár nem szignifikánsan - de javította a kelést és növelte a szemtermést is. A komplex kezelések közül a karboxin és bifentrin, fludioxonil+bifentrin magkezelés csökkentette csekély mértékben a betakarításkori szemnedvességet, de szemtermés többletet már nem eredményezett (16. ábra). Az egyedi szemtermésprodukciónál a karboxin, valamint a komplex (kaptán+bifentrin) kezeléseknél volt a legmagasabb, minek következtében a parcellánkénti szemtermés is meghaladta - ha csekély mértékben is - a többi kezelést (17. ábra).

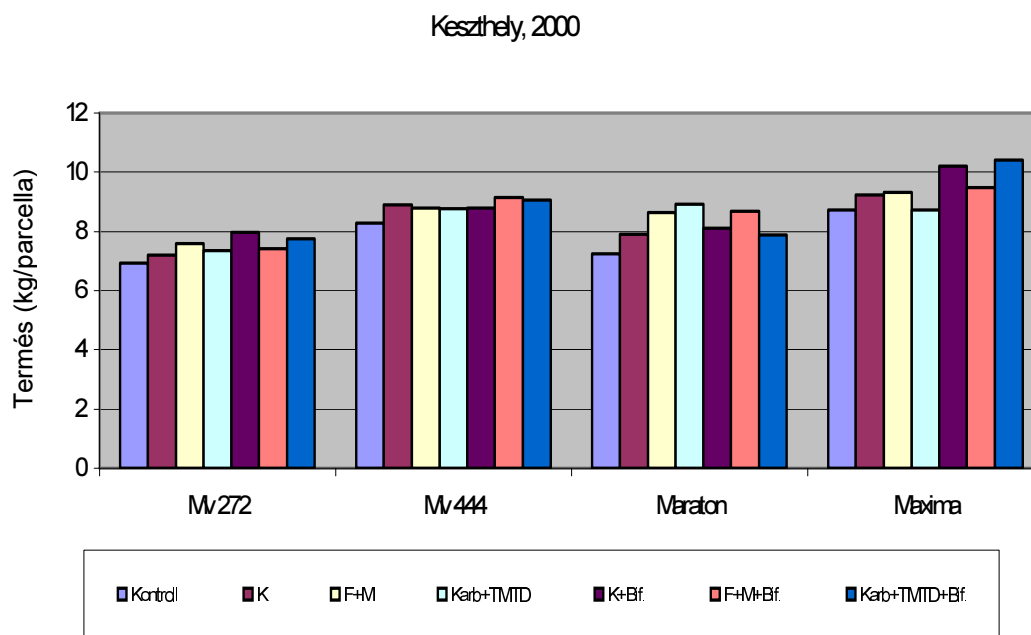
A középérésű (FAO 400) hibridek közül a vetőmagkezelések, csaknem minden esetben javították a magbiológiai értéket. A kelési adatok és a tőállomány alapján elsősorban a kaptán+bifentrin komplex kezelést tudjuk kiemelni (Mv 444, Mv 456, Márta, Major). Habár kevesebb hibrid esetében, de szintén szignifikáns kelésfölényt tapasztaltunk a fludioxonil+bifentrin (Maraton, Márta, Mv 456), valamint a karboxin+bifentrin (Mv 444, 456) vetőmagkezelések következtében (29/a és 29/b táblázat).

A betakarításkor mért szemnedvesség adatok alapján a vetőmagkezelések között nem volt különbség. Nagyon fontosnak tartjuk, és külön kiemeljük, hogy a hasonló genomot képviselő Maraton és az Mv 483 hibridek szemtermése, és egyedi produkciója is nőtt a fungicides, inszekticides vetőmagkezelések következtében. A terméskülönbségek a fludioxonil, fludioxonil+bifentrin, és karboxinos vetőmagkezelések esetében a legmarkánsabbak. A Maraton SC hibrid vetőmagbiológiai értéke, a hosszabb tárolás és ezt követő leromlás után is jelentősen javult.

A leghosszabb tenyészdőt képviselő hibrid, az Mv Maxima (FAO 500) egy új típusú, elsősorban hatalmas levélzetével kiemelkedő siló kukorica. A fludioxonil, valamint a komplex vetőmagkezelések e hibridnél is jelentősen javították a csírázóképeséget, a legkiegyenlítettebb növényállományt és legnagyobb tőszámot biztosították.



16. ábra A vetőmagkezelés hatása a genotípusok szemnedvességére



17. ábra A vetőmagkezelés hatása a genotípusok termésére

A betakarításkori szemnedvességtartalom a silóhibridek esetében nem a legfontosabb értékmérő paraméter. A növényenkénti, valamint a területegységre jutó szemtermés mennyisége jóval nagyobb jelentőségű a használati érték szempontjából. Ezért külön is hangsúlyozzuk, hogy a bifentrines komplex vetőmagkezelések (kaptán, karboxin) szignifikánsan növelték a Maxima szemtermését (17. ábra). Az egyedi szemtermés-produkció is ezen kezelések hatására volt a legnagyobb.

2001-ben a parcellák területcsökkenése, és a keléstől a virágzásig eltelt időszakban fellépő szárazság és hőstressz következtében (6. táblázat), a hibridek szemtermése, és a növények egyedi produkciója is jelentősen csökkent az előző évhez képest (30/a. és 30/b. táblázat).

A FAO 200-as hibridek (Mv 272, Mv 273) kelése az előző évhez hasonlóan javult a vetőmagkezelések következtében. A legmeggyőzőbb hatást a bifentrin+kaptán komplex vetőmagkezelésnél tapasztaltuk, ahol a jobb kelés, alacsonyabb betakarítási szemnedvességtartalmat és szignifikáns szemterméskülönbséget is eredményezett (18. és 19. ábra).

A FAO 300-as csoportot a Botond képviselte, mely kukoricahibrid vetőmagbiológiai értéke, a Róna hibridhez hasonlóan jelentősen leromlott a tárolás következtében. A vetőmagkezelésekkel - a gombafertőzések elleni védelem hatására, laboratóriumi körülmények között - jelentősen javultak a csírázási és vigorossági mutatók. Ezzel megegyező eredményt hoztak ZÁBORSZKY et al. 2002 vizsgálatai is.

30/a. táblázat A vetőmagkezelés hatása a hibridkukorica terméselemeire
(Keszthely, 2001.)

Hibrid	Kezelések	Tőszám (db/parc.)	Szemnedv. %	Szemtömeg		Egyedi pr. g/növény	Dőlt. növ. (db/parc.)
				kg/parc.	t/ha		
Mv 272	Kontroll	32,00	17,82	4,34	7,20	135	0,75
	kaptán	34,50	19,37	4,06	6,73	117	0,5
	F+M	33,75	18,12	4,28	7,1	126	1,00
	karb.+TMTD	32,25	17,87	4,36	7,23	135	1,00
	kaptán+bif.	32,50	19,12	4,23	7,02	130	1,50
	F+M+bif.	32,50	18,82	4,38	7,27	134	1,25
	karb.+TMTD+bif.	32,25	17,67	4,18	6,95	119	1,00
	SzD _{5%}	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mv 273	Kontroll	30,75	19,02	4,22	6,99	137	0,75
	kaptán	32,00	19,80	4,32	7,17	135	1,00
	F+M	30,00	18,00	4,20	6,97	140	0,25
	karb.+TMTD	32,00	22,20*	4,03	6,68	125	1,25
	kaptán+bif.	35,00*	18,60	4,91*	8,18	140	0,50
	F+M+bif.	32,75	19,65	4,63	7,71	141	0,50
	karb.+TMTD+bif.	32,25	19,87	4,43	7,35	137	1,00
	SzD _{5%}	2,83	2,27	0,57	ns	ns	ns
Botond	Kontroll	30,00	22,60	4,29	7,14	143	0,00
	kaptán	27,75	22,77	4,23	7,04	152	0,25
	F+M	29,75	20,60	4,52	7,53	151	0,50
	karb.+TMTD	29,00	22,50	4,32	7,19	148	0,50
	kaptán+bif.	28,00	23,10	4,40	7,33	157	0,25
	F+M+bif.	28,50	22,80	4,14	6,89	145	0,50
	karb.+TMTD+bif.	29,25	22,30	4,22	7,03	144	0,00
	SzD _{5%}	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mv 434	Kontroll	31,25	22,65	4,75	7,91	152	1,75
	kaptán	30,25	21,00	4,74	7,89	156	1,25
	F+M	36,00*	24,30	4,78	7,96	132	1,75
	karb.+TMTD	33,25	20,55	4,81	8,01	144	1,75
	kaptán+bif.	31,25	23,30	4,59	7,64	146	0,75
	F+M+bif.	34,50*	23,50	4,65	7,74	134	1,00
	karb.+TMTD+bif.	33,75	21,20	4,98	8,29	140	1,75
	SzD _{5%}	3,22	ns	ns	ns	ns	ns
Mv 456	Kontroll	35,00	22,07	4,28	7,13	122	1,50
	kaptán	33,50	22,65	4,33	7,18	128	1,00
	F+M	33,00	23,70	3,75	6,24	113	1,00
	karb.+TMTD	34,25	23,10	3,94	6,54	115	2,25
	kaptán+bif.	35,00	22,57	4,02	6,67	114	1,00
	F+M+bif.	34,25	22,50	4,22	7,01	123	2,00
	karb.+TMTD+bif.	35,75	22,30	4,22	7,01	115	2,50
	SzD _{5%}	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Major	Kontroll	35,00	21,10	4,12	6,86	147	1,00
	kaptán	27,25	21,05	4,51	7,48	150	1,00
	F+M	25,75	22,90	3,86	6,40	149	1,75
	karb.+TMTD	31,50*	24,20*	4,52	7,53	143	1,75
	kaptán+bif.	26,00	23,40	4,28	7,10	164	0,50
	F+M+bif.	28,50	23,20	4,43	7,35	155	0,00
	karb.+TMTD+bif.	29,00	21,00	4,74	7,89	163	0,00
	SzD _{5%}	3,28	2,84	ns	ns	ns	ns

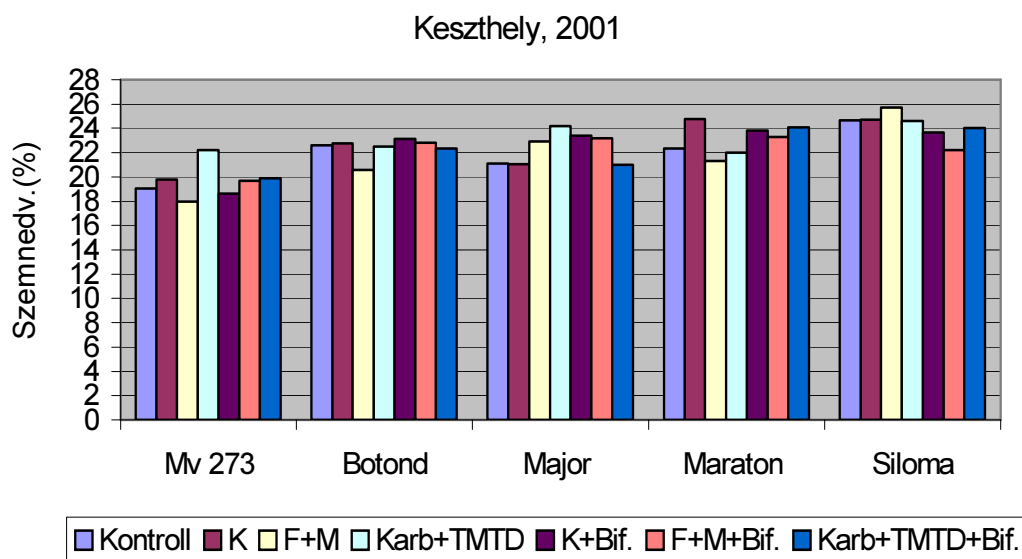
30/b. táblázat A vetőmagkezelés hatása a hibridkukorica terméselemeire
(Keszthely, 2001.)

