

**PANNON EGYETEM
GEORGIKON KAR
KESZTHELY**

Meteorológiai és Vízgazdálkodási tanszék
DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola
Iskolavezető: Dr. Anda Angéla, D.Sc.

**A HIBRIDKUKORICA (ZEA MAYS L.) VETŐMAG SZEMES
BETAKARÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE**

Témavezetők: Dr. Anda Angéla egyetemi tanár és
Ertseyné Dr. Peregi Katalin egyetemi docens

Készítette:
Varga Péter

DOI: 10.18136/PE.2014.567

Keszthely
2014

A HIBRIDKUKORICA (ZEA MAYS L.) VETŐMAG SZEMES BETAKARÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:

Varga Péter

Készült a Pannon Egyetem, Georgikon Kar
Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskolája keretében

Témavezetők: Dr. Anda Angéla egyetemi tanár és
Ertseyné Dr. Peregi Katalin egyetemi docens

Elfogadásra javasolom (igen / nem)

(aláírás)**

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javasolom:

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 EDHT elnöke

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	4
1. Kivonat	6
Abstract.....	7
Auszug.....	8
2. Bevezetés	9
3. Célkitűzés.....	11
4. Irodalmi áttekintés.....	12
4.1. A kukorica rendszertana, származása	12
4.2. A kukorica morfológiája	12
4.2.1. Gyökérzet	12
4.2.2. A hajtás.....	13
4.2.3. A virágzat	14
4.2.4. A termés	15
4.3. Csírázást és a csírázóképeséget befolyásoló tényezők.....	16
4.4. Tenyészidő	23
4.5. A hibridkukorica vetőmag előállítás környezeti igényei, sajátosságai	24
4.5.1. Hőmérsékletigény	24
4.5.2. Talajigény.....	25
4.5.3. Vízigény, vízgazdálkodás.....	26
4.5.4. Vetés, vetésarány	28
4.5.5. Tápanyagellátás	30
4.5.6. Növényvédelem, növényápolás	30
4.5.7. Izoláció, idegenelés, címezés.....	31
4.6. Betakarítás.....	33
4.7. Feldolgozás.....	34
4.8. A vetőmag minősítése.....	36
4.9. A kukorica vetőmag előállítása a tájfajtáktól a beltenyésztéses vonalakig	38
4.10. A hazai vetőmag előállítás és minősítés története, fejlődése, szabályozása, fontosabb állomásai	39
5. Anyag és módszer.....	43
5.1. A kísérletben részt vevő hibridek	43
5.2. A kísérletek évjaraainak időjárása.....	43
5.3. A kísérleti táblák kijelölése és jellemzése.....	47
5.4. Táblakiválasztás, rendkívüli szemle	52
5.5. Betakarítás, szárítás, mintavétel	53
5.6. Nedvességtartalom mérés.....	54
5.7. Szántóföldi veszteségek	55
5.8. Feldolgozás.....	56
5.9. Vizsgálatok helyszínei	57
5.10. Tárolás.....	57
6. A minősítés alapját képező vetőmag-vizsgálatok, vizsgálati módszerek.....	58
6.1. Csírázóképeség vizsgálat.....	58
6.2. Életerő (vigor) vizsgálat.....	59
6.3. Izoelektromos fókuszálás ultravékony gélen (UTIL-IEF).....	60
6.4. Kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat.....	61
6.5. Felhasznált statisztikai módszerek.....	62

7. Eredmények és értékelésük.....	63
7.1. Betakarítás utáni veszteségek.....	63
7.2. Csírázókéesség vizsgálat.....	64
7.3. Életerő vizsgálat	71
7.4. Genetikai tisztaság (gélelektroforézis, fajtakitermesztés) eredményei.....	77
7.5. Az ép csírárt és a betakarítási veszteséget befolyásoló tulajdonságok	82
7.6. Eredmények megvitatása	83
8. Következtetések, javaslatok.....	86
9. Tézispontok.....	90
10. Összefoglalás.....	91
11. Köszönetnyilvánítás.....	93
12. Irodalomjegyzék.....	95
13. Függelék.....	107
Az értekezés témakörében megjelent tudományos közlemények.....	122

1. Kivonat

A Szerző a kutatásaiban arra kereste választ, hogy a hibridkukorica vetőmag megőrzi-e minőségi tulajdonságait, ha a hagyományos, csöves betakarítástól eltérően, szemesen takarítják be. Szántóföldi kísérleteit a Pioneer Hi-Bred ZRt. bejelentett szaporító tábláin, SC (Single Cross) előállításokon végezte 2009-2011 között, összesen 600 hektáron, 22 táblán, 16 hibrid bevonásával. A táblák fele csövesen, fele szemesen lett betakarítva, 12,5-20% közötti szemnedvesség tartalommal, táblánként azonos időpontban. A betakarítás után mintavételezéssel, számítással következtetett az eltérő betakarítási módok szántóföldi szemvesztésére. A vetőmagüzemben mindkét kezelés vetőmagvaiból mintát vett, aljazta-fölözte (6,5-10,5mm), kalibrálta (LF, LR, MF, MR), és vizsgálta csírázóképessegre, életerőre a betakarítás után közvetlenül, majd egy év tárolás után. A genetikai tisztaságot gélelektroforézissel, és fajtakitermesztéssel ellenőrizte.

A Szerző a szemes betakarításnál nagyobb szántóföldi veszteséget mért, de összességében egységnyi területről mégis több vetőmagot nyert, mert a feldolgozás során a csöves betakarításnál jelentkező szempergés nagyobb volumenű volt. Megállapította, hogy a morzsolt betakarítás egyes esetekben szignifikánsan gyengébb csírázóképesseget, életerőt eredményezett. Hangsúlyozta, hogy a statisztikailag igazolható különbségek ellenére mindkét kezelés csírázóképessege, életeréje elérheti és meg is haladhatja az előírt minimumot. Rámutatott, hogy a különbségeket nagyobb mértékben az abnormális csíranövények adták, tehát a kombájnos betakarítás esetében a szemek jobban sérülnek. Statisztikai módszerekkel igazolta, hogy a különbségekre nagyobb hatással van maga a hibrid, mintsem a kezelés. Megállapította, hogy a tárolás során a szemes csoport csírázóképessege csökken kisebb mértékben, és a csökkenés mértékét első sorban nem a kezelés, hanem maga a hibrid befolyásolta nagyobb mértékben. A gyorseszt gélelektroforézis vizsgálatok nem-, a fajtakitermesztés visszaigazolta a csöves betakarítás fölényét fajtaazonosság tekintetében. Kiemelte, hogy a szemes betakarítással is elérhető megfelelő genetikai tisztaság, melynek záloga a megfelelő címezés és az idegen tövek eltávolítása. Rámutatott az alternatív betakarítási mód energiatakarékossági és környezetvédelmi vonatkozásaira. A Szerző a hibridkukorica vetőmag szemes betakarítását ellenőrzött körülmények között valós betakarítási lehetőségnek tartja.

Abstract

Feasibility of shelled harvesting in the production of hybrid maize (*Zea mays* L.) seed

The research was aimed at determining whether hybrid maize seed retained its quality traits in the case of shelled harvesting. The field experiments, which involved 16 hybrids from the Pioneer Hi-Bred ZRt., were carried out between 2009 and 2011 on a total of 22 fields covering 600 hectares. After harvesting, a comparison was made of the field grain losses in each harvesting method, and of the germination ability, vigour, genetic purity and storability of the kernels.