Hibrid	Kezelések	Tőszám (db/parc.)	Szemnedv. %	Szemtömeg		Egyedi pr. g/növény	Dőlt. növ. (db/parc.)
				kg/parc.	t/ha		
Maraton	Kontroll	32,75	22,30	5,41	8,98	165	3,50
	kaptán	33,00	24,75	5,21	8,64	173	2,25
	F+M	35,00	21,30	5,54	9,22	158	2,00
	karb.+TMTD	36,00	22,00	5,42	8,99	150	2,00
	kaptán+bif.	33,00	23,80	5,36	8,89	162	1,25
	F+M+bif.	34,50	23,30	5,54	9,22	160	1,25
	karb.+TMTD+bif.	37,75*	24,07	5,56	9,26	147	0,50*
	SzD _{5%}	4,27	2,37	ns	ns	ns	2,73
Mv 483	Kontroll	36,75	21,30	4,25	7,08	115	3,50
	kaptán	36,50	19,95	4,25	7,08	116	3,25
	F+M	37,00	20,32	4,46	7,43	120	4,25
	karb.+TMTD	35,00	18,70*	4,45	7,41	127	2,75
	kaptán+bif.	37,00	19,60	4,47	7,44	120	4,25
	F+M+bif.	33,75	20,17	4,02	6,69	119	2,50
	karb.+TMTD+bif.	33,50	20,15	4,39	7,31	131	1,70
	SzD _{5%}	ns	2,27	ns	ns	ns	ns
Siloma	Kontroll	32,50	24,67	4,26	7,09	131	1,75
	kaptán	33,25	24,70	4,35	7,24	130	1,75
	F+M	33,25	25,70	9,92	6,53	117	1,75
	karb.+TMTD	35,00	24,62	4,03	6,71	115	5,00
	kaptán+bif.	35,00	23,65	4,08	6,79	116	1,75
	F+M+bif.	33,00	22,20	4,64	7,73	140	1,75
	karb.+TMTD+bif.	35,00	24,00	4,19	6,98	119	1,75
	SzD _{5%}	ns	2,34	ns	ns	ns	3,44

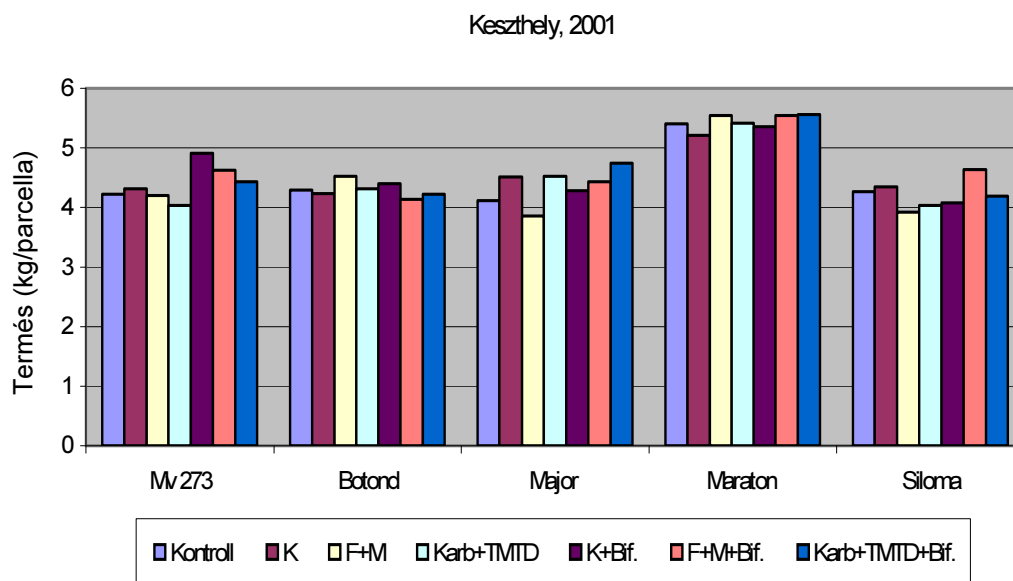
ns = nem szignifikáns, * : 5%-os szinten szignifikáns

A szántóföldi kelésben és a termésparaméterekben viszont nem történt javulás, csupán a fludioxonilos vetőmagkezelés csekély szemtermés fölénye emelhető ki a kezelések közül.

A középérésű hibridek népes csoportjában elsősorban a komplex vetőmagkezelések szántóföldi kelésre gyakorolt pozitív hatását emelhetjük ki. A fludioxonil+bifentrin kezelés az Mv 434 hibrid a karboxin+bifentrin a Maraton hibrid esetében eredményezett szignifikáns különbséget. A Maraton stresszérzékeny vetőmagjának biológiai értékjavulása különösen szembetűnő.



18. ábra A vetőmagkezelés hatása a genotípusok szemnedvességére



19. ábra A vetőmagkezelés hatása a genotípusok termésére

A szemtermés adatok szerint a hosszabb tenyészidejű hibrideket jobban megviselte a tenyészidőszak során fellépő abiotikus stressz, így a jobb kelés pozitív hatása nem jutott érvényre a termés vizsgált paraméterei szerint. Szignifikáns terméskülönbséget a FAO 400-as hibrideknél nem tapasztaltunk, habár a legjobb eredményeket itt is a bifentrin+fungicid komplex vetőmagkezelések eredményezték (19. ábra).

A különösen csapadékos ősz a szemtermésképzésre már nem, az érési, betakarítási viszonyokra viszont jelentős hatást gyakorolt. Jóval több volt a kukoricamollyal (*Ostrinia nubilalis* L.), valamint *Fusarium* fajokkal fertőzött és ezáltal megdőlt növények száma az előző évjáráthoz képest (30/a 30/b táblázat). Ezért fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy néhány esetben, nemcsak az egyedi szemtermés produkció (Mv 483, Major), de különösen a bifentrin+karboxin és bifentrin+fludioxonil komplex kezeléseknél a szárszilárdság is kedvezőbb volt (Mv 483, Major, Maraton).

A késői éréscsoportot képviselő siló, de szemesnek is alkalmas hibrid 2001-ben az Mv Siloma volt. A komplex vetőmagkezelések 10-13%-kal javították a magbiológiai értéket, minek következtében a parcellánkénti növényszám (nem szignifikáns) 4-6% mértékben javult. A fludioxonil fungicid+bifentrin inszekticid komplex vetőmagkezelés 1. helyét tudjuk kiemelni a kezelések közül (19. ábra). Mivel a Siloma, kedvező érési, betakarítási feltételek esetén szemes hibridként is szerepel kísérleteinkben, így a fludioxonil+bifentrin kezelés szemnedvességtartalomra gyakorolt kedvező hatását is érdemesnek tartjuk kiemelni (18. ábra). Az említett vetőmagkezelés a gyorsabb érés mellett nagyobb egyedi szemtermés produkciót is eredményezett. A hibrid szárszilárdsága a molyfertőzés következtében jelentősen csökkent az inszekticid nélküli, csak karboxin hatóanyaggal kezelt növényállományban.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatban a vetőmagelőállítás körülményeinek és néhány agrotechnikai tényezőnek a hatását tanulmányoztuk fitotroni, valamint szabadföldi tenyészedenyes és szántóföldi kisparcellás kísérletekben.

Vizsgálatainkban az alábbi főbb kérdésekre kerestük a választ:

- A vetőmagelőállítási stressztényezőknek van-e kimutatható közvetlen hatása a vetőmag minőségén túl, az utódgeneráció kelésére és kezdeti fejlődésére, különböző hőmérsékletű talajokon?
- A vetésidő és a vetőmagcsávázás hogy befolyásolja a beltenyészett törzsek és hibridek kelését és kezdeti fejlődését eltérő fertőzöttségű talajokon?
- A vetőmagfrakciók milyen összefüggést mutatnak a termés fontosabb paramétereivel?
- A vetőmagkezelés milyen hatást gyakorol, a hosszabb ideig tárolt kukoricahibridek vetőmagjának biológiai értékére és genotípusok termésére?

A kapott eredményeket az alábbiakban foglaltuk össze:

6/1/1. A vetőmag betakarításkori szárazanyagtartalma döntően befolyásolta a kelési százalékokat. Optimális hőmérsékleten sem kaptunk kielégítő kelést akkor, ha a vetőmag szárazanyagtartalma 60 % alatt volt.

6/1/2. A tőszám növelése a többi tényező átlagában nem módosította a kelést. A vizsgált genotípusok azonban eltérően reagáltak a talajhőmérséklet változására. A toleráns genotípusnál minden talajhőmérséklet kezelésnél lényegesen jobb kelési százalékokat kaptunk, mint a szenzitívénél.

6/1/3. Alacsony szárazanyagtartalomnál, azaz túl korai betakarításnál a genotípus x tőszám kölcsönhatásának vizsgálatakor, a genotípusok reakciói közt jelentős különbségeket kaptunk. Míg a toleráns fajtának jó kelési értékei voltak, addig a szenzitív nem mutatott számottevő kelést. Ez a jelentős eltérés azzal magyarázható, hogy az alacsony szárazanyagtartalommal betakarított vetőmag - szenzitív genotípus esetén - az ideálisnál sűrűbb állományt már nem tudta tolerálni. Ebből az is kitűnik, hogy a toleráns genotípus az alacsony szárazanyagtartalmat és tőszámnövelést lényegesen jobban tűrte, mint a szenzitív.

6/1/4. A kelésintenzitás vizsgálata során nyert adatok bizonyítják, hogy mind a szárazanyagtartalom, mind a talajhőmérséklet növelése jelentős mértékben csökkentette a vetéstől a kelésig mért hőmennyiséget. A tőszámnak, illetve a genotípusnak nem volt lényeges hatása a kelés intenzitására.

6/1/5. A genotípus és tőszám kölcsönhatásának értékelése alapján a betakarításkori szemszárazanyagának és a tenyészterületnek az egyidőben való csökkentése mindkét genotípusnál jelentősen rontotta a kelés intenzitását. Ezen belül a kelési százalékokhoz hasonlóan a toleráns genotípus a tőszámsűrítést viszonylag jól tűrte, ezzel szemben a szenzitív genotípus a tőszámsűrítésre nagyfokú érzékenységgel reagált.

6/1/6. A növény kezdeti fejlődését jellemző növénymagasságok adatai alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy valamennyi talajhőmérsékleten a toleráns genotípus intenzívebben növekedett, mint a szenzitív. A toleráns genotípusnak az alacsony hőmérsékleten való gyorsabb fejlődését a csírázás és kelés utáni jobb hidegtűrésére vezethetjük vissza. A szem szárazanyagtartalmai közül a 60 %-os, a hőmérsékletek tekintetében a 11 °C talajhőmérséklet volt a legszelektívebb, mivel itt kaptuk statisztikailag a legnagyobb különbségeket a növénymagasságok tekintetében.

6/1/7. A növényi hajtások száraz tömegei alapján a legnagyobb nedvességtartalommal betakarított vetőmagvaknál kaptuk minden hőmérsékleti kezelésnél a hajtások legkisebb tömegét. Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy ha a szemtelítődés intenzív szakasza valamilyen oknál fogva gátolt, akkor az káros kihatással lesz, a belőle fejlődő növény kelés utáni fejlődésére és növekedésére. A genotípusok hidegtűrésének összehasonlításában a 9 és 11 °C-os hőmérsékleteken tudtunk statisztikailag megbízható különbségeket tenni, a vetőmagelőállítás során alkalmazott stresszekkel szemben toleráns, illetve fogékony genotípusok között.

6/2/1. A hibridek vizsgálati eredményei alapján a kelési idő hosszát elsősorban a vetésidő határozta meg. A kelési százalékokat értékelve, a legkorábbi vetési időben – április 3. – csávázatlan vetőmagvak használata esetén jelentős csírapusztulást tapasztaltunk. A korán vetett, csávázott magból kelt egészséges növények gyors fejlődését viszont egyértelműen ki tudtuk mutatni, ami a hajtások szárazanyag-gyarapodásában is megmutatkozott. A csávázás hatására átlagosan közel 50%-kal nőtt a hajtások száraz tömege.

6/2/2. A csávázás előnyét minden vizsgált tulajdonság vonatkozásában megállapíthattuk, a kezeletlen kontrollhoz képest. A csávázószerek hatásai között, a kelési idő és a hajtás száraztömeg vonatkozásában nem találtunk megbízható különbségeket, viszont a kelési százalékok alapján a karboxin+TMTD-vel kezelt vetőmagvak kelési értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kaptánnal csávázott vetőmagvaké, amelynek az előnye mindhárom talajon és vetésidőben érvényre jutott.

6/2/3. A hibridek közül a legkorábbi (FAO 200) érésű Nart 150 bizonyult a legjobbnak minden vizsgált tulajdonságban. A háromvonalas Mv TC 287 érzékenyen reagált nemcsak a korai vetésre, hanem a csávázatlan kezelésekben a patogénekre is.

6/2/4. A kísérlet adatai alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy április első dekádjában, hideg talajba vetett kukorica vetőmagból csak akkor számíthatunk elfogadható növényállományra, ha ehhez olyan megfelelő hidegtűrésű hibridet választunk, amelynek a vetőmagja egyben kiváló biológiai értékekkel rendelkezik (csírázási százalék, cold teszt), és megfelelő vetőmagkezelésben is részesül.

6/3/1. A beltenyésztett törzsek korai vetésben történő vizsgálatai alapján megállapítottuk, hogy a vetőmagcsávázás előnye, a hibridekhez hasonlóan – a kelési idő kivételével – minden vizsgált tulajdonság tekintetében érvényesült, sőt a csávázószereknek bizonyos fajtaspecifikusságát is megfigyelhettük. A kelési idő hosszát itt is elsősorban a keléshez szükséges hőösszegek határozták meg, míg a genotípusnak csak másodlagos szerep jutott.

6/3/2. Különbségeket kaptunk a beltenyésztett törzsek kelési idejénél és a kelési százaléknál kialakult sorrend alapján. Ez azt igazolja, hogy a kelési százalék és a kelésidő közt nincs megbízható korreláció.

6/3/3. A kelési idők alapján a HMv 5316, a kelési százalékok vonatkozásában a HMv 5301 bizonyult a legjobbnak. A leggyengébb eredményt minden vizsgált tulajdonságot figyelembe véve a Mo 17-nél kaptuk, ami alátámasztja a beltenyésztett törzs gyenge hidegtűrését.

6/3/4. A kísérleti eredményeket összefoglalva a következő főbb megállapításokat tehetjük: A genotípusok hidegtűrésének és növekedési erélyének jobb jellemzésére, a kelésidőn és a kelési százalékon túl, a növény kezdeti fejlődését jellemző tulajdonságokat (hajtások száraz tömege, levélfelület nagysága stb.) is figyelembe kell venni

6/4/1. A frakcionálásos kísérlet eredményeiből kitűnik, hogy legtöbb genotípusnál a lapos vetőmagfrakcióknál kaptuk a legnagyobb parcellánkénti termést. A betakarításkori szemnedvességértékekre a különböző frakcióknak nem volt statisztikailag kimutatható módosító hatása. A termőhelyek közt kialakult különbségeket, - a fajták genetikailag meghatározott szemvízleadásán kívül - a kísérleti helyek eltérő csapadékviszonyai okozták.

6/4/2. A tenyészidőszak hosszának a betakarításkori szemnedvességre gyakorolt pozitív hatását Martonvásáron az igen korai és korai éréscsoportoknál, míg Keszthelyen csak az igen korai éréscsoportnál figyelhettük meg.

6/4/3. Az ezerszemtömeg értékek alakulását a vetőmagfrakcionálás szintén nem befolyásolta. Ez a paraméter elsősorban a fajta, másodsorban a termőhely időjárási viszonyaitól függött.

6/5/1. Megállapítottuk, hogy a vetőmagkezelések a tárolt vetőmag csírázóképeséget és a vetőmag életképességének jellemzéséül használt, vigorosságot is javítják. Jelentős biológiai érték leromlás viszont már nem kompenzálható. Az inszekticidek önmagukban nem, komplex formában (fungicidekkel) viszont növelik a vetőmag vigorosságát.

6/5/2. A vetőmagkezeléseknek a vetőmag biológiai értékre kifejtett pozitív hatása, jobb kelési értékekben is kifejezésre jutott, a korai (FAO 200) hibrideknél. A növények egyedi produkciója, és parcellánkénti szemtermése is nőtt a kontrollhoz képest. Kiemeljük a bifentrin+fungicid kezeléseket, amelyek optimális (2000) és a keléskori aszályos körülmények között (2001) is, a legkedvezőbb termésparamétereket eredményezték.

6/5/3. A közép- és későérésű hibridek közül a Maraton, valamint a Maxima hibridek esetében, a magbiológiai érték javulásán túl, szignifikáns szemterméskülönbséget is tapasztaltunk a fludioxonil, fludioxonil+bifentrin vetőmagkezelések (Maraton) és a bifentrin+kaptán, bifentrin+karboxin vetőmagkezelések hatására (Maxima).

6/5/4. A kukoricatermesztés szempontjából kedvezőtlen évet a 2001. évi kísérlet termésparaméterei is meggyőzően jellemzik. A hibridek genetikai termőképesség különbségei minimálisak ezen évjáratban.

6/5/5. A vetőmagkezelések hatását vizsgálva, az Mv 273 korai hibridnél a leggyorsabb érést és szignifikáns szemtermés-növekedést a kaptán+bifentrines kombináció eredményezett. Az önmagában használt fungicides vetőmagkezelés (karboxin, kaptán) későbbi érést idézett elő a Major, és Maraton hibrideknél, míg ugyanezen fungicidek inszekticiddel együtt már nem eredményeztek szemnedvességtartalom növekedést.

6/5/6. A 2001.-es év csapadékos őszi időjárása folyamán fellépő gomba és kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* L.) károsítás következtében, a megdőlt növények száma átlagos évjáráthoz viszonyítva jelentősen nőtt. Ezért külön kiemeljük a komplex vetőmagkezelések kedvező hatását az egyedi szemtermésprodukciónak mellett a szárszilárdság javítására is (Mv 483, Major, Maraton).

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani első munkahelyi vezetőmnek Dr. Szundy Tamás MTA doktorának, aki a pályámon elindított, valamint a volt martonvásári kollégáimnak, Dr. Marton L. Csaba tudományos igazgatóhelyettesnek, Dr. Árendás Tamás és Dr. Berzy Tamás tudományos főmunkatársaknak az értékes szakmai segítségért és közös kutatási együttműködésért.

Megköszönöm témavezetőmnek Dr. Ragasits István MTA doktorának a munkám során nyújtott támogatását.

Köszönetemet fejezem ki a Növénytermesztési Tanszék korábbi tanszékvezetőinek Dr. Kismányoky Tamás egyetemi tanárnak, Dr. Balázs Julianna egyetemi docensnek, hogy segítették szakmai munkámat.

Köszönettel tartozom tanszékvezetőmnek Dr. Hoffmann Sándor egyetemi docensnek, valamint a Földműveléstani-, Növénytermesztési-, valamint a Genetikai és Növénynevelés Tanszékek munkatársainak, kollégáinak, akik támogató együttműködésükkel segítették munkámat.

Megköszönöm Sente Róbertnek a Növénytermesztési Tanszék Kísérleti Telep vezetőjének és a kísérletekben részt vett dolgozóknak a segítségét.

8. SZAKIRODALOM JEGYZÉKE

1. ADER, F. - FUCHS, H.: (1978) Einige Hinweise zur Bedeutung der Erde als Substrat für die Kaltprüfung von Mais. *Seed Science and Technology* 6, 877-893.
2. AGO, C. E.: (1976) Recurrent selection for resistance to maize (*Zea mays* L.) seedling root rot caused by *Pythium ultimum*. M. S. Thesis, Iowa State Univ. Ames, 70 p.
3. ALDRICH, S. R.: (1943) Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. *J. Am. Soc. Agron.* 35, 667-680.
4. ALDRICH, S. R. - LENG, E. R.: (1973) Modern kukoricatermesztés. *The Farm Quarterly*, Cincinnati, Ohio.
5. ANDREW, R. H.: (1954) Breeding maize for cold resistance. *Euphytica* 3: 108-116.
6. APPLEMAN, C. O.: (1923) Forecasting the date and duration of the best canning stage for sweet corn. *Md. Agri. Exp. Stn. Bull.* 254, 10 pp.
7. ASZTALOS, K.: (1981) A kukorica vetőmag minősége. *Magyar Mezőgazdaság* 36, 24: 8-9.
8. ATTA, M. - GÁSPÁR, S.: (1984) The relationship between fertilisation and germination, vigour and relative storability in winter wheat. In: *Ertragserhöhung und Qualitätsverbesserung in der Saatgut produktion* MLU Halle-Wittenberg 2. 257-260.
9. AYRE, L.: (1980) Seed vigour effects cereal throughout the season, *Arable Farming*. Ipswich 7. 3. 42-45.