Shelled harvesting resulted in higher field losses, but processing losses were greater after ear harvesting. In some cases significantly poorer germination ability and vigour were observed after shelled harvesting; nevertheless, the values recorded exceeded those required by the standard in both treatments. The differences were found to be due to the number of abnormal seedlings, and the hybrid proved to have a greater effect than the treatment. In terms of genetic purity, the superiority of ear harvesting was clear in the case of field trials, but this was not confirmed unequivocally by gel electrophoresis analysis. Nevertheless, shelled harvesting was also found to result in satisfactory genetic purity. Shelled harvesting has advantages in terms of energy saving and environment protection. The results suggested that, under strictly controlled conditions, shelled harvesting could be a feasible alternative in hybrid maize seed production.

Auszug

Möglichkeit der Körnerernte bei Hybridmais-Saatgut (*Zea mays* L.)

Der Autor untersuchte, ob das Hybridmais-Saatgut seine qualitativen Eigenschaften behält, wenn es als Körner geerntet wird. Die Feldversuche führte er zwischen 2009-2011 bei der Firma Pioneer Hi-Bred ZRt. auf insgesamt 600 Hektar, auf 22 Feldern mit 16 Hybriden durch. Nach der Ernte untersuchte und verglich er den Körnerverlust, die Keimfähigkeit, die Lebenskraft, die genetische Reinheit und die Lagerfähigkeit bei den unterschiedlichen Erntemethoden.

Bei der Körnerernte zeigte sich ein größerer Feldverlust, jedoch lag der Verarbeitungsverlust der Kolbenernte noch darüber. Er stellte fest, dass beim Maiskolbenschrot-Verfahren in einigen Fällen die Keimfähigkeit und Lebenskraft signifikant schwächer war, aber trotzdem kann das Ergebnis beider Methoden noch über dem vorgeschriebenen Minimum liegen. Er stellte fest, dass die Unterschiede durch abnormale Keimpflanzen verursacht wurden und bewies, dass bezüglich der Unterschiede die Wirkung der Hybride größer war als die der Behandlungen. Die Gelelektrophorese-Untersuchungen sind nicht eindeutig, die Nachkontrolle bestätigte die Überlegenheit der Kolbenernte bezüglich der Sortenechtheit. Er hob hervor, dass auch bei der Körnerernte entsprechende Sortenecht erreicht werden kann. Er verwies auf den Energie einsparenden und Umweltschutz-Aspekt der alternativen Erntemethode. Der Verfasser hält die Körnerernte von Hybridmais unter kontrollierten Verhältnissen für eine reale Erntemöglichkeit.

2. Bevezetés

Hazánk egyik legfontosabb szántóföldi növénye a kukorica. A kukoricatermesztésen belül a hibridkukorica nemesítésének, illetve vetőmag előállításának jelentős szerepe, hagyománya van. A magyar vetőmag minősége világszerte ismert és elismert, melyben a kedvező földrajzi adottságokon kívül a magas fokú szakértelem is szerepet játszik. Magyarország korán felismerte a biológiai alapok fontosságát, a vetőmag-nemesítésében, termesztésében és minősítésében is úttörő szerepet vállalt.

OECD rendszerű fémezérlésben (kukorica esetében) Magyarország gyakran világszerte, de az utóbbi 10 évben minden évben az első három között szerepelt (*OECD kiadványok 2006, 2009*).

A világ kukorica termésátlag rangsorában Magyarország a 13., Európában Franciaország és Olaszország után a 3. A kukorica hazánkban évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett kultúra, vetésterülete stabil, az elmúlt évek átlagában 1,1–1,2 millió ha, azonban az országos termésátlag nagymértékben ingadozik (*Nagy, 2010*).

A 2008. évi vetőmag-termelési szezonban több fajtatulajdonos-vetőmagelőállító kereste meg a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal jogelődjét a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központot (továbbiakban Hivatal) rendeletmódosítási javaslattal. A kérések a kukorica vetőmag-előállítások szemes formában történő betakarítására, feldolgozására és vetőmagként való előterjesztésre vonatkoztak, melyet a vonatkozó jogszabály, a 48/2004. (IV.21.) FVM rendelet - *A szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról* (továbbiakban: Rendelet) nem tesz lehetővé. Kérelmüket azzal indokolták, hogy különösen a száraz évszakokban nem tudják a hibridkukorica vetőmagot optimális időben betakarítani.