10. BAKER, N. R. T. - EAST M. – LONG S. P.: (1983) Chilling damage to photosynthesis in young *Zea mays*. II. Photochemical function of thylakoids in vivo, J. exp. Bot. 34, 189-197.
11. BALÁS, Á.: (1889) Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés. 2. kötet 92.
12. BARLA-SZABÓ, G. - BALLA, L. - JOLÁNKAI, M.: (1984) Effects of some agronomic factors on the biological value of the wheat seed. Cereal Research Communication, 12. 1-2. 41-46.
13. BARLA-SZABÓ G.: (1985) Az ökológiai és genetikai tényezők hatása a búza- és kukoricavetőmag életerejére. Kandidátusi értekezés.
14. BAUER, P.J. - CARTER P. R.: (1986) Effect of seeding date, plant density, moisture availability, and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. Crop., Sci., 26. 1220-1226.
15. BÁNLAKI S.: (1955) Vetőmagtermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
16. BEDFORD, V. L.: (1974) Conductivity tests in commercial and hand harvested seed of pea cultivars and their relation to field establishment. Seed Science and Technology 2, 323-335.
17. BEHAEGHE, T. - VANBOCKSTAELE, E. - DE BAETS.: (1981) Le mais comme culture de fourrages grossiers 4. Mais: l' importance du peuplement, de la date de semmis, de récolte et d' une éventuelle fumure en localisé. Synthèse de résultats récents. REV. Agric. Bruxeles, 34. 577-593.
18. BERGMANN, M. K. - TURPIN, F. T. (1984): Effect of sowing date on the dynamics of populations of *Diabrotica* spp. in maize.. Envir. Ent., College Park, 13. 888-901.

19. BERZSENYI Z.: (1994) A növényszám és az évjárat hatása kukorica hibridek szemtermésére és terméskomponenseire, valamint a növényszám reakciójára. Kukoricatermesztés 94'. Országos Tanácskozás, 75-82.
20. BERZSENYI, Z. - RAGAB, A. Y. - LAP, D. Q.: (1998a) A vetésidő hatása a kukorica hibridek vegetatív növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. Növénytermelés. 160-180.
21. BERZSENYI, Z. - RAGAB, A. Y. - LAP, D. Q.: (1998b) A vetésidő hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays L.*) hibridek növekedésére aszimptotikus függvényekkel. Növénytermelés. 525-545.
22. BERZSENYI, Z. - RAGAB, A. Y. - LAP, D. Q. (1998c): A vetésidő hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays L.*) hibridek növekedési jellemzőire (a klasszikus módszer és a HP-modell összehasonlítása). Növénytermelés. 655-676.
23. BERZSENYI, Z. - RAGAB, A. Y. - LAP, D. Q. (1998d): A vetésidő hatása a kukorica hibridek reprodukzív növekedésének dinamikájára és a szemtermés komponensekre. Növénytermelés. 423-437.
24. BERZSENYI, Z. - RAGAB, A. Y. - LAP, D. Q. (1999): A vetésidő hatásának vizsgálata kukorica szemtermésének növekedési dinamikájára, Richards függvényvel. Növénytermelés. 167-187.
25. BERZY, T. - MARTON, L. CS. - FEHÉR, CS.: 1996. A frakcionálás hatása a hibridkukorica (*Zea mays L.*) vetőmag életerejére és szemtermésére. Növénytermelés, 45. 1. 19-26.
26. BERZY, T. - ZÁBORSZKY, S. - FEHÉR, CS.: 1997. Összefüggések a hibridkukorica- (*Zea mays L.*) vetőmag biológiai értéke és terméselemei között. Növénytermelés, 46. 4. 370.

27. BLACKOW, W. M.: (1972) Influence of temperature on germination and elongation of the radicle and shoot of corn (*Zea mays L.*) Crop Sci. 12. 647-650.
28. BOCHICCHIO, A.: (1985) *Zea mays* L. and chilling conditions at sowing time: Review. Maydica 30: 241-256.
29. BOCSI J.: (1988) Kukorica (*Zea mays L.*) csíranövények hidegtűrésének tanulmányozása in vitro steril körülmények között. Növénytermelés, 37: 421-429.
30. BOCZ, E.: (1996) Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda kiadó, Budapest.
31. BODNÁR E.: (1981) Kukoricavetés - a vetőmagminőség függvényében. Magyar Mezőgazdaság, 36, 15:6.
32. BOJARCZUK, M. - BOJARCZUK, J. - KROLIKOWSKI, Z.: (1968) Investigation of maize resistance to the action of soil fungi under cold test conditions. Hodowli Roslin Aklimatyzacja Inasiennictwo 12. (1) 15-36.
33. BRAY, C. M.: (1979) In: „Recent Advances in the Biochemistry of Cereals”. Academic Press. London. 147-173.
34. BROWN, E. B.: (1920) Relative yields from broken and entire kernels of seed corn J. Am. Soc. Agron. 12, 196-197.
35. BROWN, H. T.: (1897) Note on the influence of very low temperatures on the germination power of seeds. Proc. Roy S. London. 62-160.
36. BROWN, W. N.: (1948) Germination of Sweet corn Seed in Relation to the Amount of Seed Injury Sustained During Harvesting and Processing. M. Sc. Thesis University of Illinois 72.
37. BRUGGINK, H. - KRAAK, H. L. - BEKENDAM, J.: (1991) Some factors affecting maize (*Zea mays L.*) cold test results. Seed Science Technology, 15: 729-740.

38. BUNTING, E. S.: (1976) Accumulated temperature and maize development in England. J. Agric. Sci. Camb. 557-583.
39. BUREN, L. L. - MOCK, J. J. - ANDERSON, I. C.: (1974) Morphological and physiological traits in maize associates with tolerance to high plant density. Crop. Sci. Madison, 14, 3: 426-429.
40. BURRIS, J. S. - EDJE, O. T. - WAHAB, A. H.: (1969) Evaluation of various indices of seed and seedling vigor in soybeans. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 59: 73-81.
41. BURRIS, J. S.: (1976) Scutellum rot of corn and its effect on laboratory and field performance. Proc. XXXI. Corn Ind. Res. Conf. ASTA 31: 65-76.
42. BURRIS, J. S.: (1989) Seed for improving maize production. Georgicon for Agric. 2. (Suppl.): 139-150.
43. BUTTROSE, M. S.: (1973) Rapid water uptake structural change in inhibiting seed tissues. Protoplasma 77, 112-122.
44. CARTER, M. W. - PONELEIT, G. G.: (1973) Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.) Crop. Sci. 13. 436-439.
45. CATIZONE, P.- LOVATO, A.: (1987) Germination and seedling growth of ten species in response to herbicide antidote, oxabetrinil. Seed Science & Technology, 15: 729-740.
46. CAVALIERI, A. J. - SMITH, O. S.: (1985) Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930. to. 1982. Crop. Sci. 25. 856-860.
47. CRISTELLER, J. I.: (1984) Seedling growth of *Zea mays* at 13 °C. Comparison of a corn Belt Dent hybrid and a hybrid selected for rapid plumule emergence at cool temperatures J. Exp. Bot. 35: 955-964.

48. COME, D.: (1968) Permeability a l' oxygene et au gaz carbonique des enveloppes seminales de diversas expeces, Pépinieristes-Horticultures-Maraichers, No. 90.
49. CRANE, P. L.: (1956) Factors effecting resistance to Pythium seedling blight of maize incited by Pythium ultimum. Agron. T. 48, 365-368.
50. CROSBIE, E. M.: (1982) Changes in physiological traits associates with lang-term breeding efforts to improve grain yield of maize. In: H. D. Loden-D. Wilkinson Proc. 37. th. Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf., Dec. Am. Seed Trade Assoc., Washington, DC. 206-223.
51. CSALÁNÉ KRUPÁNSZKI, I.: (1992) A hektáronkénti tőszámjavaslatunkat a hibridek specifikus tőszámreakciója alapján adjuk meg. Kutatás és Marketing, 6. évf. 3. sz. 3. o.
52. DANG, Q L.: (1992) A növényszám és a műtrágyázás a kukorica (*Zea mays L.*) növekedésére. Kandidátusi értekezés tézisei.
53. DANNISKA J. - BAGI J. - ANTAL J.-NÉ: (1965) Vetőmagismeret, vetőmagminősítés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
54. DAYNARD, T. B. – DUNCAN, W. G.: (1969) The black layer and grain maturity in corn. Crop. Sci. 9. 473-476.
55. DAYNARD, T. B. - TANNER, J. W. - DUNCAN, W. G.: (1971) Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn, *Zea mays L.* Crop. Sci. 11, 45-48.
56. DAYNARD, T. B. - MULDOON, J. F.: (1981) Effects of plant density on the yield maturity and grain content of whole plant maize. Can. D. P1. Sci., Ottawa, 61, 4, 843-849.
57. DÉGEN Á.: (1921) Jelentés a koppenhágai 1921. évi Nemzetközi Vetőmagvizsgálat Kongresszusról. Kis. Közl. 24. 247-261.

58. DELOUCHE, J. C. - BASKIN, C. C.: (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. and Tech.* 1: 427-452.
59. DELOUCHE, J. C.: (1976) Standardisation of vigor tests. *Journal of Seed Tech.*, 1: 75-85.
60. DENISOV, P. V.: (1966) *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selekcii*, t. 38, vyp. 1. L.
61. DHILLON, B. S. - DEY, S. K. - BANSAL, U. K. - KAPOOR, W. R. - VERMA, M. M.: (1993) Inbred-hybrid correlations for cold tolerance in maize. *Heterosis breeding in crop plants —theory and application: short communications: symposium Ludhiana, 23-24 February 1993*,
62. DICKSON, J. G.: (1923) Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. *J. agr. res.* 23. 837-870.
63. DJAKAMIHARDTA, S. - SCOTT, G. E. - FUTRELL, M. C.: (1970) Seedling reaction of inbreds and single crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. *Plant. Dis. Rep.* 54: 307-310.
64. DON, R. - RENNIE, W. J. - TOMLIN, M. H.: (1980) A comparison of laboratory vigour test procedures for winter wheat seed samples. 19th ISTA Congress, Vienna, Preprint 47, 1-14.
65. DÓRY, I. - BÖDDI, B. - KISSIMON, J. - PÁLDI, E.: (1990) Cold Stress responses of inbred maize lines with various degrees of cold tolerance *Acta Agron. Hung.* 39: 309-318.
66. EDWARDS, H. - COLLIN, K.: (1834) De l'influence de la temperature Sur la germination. *Ann. Sc. nat. bot. Ser.* 2-25.
67. EISELE CHR.: (1981) Die Kalibrierung von Maissaatgut aus der Sicht der Aufbereitung und Vermarktung. *Mais*, No. 2. 6-7. p.

68. EKE I.: (1980) Az 1980. évi kukorica vetőmagellátás. A vetőmag minőségén nem múlhat a siker... Magyar Mezőgazdaság, 36, 12:6.
69. FAUNGFUPONG, S. - WANAPICHIT, P. - RUNGCHANG, P.: (1985) Effect of seed maturity on field maize seed quality Kasetsart Journal, 19, 180-187.
70. FIALA, F.: (1977) Einfluss der Kalibrierung auf den Anbauwert des Saatgutes von Hybridmaissorten. Jahrbuch 1977 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung. Wien, 98-117. p.
71. FIALA, F.: (1981) Cold Test. In: D. A. PERRY (Ed.) Handbook of Vigour Test Methods Int. Seed Testing Assoc., Zürich.
72. FOCKE, I. - FOCKE, R.: (1963) Prüfung der Fusarium-Resistenz beim Mais und Embryonen test und Der Züchter, 33: 138-143.
73. FOLEY, D. C.: (1980) Resistance to *Pythium debaryanum* in *Zea mays* seedlings. Proc. Iowa Acad. Sci. 87: 134-138.
74. FUTRELL, M. C. - KILGORE, M.: (1969) Poor stands of corn and reduction of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*. Plant. Dis. Rep. 53: 213-215.
75. FREY, N. M.: (1981) Dry Matter Accumulation in Kernels of Maize Crop. Sci. 21. 118-122.
76. GALATSCHELOVA, S. N. - MARUSSINA, T. M.: (1967) Biochemie der Reifung und Saatgut-qualität von Weizenkaryopsen in der Wald - und Steppenzone von Westsibirien. In: Physiologie, Biochemie und Ökologie der Keimung, ed, H. BORRIS. Vol. 2. 991-997. Ernst - Moritz - Arndt - Universität, Greifswald.
77. GARZONIO, D. M. - LARSEN, A. L. (1981) A comparative study between field soil and perlite infested with *Pythia* as media for the corn (*Zea mays* L.) Cold test. J. Seed Techn. 6(3): 50-58.

78. GÁSPÁR S.: (1968) Vigor vizsgálatok kukorica vetőmaggal. Országos Vetőmagfelügyelőség Évkönyve 1968.
79. GÁSPÁR S.: (1980a) A vetőmag és a csíranövény vigor meghatározása. In: Szabó L. Gy. A magbiológia alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 350-361.
80. GÁSPÁR S.: (1980b) A termőhely hatása a hibridkukorica vetőmagértékére. Vetőmaggazdálkodás, VII. 1. 39-47.
81. GERM, H.: (1949) Die Feststellung der physiologisch bedingten Triebkraft von Samen. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 15. 1-23.
82. GERM, H.: (1966) Qualitätsprobleme beim Saatgut. Der Förderungsdienst 14. No. 2. 43-48. p.
83. GROGAN, C. O.: (1970) Genetic variability in maize (*Zea mays* L.) for germination and seedling vigor at low temperatures Proc. 25th Corn and. Res. Conf. ASTA 25: 90-98.
84. GROSSER, J.: (1979) Untersuchungen zum Nachweis von Unterschieden hinsichtlich der Reaktion des Maises auf niedrige Temperaturen in den frühen Wachstums- und Entwicklungsstadien. Tagungsber. Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin 175, 141-149.
85. GUPTA, D. - KOVÁCS, I.: (1975) Cold tolerance of parents, single-, three-way- and double crosses of opaque-2 maize inbreds and their normal analogues. Euphytica 24, 245-250.
86. GUPTA, G. - KOVÁCS, I.: (1976) Cold wave tolerance of the opaque-2 maize seedlings and their normal analogues, and relationships of the cold wave tolerance with cold test data. Z. für Acker- und Pflanzenbau, 143, 196-203.
87. GUTTERMAN, Y. A. - WIRTZUM, A. - EVENARI, M.: (1967) Seed dispersal and germination in *Blepharis persica* (Burm) Kuntze. Israel J. Bot 16, 213-234.

88. GYÖRFFY, B.: (1962) Különböző tényezők együttes hatásának vizsgálata a kukorica termésére. Kukoricatermesztési Kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó, Budapest. 58-60.
89. GYÖRFFY, B. - I'SÓ, I. - BÖLÖNI, I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
90. GYÖRFFY, B.: (1976) A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. Agrártudományi Közlemény. 35. (1-3) 239-266.
91. GYÖRFFY, B.: (1977) A kukorica jelene és jövője. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. Kiadvány, 11-25.
92. GYÖRFFY, B.: (1979) Fajta- növényszám és a műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. Agrártudományi Közlemények. 38. 109-131.
93. GYÖRFFY B.: (1988) Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. Magyar Tudomány. 4. 249-254.
94. HARPER, J. L.: (1956) Studies in seed an seedling mortality V. Direct and indirect influences of low temperatures on the mortality o maize. New Phytol. 55: 35-44.
95. HARRINGTON, G. T.: (1923) Use of alternating temperatures in the germination of Seeds. I. Agric. Res. u. s. 23-5-295.
96. HAY, J. R.: (1967) Induced dormancy in wild oats (in: Borris, H. et.: Physiology, Ecology and Biochemistry of Germination). Ernst-Moritz, Arndt - University, Greifswald. 319-323.
97. HEICZMANN, J.: (1964) A hibridkukorica-vetőmagkalibrálás elméleti és gyakorlati kérdéseinek vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Gödöllő, 84.
98. HERCZEGH M.: (1978) A kukorica hidegtűrésének javítása nemesítéssel. Kandidátusi értekezés. Martonvásár, 139.

99. HERCZEGH, M. - MARTON, L. CS.: (1986) Cold stress of maize in a temperature gradient chamber. In: Breeding of silage maize. (Eds.: Dolstra, O. - Miedema, P.) Pudoc, Wageningen, 56-60.
100. HEYDECKER, W. - ORPHANOS, P. I.: (1968) The effect of excess moisture on germination of *Spinacia oleracea* L. *Planta* 83, 237-247.
101. HODGES, D. M. - ANDREWS, C. J. - JOHNSON, D.A. - HAMILTON, R. I. (1997): Sensitivity of maize hybrids to chilling and their combining abilities at two developmental stages. *Crop Science*. 850-856.
102. HOPPE, P. E.: (1951) A new technique for incubating seed corn in cold soil for disease test. *Phytopathology*, XII/8/1. 747-751.
103. HOPPE, P. E.: (1955) Cold testing seed corn by the „Rolled Towel Method”. *Bulletin, Wisconsin Agricultural Experimental Station* 507, 1-5.
104. HOPPE, P. E.: (1956) Cold testing. *Proc. of Eleventh Ann. Hybrid Corn Ind. Res. Conf., Publ. No. 11*, 68-74.
105. HOPPE, P. E.: (1957) The Rolled-towel Seed Tester for Corn US Dept. of Agr. *Farmers Bull.* 948. Leaflet No. 425.
106. HOPPE, P. E.: (1958) Correlation between laboratory cold test and field stands of corn. *Plant Disease Reporter*, 42. (3): 367-372.
107. HOPPE, P. E. - MIDDLETON, J. T.: (1950) Pathogenicity and occurrence in Wisconsin soils of *Pythium* species which cause seedling disease of corn. *Phytopathology*, 40. 13. (Abstr.)
108. HOOKER, A. L.: (1955) Intra-inbred line variation in resistance to a *Pythium* seedling disease of corn. *Agron. J.* 47: 580-582.
109. HOOKER, A. L.: (1956) Correlation of resistance to eight *Pythium* species in seedling corn. *Phytopathology*, 46: 175-176.

110. HOOKER, A. L. - DICKSON, J. G.: (1952) Resistance to *Pythium* manifest by excised corn embryos at low temperatures. *Agron. J.* 44: 443-447.
111. HUSSEIN, T. A. – GÁSPÁR, S.: (1979) Különböző genotípusú kukoricák hidegtűrése. *Növénytermelés*, 28, 487-494.
112. IGNATOVA, A.: (1974) Vlijane na gösztata toreneto in napojavaneto vörhu dodiva at carevicata otglerodava Na karbonated csernozem. *Raszt. Nauki. Szofija*, 11, 9: 54-59.
113. IMHOLTE, A. A. - CARTER, P. R. (1987): Planting date and tillage effects on corn following corn. *Agron. J.* 746-751.
114. INGOLD, M.: (1957) La germination du mais. *Rec. romand Agric. Vitic. Arboric.* 13. 108-109.
115. ISELY, D.: (1950) The cold test for corn *Proceedings of the International Seed Testing Association* 16, 299-311.
116. ISELY, D.: (1957) „Vigor tests”, *Proc. Ass. off. Seed Analysts N. Am.*, 47, 176-182.
117. I'SÓ I.: (1962) Kísérleti adatok a különböző hibridek tenyésztőterület igényéhez. *Kukoricatermesztési kísérletek, 1958-1960. Akadémiai Kiadó, Budapest.* 165-169.
118. I'SÓ I.: (1966) Tenyésztőterület és műtrágyázási faktoriális kísérlet különböző tenyészidejű hibridekkel. *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. Akadémiai Kiadó, Budapest.* 261-274.
119. JOHANN, H. - HOLBERT, J. R. - DICKSON, J. G. (1928) A *Pythium* seedling blight and root rot of dent corn. *J. Agric. Res.* 37: 443-464.
120. JOHNSON, R. T.: (1948) The Germination of Corn After Being Subjected to Adverse Conditions M. Sc. Thesis. University of Minnesota, 26 p.

121. JOHNSON, R. R. –MULVANEY, D. L.: (1980) Development of a model for use maize replant decisions. *Agron J. Madison*, 459-464
122. KAERVER, H. E.: (1953) Maturity in relation seedling vigor *Proc. of Eight Ann. Hybrid corn. Ind. Res. Conf., Publ., No 8*: 59-68.
123. KAHRE, L. - WIKLERT, P.: (1965) Sand as a substrate for germination. *Proc. Int. Seed. Test. Ass.* 30. 245-250.
124. KASHYAP, R.K. - CHAUDHARY, D.P. - SHEORAN, I. S.: (1994) Effects of insecticide seed treatments on seed viability and vigour in wheat cultivars. In: *Seed Science & Technology*, 22. 508-519.
125. KHEHRA, A. S. - SHARMA, R. K. - DHILLON, B.S.: (1987) Laboratory studies on freezing injury in maize. *Ind. J. Agric. Sci.* 57/176-178.
126. KIETREIBER, M.: (1972) Der Saatgutwert "runder Körner" von Mais. *Jahrbuch 1972 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung. Wien*, 90-97.
127. KNITTLE, K. H. - BURRIS, J. S.: (1976) Effect of Kernel Maturation on Subsequent Seedling Vigor in Maize, *Crop. Sci.* 16, 851-854.
128. KOEHLER, B.: (1957) Pericarp injuries in seed corn.: Prevalence in dent corn and relation to seedling blights. *Ill. Agri. Exp. Sta. Bull.* 617.
129. KOLCAR, F.: (1963) Uticaj broja biljaka na primos is druge osobine hibrida kukuruza *Savr. Poljopu, Novi Sad*, 11-12: 889-890.
130. KOTOWSKI, F.: (1926) Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Soc. Hart. Sci.* 23: 176-184.
131. KOVÁCS, I (1957): A kukorica hidegtűrő képességének vizsgálata különös tekintettel az optimális vetésidő megállapítására. In: I'só (ed.), *Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957. Akadémiai Kiadó, Budapest* 189-203.