Az egyre gyakrabban előforduló meleg és csapadékszegény évszakokban a hibridkukorica vetőmag-előállítások gyorsan száradnak, a vetőmag gyors ütemben adja le a szemekben lévő vizet, és az előállítók a nagy területekre való tekintettel nem tudják azt optimális (30-38%) nedvességtartalommal betakarítani. Az alacsony szemnedvesség tartalommal, a csövesen betakarított kukorica vetőmagnál, a betakarítás és főleg a feldolgozás során jelentős, a Pioneer Hi-Bred ZRt. mérlegelési adatai szerint 5-25%-os

pergési veszteséggel kell számolni. Bár a termelő megtermelte a vetőmagot, a termeltető a pergett szemmel nem számol el, mert a pergett szemből nem lesz vetőmag.

Franciaországi és tengerentúli tapasztalatokra hivatkozva kívánták a kérelmezők elérni, hogy a Hivatal fontolja meg a jogszabályokban foglalt előírásoktól való eltérés egyedi engedélyezését. Az illetékes szakhatóság vállalta, hogy üzemi szintű, célirányos kísérleteket folytat le a hibridkukorica vetőmag szemesen történő betakarítására, valamint szántóföldi- és vetőmagüzemi minősítési követelményrendszert dolgoz ki.

A kukorica vetőmag-előállítások szántóföldi kivitelezése és a feldolgozás rendszere az elmúlt évtizedekben szinte változatlan, optimista elégedettséggel azt is mondhatnánk: kiforrott. A gépek, berendezések és a táblától a zsákig tartó teljes vetőmag-termelési folyamat a kukorica, csöves formában történő betakarításához igazodik, fejlesztések, beruházások csak ennek irányában történtek. A szántóföldi ellenőrzés és minősítés vizsgálati paraméterei is a jelenleg használatos technológiai folyamathoz igazodva biztosítják a fajtaazonosság és fajtatisztaság általános minőségi céljait.

3. Célkitűzés

A legfőbb célkitűzésünk a szemes betakarítás esetében is a kifogástalan minőségű hibridkukorica vetőmag előállítás, és a kapott eredmények gyakorlatba való átültethetősége, bevezethetősége, bevezetése. Kutatásaink elsősorban arra irányultak, hogy a szemes betakarítás hatása miként befolyásolja a hibridkukorica vetőmag minőségi tulajdonságait. Az anyagi lehetőségeket, a humán erőforrást és a kísérletek végrehajtásának munkaigényét figyelembe véve vizsgálataink csak a főbb minőségi tulajdonságokra terjedtek/terjedhettek ki. Ezek között szerepelt a csírázóképeség-, fajtaazonosság- (izoelektromos fókuszálás, kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat), az életerő- (Complex Stressing Vigour Test) vizsgálata, és e tulajdonságok a hagyományos, csöves betakarítási móddal való összehasonlítása. A labor teszteken kívül megvizsgáltuk a szántóföldi szemvesztést mindkét betakarítási módnál.

A kísérletek tervezésekor a következő kérdésekre kerestük a választ: hogyan és milyen irányban, mértékben befolyásolja a szemes betakarítás -

1. a szántóföldi szemvesztést, ennek következtében a terméseredményeket,
2. a csírázóképeséget,
3. az életerőt,
4. a tárolhatóságot,
5. a genetikai tisztaságot,
6. a kapott eredmények átültethető-e a gyakorlatba,
7. hogyan oldható meg jelentős (hatósági) többletmunka ráfordítása nélkül az alternatív betakarítás elszámoltatása/ellenőrzése és a minőségbiztosítás.

Figyelembe kell venni, hogy a minőségi elvárásokat jogszabályok rögzítik. Már itt felhívjuk a figyelmet arra, hogy adott esetben a két kezelés között statisztikailag igazolható különbségek mellett is lehet mindkét betakarítási mód vizsgálati eredménye szabványos.

4. Irodalmi áttekintés

4.1. A kukorica rendszertana, származása

Rendszertanilag a kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék családjába tartozik, a *Zea* nemzetség egyetlen faja, vad őst nem ismerjük (Soó, 1953). A szakértők többsége a kukorica őseinek a gammafüvet (*Tripsacum dactyloides* L.) és a teosintet (*Euchlaena mexicana* Schrad.) tekinti. A kukorica egylaki, váltivarú növény. Egyes feltételezések szerint korábban a termő és a porzó – hasonlóan a pázsitfűfélékhez – egy helyen voltak.

A kukorica eredetével több tanulmány is foglalkozik, és kétséget kizáróan igazolódni látszik, hogy az amerikai kontinensről származik. Menyhért (1985) több szerzőt is kiemel, akik korábban a kukorica eredetével foglalkoztak. Említi Weatherwaxot és Bonafoust, utóbbi kutató a kukorica újvilági származását feltételezte, de a mai szerzők kivétel nélkül elismerik az amerikai eredetét. Galinat feltételezéseivel ért egyet, miszerint a kukorica őshazája feltehetően a közép-amerikai rész, valószínűleg itt is domesztikálták, és innen terjedt el Dél-, illetve Észak-Amerika felé. Mexico-City alatt 80.000 éves kukoricapollent azonosítottak, a legrégebbi kukoricaleletet (kukoricacső maradvány) 7.000 évesre becsülik, melyet szintén Mexikóban találtak. Míg az európai országokban a kukorica, mint élelmiszer kisebb szerepet töltött és tölt be, addig az amerikai kontinens középső és déli államaiban (és a Világ több országában) az élelmezési vertikum egyik alapköve (Jolánkai és mtsai, 2013). A szerzők kiemelik, hogy ugyanott a kukorica szent növény, melynek kultikus szerepe van és mitológia kapcsolódik hozzá. A kukorica megtalálható az azték, a maya és az inka korok szobrain, domborművein, sírjaikban (Menyhért, 1985). Kukoricát először Kolombusz hozott Európába (Lazányi, 1955), amely az Óvilágban is hamar elterjedt. A Kárpát-medencébe a XVI. században, egyrészt török közvetítéssel került (törökbúza), másrészt Itália felől érkezett (Marton, 2008).

4.2. A kukorica morfológiája

4.2.1. Gyökérzet

Kukorica esetében megkülönböztetünk elsődleges (főgyökér, alapgyökér) és másodlagos, vagy más néven járulékos gyökérzetet. A főgyökér a talaj mélyebb rétegeibe (akár két méterre) hatol, a másodlagos gyökerek gazdagon elágazó bojtos gyökérzetet képeznek. A talajfelszínhez közeli hajsztálerek a legkevesebb csapadékot, de

még a harmatot is hasznosítani tudják. A tenyésztő folyamán a talaj feletti nóduszokból újabb járulékos gyökereket fejleszt, ami a megakadályozza a kukorica megdőlését (Bocz, 1992).

4.2.2. A hajtás

A kukorica levelei a pázsitfűvekre jellemzően, a száron átellenesen, váltakozóan helyezkednek el. Részei a levélhüvely, levéllemez, nyelvecske. A levélhüvely átöleli a levelet, ezzel is fokozza a szárszilárdságot. A levél a kukorica legfontosabb asszimilációs felülete. Minden növény esetében a levélfelület nagysága szoros összefüggésben van a szemtermés mennyiségével.

Rebetzke és mtsai (2004) különböző genetikai háttérrel rendelkező kalászosok levélfelületét vizsgálták. Szoros összefüggést tapasztaltak a fejlődés korai szakaszában mért levélfelület nagysága, az életerő, a gyomelnyomó képesség és a termés között.