132. KOVÁCS I.: (1958) A kukorica hidegtűrőképességének vizsgálata, különös tekintettel az optimális vetésidő megállapítására. Kukoricatermesztési Kísérletek 1953-1957. 189-198. Akadémiai Kiadó, Budapest.
133. KOVÁCS I.: (1961) A „hidegpróba” alkalmazása a kukorica hidegtűrőképességének fokozására irányuló nemesítésben. Növénytermelés, 10, (1) 27-42.
134. KRISHAVE, K. - VANANGAMDI, K.: (1989) Seed size study in maize. In: Madres Agric.J. 76. 285-287.
135. KUSHIBIKI, H. – KUMAHATA, S.: (1980) Relationship between size and seedling growth in the period after low temperature in maize In: Bull. of Hokkaido Prefecturat Agric. Exp. Station, 44. 47-51.
136. LAIDMANN, D. L. - Mc DONNEL, E. M. - MIRBAHAR, R. W. - MUKHTAR, N. O. - PULFORD, F. G. - TOMOS, A. D.: (1979) Biochemical Studies on germinating embryos, Proc. of the First Intern. Symp. on Plant Nutrition. Varna, V. I. 227-239.
137. LANDI, P. - CONTI, S.: (1977) Osservazioni sul carateve „proterandria” nel mais. Sem. Elette. Bologna, 23, 1: 9-13.
138. LANDI, P. - CROSBIE, T. M.: (1982) Response of maize to cold stress during vegetative growth. Agron. J. 74, 765-768.
139. LÁSZTITY, D. - RÁCZ, I. - PÁLDI, E. (1994): Activity of protein synthesising system in vernalised wheat seedlings a low temperature. In: K, Dörffling, B. Brettschneider, H. Tantau and K. Pithan (ed): Crop Adaptation to Cool Climates, CED, Brussels-Luxembourg, pp, 349-354.
140. LINDNER, H.: (1961) Probleme der Feststellung der Keimfähigkeit und riebkraTft von Saatgut. Zeitschrift für Landwirtschaftliches Versuchs und Untersuchungswesen 7, 294-306.

141. LIVINGSTON, J. E.: (1951) Effect of Low Temperature on the Germination of artificially dried seed corn. Univ. of Nebraska, Coll. of Agr. Res. Bull. 169.
142. LONG, S. P. - T. M. EAST, - N. R. BAKER,: (1983) Chilling damage to photosynthesis in young Zea mays I. Effect of light and temperature variation on photosynthetic CO₂ assimilation. J. exp. Bot. 34, 177-188.
143. LYONS, J. M.: (1973) Chilling injury in élants. Ann. Rev. Plant. Physiol. 24, 445-466.
144. MAGYAR SZABVÁNY: Vetőmagvizsgálati Módszerek. MSZ. 6354/3-82; 6354/8-87.
145. MARTINSON, C. A.: (1971) Low temperature inhibition injury in seeds and susceptibility to seedling diseases. Proc of the Twenty-Sixth Ann. Corn and Sorghum Res. Conf., Publ., No 26, 105-110.
146. MARTIN, B. A. - SMITH, O. S. - NEIL, M. O.: (1988) Relationships between Laboratory Germination Test and Field Emergence of Maize Inbreds. Crop. Sci 28, 801-805.
147. MARTON, L. CS. - KIZMUS, L.- HERCZEGH, M.: (1988) Cold tolerance of maize seeds infected with Fusarium species. In: Proceedings of XIV. Congress of EUCARPIA. (Eds: Huska, J., Janae, J., Nesticky, M.) Nitra, 7-11. Sept. 1987. 277-286.
148. MARTON, L. CS.: (1990) A kukorica beltenyésztett törzsek és hibridjeik hidegtűrése. Kandidátusi disszertáció. Martonvásár, p. 154.
149. MARTON, L. CS. - KIZMUS, L. - SZUNDY, T.: (1990) Germination of maize seeds infected with Fusaria in a temperature gradient chamber. Proc. of XVth Congress of EUCARPIA Maize and Sorghum Section Baden, 453-458 p.

150. MARTON L. CS.: (1991) A kukorica beltenyésztett törzsek kezelése és kezdeti fejlődése hőmérsékleti gradiens kamrában. II. A beltenyésztett törzsek kezdeti fejlődése. Növénytermelés 40, 1: 1-10.
151. MARTON L. CS. - SZUNDY T. - NAGY E.: (1997) A kukorica (*Zea mays* L.) fiatalkori hidegtűrésének értékelése hőmérsékleti gradiens kamrában. Növénytermelés, 46. 6: 549-557.
152. MARYAM, B. - JONES, D. A.: (1983) The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures I. Germination of inbred lines and there F1-s. Euphytica 32: 535-542.
153. MATTHEWS, S. - BRADNOCK, W. T.: (1967) The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 32, 553-563.
154. MATTHEWS, S. - BRADNOCK, W. T.: (1968) Relationsip between seed exudation and field emergence in peas and French beans, Hort. Res. 8, 89-93.
155. MÁNDY, GY.: (1974) A bő termés biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
156. McKEEN, W. E.: (1951) Seedling susceptibility of dent corn inbreeds to root rot caused by *Pythium arrhenomanes*. Sci. Agric. 31: 475-479.
157. MENYHÉRT, Z.: (1979) Kukoricáról a termelőknek. Budapest. 96-104.
158. MENYHÉRT, Z.: (1985) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
159. MESTERHÁZY Á.: (1978) Gabonafélék ellenállósága a *Fusarium* genus néhány fajával szemben. Kandidátusi értekezés, Szeged, 117. p.
160. MESTERHÁZY, Á.: (1982) Resistance of corn to *Fusarium* ear rot and its relation to seedling resistance. Phytopath. Z. 103: 218-231.

161. MESTERHÁZY, Á.: (1983) Breeding wheat for resistance to fusarium graminearum and F. culmorum. Z. Pfl. Zuchtung, 91: 295-311.
162. MESTERHÁZY Á.: (1986) Kalász fuzáriózissal szembeni ellenállóság őszi búzában. Növénytermelés, 35. 407-417.
163. MEYERS, M. F.: (1924) The influence of broken pericarp on the germination and yield of corn. J. Am. Soc. Agr. 16: 540-550.
164. MIEDEMA, P.: (1982) The effects of low temperature on Zea mays. In: Advances in Agronomy, vol. 35, 92-128.
165. MOCK, J. J. - EBERHARDT, S. A.: (1972) Cold tolerance in adapted maize populations. Crop Sci. 12: 466-469.
166. MOCK, J. J. - HEGHIN, L. C.: (1976) Performance of maize hybrids grown in conventional row and randomly distributed planting patterns. Agron. J., Madison, Wis. 68. 577-580.
167. MOCK, J. J. - SKRDLA, W. H.: (1978) Evaluation of maize plant introductions for cold tolerance. Euphytica, Wageningen. 27/27-32.
168. MONOTTI, M. - BONCIARELLI, F.: (1974a) Intercettazione della luce, accrescimento e produrione del mais allevato a fittezze crescenti e con diverso orientamento del fogliame. Maydica. Bergamo, 19. 1-2. 3-5.
169. MONOTTI, M. - BONCIARELLI, F.: (1974b) Analisi della produzione di mais di vara precocita allevati a diversa fittezza. Maydica, Bergamo, 19. 1-2. 16-27.
170. MOORE, R. P.: (1962) Tetrazolium as a universally acceptable quality test of viable seed. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 27: 795-805.
171. MOORE, R. P.: (1965) Weather fractures embryos in snap beans. Seed Technologist New 34. 13-14.

172. MORENO-MARTINEZ, E. – MANDUGANO, L. – MENDOZA, M. – VALENCIA, G.: (1985) Use of fungicides for corn seed viability preservation. In: Seed Science & Technology, 13. 235-241.
173. NAGY J. - BODNÁR E.: (1986) Az öntözés, a műtrágyázás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. Növénytermelés, 35. No 6. 535-546.
174. NAGY M. - SZÉL S. - FÓTOSNÉ KÁDÁR, K.: (1984) A hidegkezelési idő hatása a különböző hidegtűrő kukorica vonalak kelésére. Növénytermelés, 33: 491-499.
175. NAUMENKO, A. I. - KIRPA, N.: (1982) Fizikomelanicsezkie szvpjsztvai poszevnüe kacsesztvaszemjan kukuruzü pri raznűj szrokah uborki Szelekcija Szemenovodszto, Moszkva B. 44-46.
176. NEAL, N. P.: (1950) Breeding Corn fortolerance to cold. Progress in Corn Production. Am Seed Trade Ass. 68-78.
177. NEAL, N. P. - J. R. DAVIS: (1956) Seed viability of Corn inbred lines as influenced by age and Conditions of storage. Agron. Jour. 48. 383-384.
178. NEPTUNE, G.: (1953) Corn tolerance studies with hybrid seed corn. PhD. Thesis, Michigan State College, 43.
179. NÉMETH, J. – GYULAVÁRI, O. – KÁLMÁN, L. – PINTÉR, L. – PINTÉR, Z. – SZÉL, S.: (1982) A Gabonatermesztési Kutatóintézet Kukoricanevelési Főosztályának tudományos eredményei 1971-1981-ig. Pályázat a MÉM Értesítő XXXII. évf. 25.
180. NIJENSTEIN, J. H.: (1985) Effects of some factors influencing cold test germination of maize. Seed Science & Technology, 14: 313-326.
181. NOBBE, F.: (1876) Handbuch der Samenkunde. Wiegandt-Hempel-Parey, Berlin.

182. NOSATOVSKI, A. I.: (1965) Pschenica, Biologia „Kolos” Isd vtoroe 567.
183. OBENDORF, R. L.: (1972) Factors associated with early germination in corn undercool condition. Proc. of the Twenty-Seventh Ann. Corn and Sorghum Res. Conf., Publ. No. 27. 132-139.
184. ODIEMACH, M.: (1991) Relation of seed testing traits to grain yield of maize hybrids under different environments. Seed Science & Technology, 19: 25-32.
185. PÁLDI, E. - RÁCZ, I. - LÁSZTITY, D.: (1996) Effect of low temperature on the r RNA processing in wheat (*Triticum aestivum*). J. Plant Physiol. 368-373.
186. PÁLDY, E. – SZALAI, G. – JANDA, T. – MARTON, L. CS.: (1998) Az alacsony hőmérséklet hatása egyes N-tartalmú vegyületek szintézisére különböző hidegtűrésű beltenyésztett kukorica vonalakban. Növénytermelés, 47/5. 483-490.
187. PÁSZTOR, K.: (1958) Vetésidő fajtakísérletek kukoricával. In: I'SÓ (ed.), Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957. Akadémiai Kiadó, Budapest. 169-188.
188. PÁSZTOR, K.: (1962) Újabb kísérleti adatok a kukorica vetésidejéhez. In: I'SÓ (ed.), Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó, Budapest. 143-152.
189. PÁSZTOR, K.: (1966) A vetésidő és a vetésmélység hatása a kukorica termésére. In: I'SÓ (ed.), Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. Akadémiai Kiadó, Budapest. 240-251.
190. PÁSZTOR K. - PANKUCSI L.: (1969) A hibridkukorica vetőmagtermesztési értékét meghatározó tényezők. Agrártudományi Közlemény, 28. 449-461.

191. PERRY, D. A.: (1972) Seed vigour and field establishment Hort. Abstr. 42. 334-342.
192. PERRY, D. A.: (1981) Handbook of Vigour Test Methods, ISTA Zürich.
193. PETHE, F.: (1817) A kukoricatermesztésnek igen hasznos módja. Nemzeti Gazda, 4/15. 229-230.
194. PINELL, E. L.: (1949) Genetic and environmental factors affecting corn seed germination at low temperatures. Agr. Jour. 41. 562-568.
195. PONELEIT, C. G. - EGLI, D. B.: (1979) Kernel growth rate duration in maize as affected by plant density and genotype. Crop. Sci. 19. 385-388.
196. POPOV, A (1979): Mosaic virus infection in maize as a function of sowing date. Raszten. Nauki, 16/82-87.
197. POZZI, G. L. - GENTINETTA, E. - MOTTÓ, M.: (1985) Evolution of genotypic differences for cold tolerance in maize (*Zea mays L.*). Genetica Agraria, 39. 3 : 337.
198. PUCARIC, A.: (1974a) Promjenljivost nekih svojstava biljaka: prinosa hibridakukuruza u zavisnosti od gustoce sklopa. V. Metlicanje, Prasenje polena i svilanje Poljupu. Znanstv. Smotra. Zagreb, 33. 121-132.
199. PUCARIC, A.: (1974b) Promjenljivost nekih svojstava biljaka i prinosa hibridakukuruza u zavisnosti od gustoce sklopa. VI. Duljina perioda od nicanja do svilanja. Poljapr. Znanstv. Smotra. Zagreb. 33. 161-167.
200. RÁCZ, I. - KOVÁCS, M. - LÁSZTITY, D. - VEISZ, O. - SZALAI, G. - PÁLDI, E.: (1996) Effect of short term and long-term low temperature stress on polyamine biosynthesis in wheat genotypes with varying degrees of frost tolerance.) J. Plant Physiol. 368-373.

201. REISS, F. E.: (1944) Relation of moisture content and drying temperature to the viability and seedling vigor of maize germinated by different methods. M. S. thesis. Iowa State University, Ames, Iowa.
202. ROSTA, K.: (1977) A vetőmag életereje. Vetőmaggazdálkodás, 1. 1-17.
203. ROSSMANN, E. C. - COOK, R. L. (1966): Soil preparation and date, rate and pattern of planting. In advances, in corn production: Principles and practices, 53-101.
204. ROUNDHAWA, H.S. - DEY, S. - KAUR, J. - SHARMA, H.L. - HAISINGH, J. - KEDHRA, H.: (1990) Studies on seed germination, seedling vigor, and seed mycoflora of graded maize (*Zea mays* L.) Annals of Biology Ludhiana, 6: 49-52.
205. RUSSELLE, M. P. - OLSON, R. A. - HAUCK, R. D. (1987): Planting date and nitrogen management interactions in irrigated maize. Field Crops Res., Amsterdam, 349-362.
206. SAULESCU, N. - POPA, T.: (1962) Influenta densitatii culturii asupra productiei la porumbul dublu hibrid. Probl. Agri. Bucuresti, 14. 4. 16-21.
207. SÁRVÁRI M.: (1988) A tőszám növelésének hatása eltérő tenyészidejű hibridek termésére és állóképességére réti talajon. Növénytermelés, 31. 3: 225-236.
208. SÁRVÁRI, M. - FUTÓ, Z.: (2001a) A vetésidő hatása a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésére. Növénytermelés. 43-60.
209. SÁRVÁRI, M. - FUTÓ, Z.: (2001b) Összefüggés a kukoricahibridek vetésideje, produkciója és a betakarításkori nedvességtartalma között csernozjom talajon. Agrártudományi közlemények. 1/32-41.

210. SCHÖBERLEIN, W. - MATTHIES, H. - HERMANN, K.: (1998) Effects of seed treatment of winter wheat varieties with fungicide-insecticide combinations on field emergence, virus infections and seed yield. 25 th Seed Symposium Abstract, Pretoria, 118-119.
211. SCHOOREL, A. F.: (1956) Report of the activities of the committee on Seedling vigour Prob. Int. Seed Test. ass. 21. 282-286.
212. SCHOOREL, A. F.: (1960) Report on the activities of the Vigour Test Committee Proceedings of the International Seed Testing Association 25. 519-525.
213. SCOTT, W.: (1923) What is the relation between the moisture content and viability of seedcorn when subjected to temperatures IOWA. Acad. Sci. Proc. 30-254. Ref. E. S; R; 52-7-634.
214. SCOTT, G. E. - FUTRELL, M. C.: (1970) Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and toxic material extracted from this fungus. Plant Dis. Rep. 54: 483-486.
215. SCOTTI, C. A. – SILVA, J. F.: (1977) Seed size in relation to maize (*Zea mays L.*) Tamanho da semente em relacao ao comportamento de milho. In: Boletim Técnico IAPAR, 4. 1-12.
216. SEMUGURUKA, G. H. - COMPTON, W. A. - SULLIVAN, C. Y. - THOMAS, M. A.: (1981) Some measures of temperature response in corn (*Zea mays*). Maydica, 209-218.
217. SHAW, R. H.: (1949) Studies on Corn Phenology and Maturity in Iowa Ph.D. Thesis. Iowa State College 146.
218. SHAW, R. H. - H. C. S. THOM,: (1951) On the Phenology of field corn, silking to maturity. Agron. J. 43. 541-543.
219. SHIEH, W. J. - Mc DONALD, M. B.: (1982) Effect of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. In: Seed Science & Technology, 10. 307-313.

220. SIMAK, M. - KAMRA, M.: (1963) Comparative studies on scots pine seed germinability with tetrazolium and x-ray contrast methods. Proc. Int. Seed Test Assoc. 28: 3-18.
221. SIMILARU, E.: (1986) Epoca si desimea de semanat – verigi de baza ale tehnologiei culturii porumbului. Productia Vegetala. Cereale si Plante Techice, Bucuresti. 38/3. 3-13.
222. STAHL, C.: (1931) Comparative experiments between the laboratory and the field germination of seed. Proc. Int. Seed Test. Ass. 5.
223. STAMP, P.: (1980) Variabilitat von Spross- und Wurzelmerkmalen junger Maispflanzen in Abhangigkeit von Genotyp und Temperatur. Z. Pflanzenzüchtung, 84. 226-239.
224. STAMP, P.: (1984) Chilling tolerance of young plants demonstrated on the example of maize. Advances in Agric. and Crop Sci. Supple. to J. of. Agric. and Crop Sci. 7: 9-81.
225. STAMP, P. - THIRAPORN, R. - GEISLER, G.: (1986) Relation betwey carly field growth of maize genotypes anseedling traits inder Controlled conditions. Z. Acker- und Pflanzenbau 156, 188-192.
226. STILES, W.: (1960) Respiration in seed germination and seedlings development Handbook pf. 1. Physiol 12. No. 2, 465-492.
227. SVIEN, T.: (1951) Factors affecting the germination of corn in the cold test. PhD. Thesis Iowa State College, 63 p.
228. SZALAI, G. - JANDA, T. - PÁLDI, E. - SZIGETI, Z.: (1996) Role of light in the development of post-chilling symptoms in maize. J. Plant Physiol, 148. 378-383.
229. SZÉLL, E. - BUVÁR, G.: (1980) A kukorica vetésidejének és a vetőmag csírázási arányának hatása a termés hozamra. Magyar Mezőgazdaság. 35. 11. 7.

230. SZÉLL, E. - PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ, ZS - CSALÁNÉ KRUPÁNSZKI, I. - KOVÁCSNÉ KOMLÓS, M.: (1992) Hibridspecifikus termesztéstechnológiai kutatás a Gabonatermesztési Kutatóintézetben. Agrofórum II. Különszám. 27-30.
231. SZÉLL, E.: (1994) A kukorica vetőmagtermesztés hibridspecifikus technológiájának kidolgozását szolgáló agrotechnikai kísérletek rendszere. Kandidátusi értekezés.
232. SZÉLL, E. – MAKHAJDA, J. – BÚZA, L.-né.: (2003) Agrotechnikai ajánlások a kukorica vetőmagtermesztéshez. 50 éves a magyar hibridkukorica. Jubileumi emlékülés kiadványa. Martonvásár. 309-315.
233. SZIRTES J. - BARLA-SZABÓ G.: (1981) Módszer az őszi búza vetőmagvak vigorának meghatározására. Növénytermelés, 30: 493-500.
234. SZIRTES J.: (1982) Vetőmagvak élettani vigora. Kiadta a Vetőmagtermeltető és Értékesítő Vállalat, Budapest.
235. SZIRTES J. - BARLA-SZABÓ G. - PAPP D.: (1982) Módszer a kukorica vetőmagvak élettani vigorának meghatározására. A kelés előrejelzése különböző stresszviszonyok között. Vetőmaggazdálkodás, 9/1: 59-68.
236. SZUNDY, T.: (1978) A tenyészterület hatása a kukorica vonalak szemtermésének egyes tulajdonságaira. Növénytermelés. 27. 2. 123-130.
237. SZUNDY T.: (1981) Eltérő heterozigóta szintű szülőkön előállított kukorica hibridek néhány tulajdonsága. Kandidátusi értekezés, Martonvásár, 154 p.
238. SZUNDY T. - KOVÁCS I.: (1981a) Különböző heterozigóta szintű kukorica genotípusok kelési ideje. Növénytermelés, 30: 301-308.

239. SZUNDY T. - KOVÁCS I.: (1981b) Különböző heterozigóta szintű kukorica genotípusok és hibridjeik hidegtűrésének vizsgálata. II. Heterozigóta genotípusok kelési idejére. *Növénytermelés*, 30: 385-390.
240. TATUM, L. A.: (1942) The effect of genetic constitution and processing method on the ability of maize seed to germinate in cold soil. Ph.D. Thesis, Iowa State College, Ames, Iowa, 80.
241. TATUM L. A .- ZUBER, M. S.: (1943) Germination of maize under adverse conditions. *J. Am. Soc. Agr.*, 35/48-59.
242. THIELEBEIN, M.: (1958) Kornform und Saatgutwert von Mais In: *Mitteilungen der DLG*. 47. 1261-1263.
243. TIUNOV, A. N. - TIUNOVA, K. P.: (1951) Selekcija i semenovodstvo polevy i plodovo-iagornyh kultur, vyp. 1-m. 1953.
244. TOLLENAAR, M.: (1977) Sink-sorce relationships during reproductiv development in maize. A review. *Maydica*, XXII. 49-75.
245. TOLLENAAR, M. - DAYNARD, T. B.: (1978) Kernel growth and development in maize. A review. *Maydica*, XXII. 49. 75.
246. TOLLENAAR, M. – BRUULSEMA, T. W.: (1988) Efficiency of maize dry matter production, during periods of Complete leaf area expansion. *Agron. J.* 80. 580-585.
247. TOLLENAAR, M .: (1989) Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988 *Crop. Sci.* 29. 1365-1371.
248. TOLLENAAR, M .: (1991) Physiological Basis of Genetic Improvement of Maize Hybrids in Ontario from 1959 to 1988 *Crop. Sci.* 31. 119-124.
249. TOMORAGA, P. - MIHAILESCU, I. F. - CHIMISLIU, C.: (1985) Cercetari privind stabilirea epocii optime de insamintare a noilor hibridi

- de porumb cultivati in conditiile de irigare din Dobrogea. Productia Vegetala. Cereale si Plante Techice, Bucuresti. 37/12. 3-7.
250. TRETYAKOV, N. N. - MOTORINA, M.V. - KOSKIN, E.I. - BIZJAEV, E. F.: (1984) Reakcija kukuruzü na gyejsztvie ponyizsennüh tyemperatur v raznüe fazy vegetacii. In: Izvesztyija TSZHA, 5. 103-110.
251. VARGA I.-NÉ - BARLA-SZABÓ G.: (1980) A csírázás és az életerő a kelés előrejelzésére. Magyar Mezőgazdaság, 35. 11. 8.
252. VODJANOV, V. A. - SZTREKALOV, D. K.: (1975) Nuzsno li uvelicsivat gusztotu vasztenij pri iszpolizovanic udobrenij. Kukuruza, Moszkva, 20. 4. 19-20. WELLINGTON, P. W.: (1969) Handbook for seedling evaluation Proc. Seed Test Ass. 35. 449-597.
253. WOODSTOCK, L. W.: (1968) Biochemical test for seed vigour 97. Pre print 15. th. Int. Seed Test. Congress. New Zealand.
254. WOODSTOCK, L. W.: (1973) Physiological and biochemical test for seed vigour. Seed Science and Technol.1. 127-157.
255. WOODSTOCK, L. W.: (1976) Progress report on the seed vigour testing handbook. Newsletter of Association of Official Seed analysts 50. 1-78.
256. WORTMAN, L. S.: (1950) The Inheritance of Cold-test Reaction in Zea mays PhD. thesis Univ. of Minnesota, 85.
257. WORTMAN, L. S. - RINKE, E. H.: (1951) Seed corn injury at various stages of processing and its affect upon cold test performance. Agron. J. 43: 299-305.
258. ZAMETRA, R. S. - CUANY, R. L.: (1982) Research on cold tolerance in corn. Progress Rpt. for 1980. and 1981. Dept. of Agr. Colorado State Univ. Fort Collins, 17 p.