A kukorica C4-es növény, mert a CO₂ először négy szénatomos savakban kötődik meg (*Pethő, 1984*). A C4-es növények fotoszintézise, így a szárazanyag beépítése hatékonyabb a C3-as növényeknél. A felső levelek az asszimiláták képzésében 40%-ban, a középső levelek 35%-ban, az alsók 25%-ban részesednek. Vetőmag-előállításnál nagyon fontos, hogy az anyavonalak a címerezés alkalmával minél kevesebb levélvesztést szenvedjenek el. Hasonlóan káros lehet, ha természeti kár, például jégeső következtében csökken a levélfelület. *Berzy és Fehér* (1995) kutatásaikban jégkárt szimuláltak úgy, hogy a kukorica növényen a levélfelületet szisztematikusan csökkentették. A kukorica jó kompenzáló képességének köszönhetően a levélfelület 25%-os csökkenése nem jelentett komoly terméskiesést. 50%-os levélkárosodásnál 15%-os, 70%-os csökkenés 30%-os terméskiesést okozott a kísérleteikben.

A pázsitfűfélékhez hasonlóan a kukorica is bokrosodhat. Iniciálódáskor valamennyi oldalrügy egyforma, azonban a legalsók közül néhány nem csövé, hanem hajtássá differenciálódik. *Menyhért* (1985) megjegyzi, hogy egyes kutatók vizsgálták, hogy a fattyúhajtások hatással vannak-e a termésképződésre, de nem találtak szignifikáns különbséget. Azokon a termőterületeken, ahol ez a tulajdonság nemkívánatos, a szelekciós nyomásra a tulajdonságot igyekeznek visszaszorítani. Napjainkban a hektáronkénti magas tőszám miatt kevésbé fejlődnek fattyúfajtások a kukoricán. Egyes területeken, például Dél-Afrikában, a bokrosodás fontos tulajdonság lehet, egy-egy tö több szarát (fő és mellékszár) is nevel, száranként több kukoricacsövet fejlesztve (1.

kép). Itt alacsonyabb, 20-40 ezres tőszám mellett is hasonló terméspotenciált érnek el (Barla-Szabó, 2013).



1. kép. Egy kukoricán 8 cső (fotó: Dr. Barla-Szabó Gábor, 2014)

4.2.3. A virágzat

A kukorica váltivarú növény. A hímvirágok (címer) bugavirágzatban, a nővirágok a levelek hónaljában, torzsavirágzatban helyezkednek el. A kukorica hímvirágzata 2 - 4 (12) nappal megelőzi a nővirágzatot (proterandria). A bibe (bajusz) megjelenésekor a címerből már nagy mennyiségű virágpor hullik (Bocz, 1992). Barnabás és Lángné (2004) kísérleteiben a bibeszálak megjelenésétől számított 3-4. napon végzett megporzások eredményezték a legjobb termékenyülést, melynek mértéke a bibeszálak megnyúlásával és öregedésével arányosan csökkent. A 14. nap után csak nagyon minimális szemkötést sikerült elérniük.

Freier és mtsai (1984) szerint a hím és nővirágzás közötti nagy időkülönbség következtében az embrióabortálódás is nagyobb mértékű.

Ken (1985) a napszakonkénti termékenyülést vizsgálva úgy találta, hogy a legjobb termékenyülési eredményeket a reggel 9 óra és a délután 17 óra között végzett beporzások adták.

A címer fontos szerepet játszik a kukoricatermesztésben, és a hibridkukorica- vetőmag előállításban. Beltenyésztéses vonalak esetében az (fertilis) anyanövényekről a hímvirágzatot el kell távolítani, a beporzást az apasorok végzik. Mivel kevesebb a

pollenszolgáltató növény, az apasoroknak bőséges mennyiségben kívánatos pollent hullatni.

Barnabás és Kovács (1994) a pollen tárolhatóságát vizsgálták, igazolták, hogy a kukoricapollen folyékony nitrogénben akár 10 évig is eltartható.