259. ZÁBORSZKY, S. - PINTÉR, L.: (1989) Effect of Grain Moisture and Plant Density on Emergence in Maize. G. Agric. 2. (Suppl.) 167-177.
260. ZÁBORSZKY, S.: (1994) A betakarításkori szemnedvesség és az állománysűrűség hatása a kukoricavetőmag minőségére. Doktori értekezés.
261. ZÁBORSZKY, S. - BERZY, T.: (1999) A hibridkukorica- (*Zea mays* L.) vetőmagfrakciók és a terméselemek közötti összefüggések. Növénytermelés, 48, 6: 591-599.
262. ZÁBORSZKY, S. - GYENESNÉ HEGYI ZS. – BERZY, T.: (2001) A kukorica (*Zea mays* L.) hibridek keléskori és fiatal növénykori hidegtűrésének vizsgálata. Növénytermelés, 50. 517-529.
263. ZÁBORSZKY, S. – NAGY, E. – SZŐKE, CS.: (2002a) Effect of seed treatment on the emergence on inbred lines of maize (*Zea mays* L.) Acta Agronomica Hungarica, 50. 3. 359-369.
264. ZÁBORSZKY, S. - NAGY, E.- BERZY, T. - PINTÉR, J.: (2002b) Vetőmagcsávázás és vetésidő hatása a kukoricahibridek (*Zea mays* L.) kelésére és kezdeti fejlődésére. Növényvédelem, 38. 629-636.

9. TÉZISEK

9.1. Magyar nyelvű tézisek

A legfontosabbnak ítélt új tudományos eredmények:

1. A vetőmagelőállítási stressztényezők közül a betakarításkori szárazanyagtartalom döntően befolyásolta a vetőmag minőségét és a növény kelését. Alacsony szem szárazanyagtartalom (60% alatt), még optimális talajhőmérsékleten sem kaptunk kielégítő kelést. A tenyészterület nagyságának viszont nem volt közvetlen utóhatása a kelési értékekre.
2. A kelés idejét, mind a szemszárazanyag, mind a talajhőmérséklet növelése nagymértékben csökkentette. Ezzel szemben a tőszámnak és a genotípusnak nem volt statisztikailag igazolt hatása a kelés intenzitására.
3. A növények kezdeti fejlődését, növekedését jellemző tulajdonságok (növénymagasság, levélfelület, hajtás száraz tömeg) alakításában szintén a betakarításkori szemszárazanyag és a talajhőmérséklet volt a legjelentősebb, ezt követte a genotípus majd a tőszám hatása. A szárazanyagkezelések közül 60%, míg a talajhőmérsékletek tekintetében a 9-11 °C volt a legszelektívebb, mivel itt kaptuk a legnagyobb különbségeket a genotípusok között.

4. A fajták közül a stressztényezőkkel szemben toleráns genotípus minden tulajdonságban jobbnak bizonyult, mint a szenzitív. Különösen alacsony szárazanyagtartalomnál, azaz túl korai betakarításnál a genotípus x tőszám kölcsönhatásának értékelésekor adódtak a legnagyobb különbségek, a rezisztens és szenzitív genotípusok között. A genotípusoknak az egyes stressztényezőkre adott eltérő válaszreakciója arra hívja fel a figyelmet, hogy a fajtaspecifikus vetőmagelőállítási technológiákat ki kell terjeszteni a betakarításkori szem szárazanyagtartalom és a tenyészterület egymással összefüggő vizsgálati eredményeire is.
5. A vetésidő kísérletben a vetőmagkezelés előnye egyértelműen igazolódott a kezeletlen kontrollhoz képest. A vizsgált tulajdonságok közül a csávázószer alapján csak a kelési százalékok tekintetében tudtunk különbséget tenni. A kelési értékek a karboxin + TMTD-vel kezelt vetőmagvak esetén szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a kaptánnal csávázott vetőmagvaké. A kombinált kezelés előnye, mindhárom talajon és vetésidőben érvényesült.
6. A kísérlet eredményei egyértelműen bizonyították, hogy igen korai vetésben csak akkor számíthatunk elfogadható kelésre, ha ehhez olyan megfelelő hidegtűrésű hibridet választunk, amely vetőmagjának kiválóak a biológiai értékei (csírázási százalék, cold test, CSVT) és egyben megfelelő vetőmagkezelésben is részesült.

7. A beltenyésztett törzsek korai vetésben történő vizsgálatai alapján megállapítottuk, hogy a vetőmagcsávázás előnye, a hibridekhez hasonlóan – a kelési idő kivételével – minden vizsgált tulajdonságban érvényesült, sőt a csávázószereknek egy bizonyos fajtaspecifikusságát is megfigyelhettük. A kelési idő hossza itt is elsősorban a talajhőmérséklettől függött.
8. Különbségeket kaptunk a beltenyésztett törzsek kelési idejénél és a kelési százaléknál kialakult sorrend alapján. Ez azt igazolja, hogy a kelési idő és a kelési százalék közti korreláció nem megbízható. A csírázás és a növény kelés utáni fejlődésének eltérő genetikai kontrollja a kelési százalékon túl a növény kezdeti fejlődését jellemző tulajdonságok (növénymagasság, levélfelület, hajtások száraz tömege) ismeretét is szükségessé teszik.
9. Frakcionálós kísérletben bizonyítottuk, hogy legtöbb genotípusnál a legnagyobb parcellánkénti termést a lapos frakciók eredményezték. Ezek alapján a biológiailag értékesebb vetőmagfrakciók a szemtermésük vonatkozásában is megtartanak bizonyos fölényt a nagyobb „életerejűkből” adódóan.
10. Vetőmagkezeléses kísérletben igazoltuk, hogy a csávázás a hosszabb ideig tárolt vetőmag biológiai értékére és vigorosságára javító hatással van. Az inszekticides csávázás önmagában nem, komplex formában (fungicidekkel) viszont növeli a vetőmag vigorosságát.

11. Kísérletben igazoltuk, hogy a gomba és kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* L.) károsítására hajlamosító évjáratokban a komplex vetőmagkezeléseknek pozitív hatása van az egyedi szemtermésprodukciónak mellett a szárszilárdság javításában is.
12. A vetőmagcsávázásnak védelmi szerepén kívül, szántóföldi hidegtűrést javító hatását is bizonyítottuk, amely tökéletesebb szántóföldi kelés és nagyobb stressztolerancia folytán, szignifikáns szemtermés-növekedésben nyilvánulhat meg.

9.2. Angol nyelvű tézisek

NEW SCIENTIFIC RESULTS

1. Among the stress factors occurring during seed production, the dry matter content at harvest had a decisive influence on seed quality and plant emergence. At low grain dry matter content (below 60%) emergence was not satisfactory even when the soil temperature was optimum. The size of the growing area, however, had no direct after-effect on emergence values.
2. An increase in the soil temperature caused a considerable reduction in the time required for emergence. The plant density and the genotype, however, had no significant effect on emergence intensity.
3. Traits characterising the initial growth and development of the plants (plant height, leaf area, shoot dry mass) were also influenced to the greatest extent by the grain dry matter at harvest and by the soil temperature, followed by the genotype and the plant density. The greatest differences between the genotypes were obtained at 60% seed dry matter content and at a soil temperature of 9–11°C, so these were the most selective treatments.
4. Of the two varieties, the genotype resistant to stress factors proved to be better for all the traits than the sensitive variety. Especially in the case of low dry matter content, i.e. early harvesting, large differences

were found between the resistant and sensitive genotypes during the evaluation of the genotype $\times$ plant density interaction. The different responses of the genotypes to various stress factors draws attention to the fact that the variety-specific seed production technology should be expanded to take into consideration the correlated results obtained for the grain dry matter content at harvest and the growing area.

5. In the sowing date experiment the benefits of seed dressing were clearly proved compared with the untreated control. Among the traits tested, only the percentage emergence exhibited a difference between the dressing agents. The emergence values obtained with carboxin + TMTD were significantly higher than those recorded with captan. The advantage of the combined treatment was manifested on all three soils at all three sowing dates.
6. The results of the experiments made it clear that after extremely early sowing an acceptable level of emergence can only be expected if hybrids with adequate chilling tolerance are chosen, the seed of which has excellent biological value (germination percentage, cold test, CSVT) and has been satisfactorily dressed.
7. The testing of inbred lines at early sowing dates indicated that the advantage of seed dressing was manifested, like that of the hybrid, in all the traits tested with the exception of the emergence date; in fact a certain degree of variety specificity was also observed between the dressing agents. The time required for emergence again depended chiefly on the soil temperature.

8. Differences were noted between the inbred lines on the basis of emergence date and emergence percentage. This indicates that there is no significant correlation between emergence date and emergence percentage. The separate genetic control of germination and post-emergence plant development necessitates a knowledge of traits characteristic of initial plant development (plant height, leaf area, shoot dry mass) in addition to the emergence percentage.
9. The results of a fractionisation experiment demonstrated that in the majority of genotypes the highest yields per plot were obtained from the flat fractions. This indicates that, even at harvest, the biologically more valuable seed fractions retain a certain superiority, stemming from their greater vigour.
10. The seed dressing experiment proved that the treatment led to an improvement in the biological value and vigour of seeds stored for a long period. Insecticidal dressing only increased seed vigour when combined with fungicides, not alone.
11. It was experimentally proved that in years favourable to fungus and European corn borer (*Ostrinia nubilalis* L.) damage, complex seed treatments had a positive effect not only on the grain yield per plant, but also on stalk strength.
12. In addition to the protective effect of seed dressing, it was also demonstrated to improve field chilling tolerance, leading to a significant increase in grain yield due to better field emergence and greater stress tolerance.