Gyakran találkozunk olyan biotikus, és abiotikus stressztényezőkkel, amik a korlátozott számban jelen lévő porzós növények címerét károsítják. *Berzy és mtsai* (1994, 1997, 1998) több ízben kutatták a címersérülések hatását a vetőmag-előállító táblákon, különböző stresszhelyzeteket szimulálva. Megállapították, hogy a legnagyobb termés kiesést a - teljes címerletávolításon kívül – a címerfőág eltávolítása okozta, a mellékágak eltávolítása kisebb kiesést eredményezett. A hiányos termékenyülés következtében nőtt az ezermagtömeg, a gömbölyű frakciók magas arányával csökkent a vetőmag biológiai értéke. Egy másik kísérletükben a virágzás időszakában jelentkező, szárazsággal együtt járó hőstresszt szimuláltak fitotronban. Megállapították, hogy a szárazság nagyobb mértékű károsító, mint önmagában a magas hőmérséklet. Mindkét stresszfaktor hatására a virágzásig eltelt- és a virágzási idő is lerövidült, a pollenszolgáltató képesség is csökkent.

4.2.4. A termés

A kukoricának szemtermése van. *Menyhért* (1985) leírja, hogy a potenciális termés a megporzással alapozódik meg, és befolyásolja a fejlődésnek induló magkezdemények felszívó kapacitása és a fotoszintézis. Ezen kívül természetesen a környezetnek is fontos befolyásoló szerepe van. Legelőször a cső alján lévő szemek termékenyülnek és indulnak fejlődésnek, aztán a cső középső magvai, végül a legfelső szemek. Kedvezőtlen körülmények között a felső szemek visszaszívódnak, abortálódnak.

Chen és mtsai (2013) tanulmányukban megállapították, hogy a termés mennyiségét leginkább a cső alsó harmadán lévő szemek befolyásolják, ugyanis ott mérték a legnagyobb nedves és száraztömeget is. Utána következik a cső középső, majd felső harmada.

Marton és mtsai (2012) kifejtik, hogy a kukorica 250-350 liter vizet használ fel 1 kg szemtermés előállításához, termés potenciálja üzemi, többhektáros viszonylatban is meghaladja a 20t/ha termésátlagot. Idézik Tollenaar, aki szerint a maximális hozam 25t/ha száraztermés.

4.3. Csírázást és a csírázóképeséget befolyásoló tényezők

A mag a növények generatív szaporítóanyaga, a növényi élet kiindulási alapja és végterméke is egyben. *Neszmélyi* (2004) hangsúlyozza, hogy a vetőmag kiindulópontja és döntő mértékben meghatározója a növénytermesztés sikerének.

A vetőmagnak, mint genetikai alapnak, a vetőmag-vizsgálatnak és minősítésnek egyik legfontosabb értékmérője a csírázóképeség. Nem véletlenül találunk oly sok tanulmányt, ami a csírázással, csírázóképeség- és életerő vizsgálattal, cold-teszttel, öregedési vizsgálattal, valamint a csírázóképeséget-, és a csírázóképeség megőrzését befolyásoló tényezőkkel foglalkozik.

A csírázóképeség vizsgálat célja, hogy ellenőrzött, szabályozott, a faj igényeinek optimálisan megfelelő laboratóriumi körülmények között egységes módszerekkel úgy megállapítani a csírázóképeséget, hogy az bármikor megismételhető legyen (*Ertseyne, 2004a*)

Nagy (2012) a csírázás feltételeiről és folyamatairól a következőket írja: a csírázáshoz kellő nedvesség, megfelelő hőmérséklet és oxigén szükséges. A kukorica a legtöbb vizet a szem alapi részén veszi fel, s ha a nedvességfelvétel eléri a szem tömegének a 30%-át, megindul a csírázás.

A szemek a csírázáshoz viszonylag kevés vizet (talajnedvességet) igényelnek, de a vízellátásnak folyamatosnak kell lennie. A felesleges vízmennyiség lassítja a csírázást és csökkenti a csírázóképeséget (*Gáspár, 1980a*).

Mei és Song (2008) tanulmányukban kifejtik, hogy egy rövid ideig tartó áztatás elősegíti és gyorsítja a csírázást.

A vetőmag minőségének egységes értelmezéséhez olyan vetőmag-vizsgálati módszerek kidolgozására volt szükség, melynek eredményét egyformán értik a gazdálkodók és kereskedők. Az egységes minősítés csak egységes vizsgálati módszeren alapulhat (*Ertseyne, 2004b*), melyeket az ISTA (International Rules for Seed Testing) Vetőmagvizsgálati Szabályzata tartalmazza.

Bryum és Copeland (1995) is hangsúlyozza, hogy a teszt legyen egyszerű, könnyen értelmezhető, gyors, objektív és reprodukálható.

A kukorica szempontjából van optimális, optimálistól eltérő és szélsőséges csírázási hőmérséklet. *Andrejenko és Kuperman* (1961) vizsgálatai szerint a szemek már 6°C-on csírázni kezdenek, de a csírázás folyamata lassú, vontatott.

Deleens és mtsai (1984) szénizotópos vizsgálatokat végeztek, mellyel kimutatták, hogy (optimális csíráztatási körülmények között) a kukorica csíranövény az első hét napban saját tartalékaiból fejlődik, a 10. naptól a hajtásban, a 14. naptól pedig a gyökérben is megtalálható a légköri szén.

Gyakori megfigyelés, hogy két, azonos csírázóképeséssel rendelkező vetőmagtétel a szántóföldön eltérően csírázik, kel. A vetőmag-minősítés során adott esetben nem csak a csírázóképeségi mutatót, hanem az életerőt (vigort) is vizsgálni szükséges (*Sun és mtsai, 2007*).

Életerőt többféleképpen lehet vizsgálni és eredményei segítségével a vetőmag biológiai értékére következtetünk. *Nijenstein és Kruse* (2000) szerint a többféle életerő vizsgálat többféle eredményhez vezethet, és következtetéseiben javasolják az életerő vizsgálatok egységesítését.

Barla-Szabó és mtsai (1989) Complex Stresszeléses Vigor Tesztet dolgoztak ki, melyben a vetőmagot nemcsak hidegstressznek, hanem oxigénhiányos környezetnek is kiteszik. Vizsgálatuk eredményeként megkülönböztetnek nagy-, kisvigorú-, abnormális csíranövényeket, élettelen magvakat és megméri a csíranövények nedves hajtás-, illetve gyökértömegét.

Egli és Rucker (2012) több hibridet állított (szántóföldi és tenyészedényes fitotron) kísérletbe, amelyeknek hasonló volt a csírázóképesége, de eltérő az életerege. Magasabb (25°C) lég- és talajhőmérséklet mellett homogénebb kelést és korai fejlődést figyeltek meg, alacsonyabb (10°C) hőmérsékleten nagyobb különbségeket mértek a kelés időtartamában, a kísérleti növényállomány heterogénebb volt.

Adetimirin (2008) különböző, véletlenszerűen kiválasztott apa és anyavonalakat keresztezett és vetőmagvait kísérletbe állította korai magvigor és korai szántóföldi vigor vizsgálatra. Azt tapasztalta, hogy a genetikai háttérnek nagyobb szerepe van a korai vigorban, mint a környezetnek.

Hope és Maamari (1994) 14 hibridet vizsgáltak tenyészedényes kísérletben, fitotronban, 11, illetve 25°C-on. A csírázóképeségben nem találtak jelentős eltérést, viszont a növények fejlődésében szignifikáns különbséget tapasztaltak.

Számos kutatás irányult arra, hogy a vetőmag-betakarítás, feldolgozás, szárítás, tárolás, hogyan befolyásolja a csírázóképeséget és az életerőt.

Burris (1984) egyik tanulmányában kifejti, hogy gyakran a kukorica vetőmagot az optimálisnál magasabb nedvességtartalommal kell betakarítani. A hirtelen vízleadás következtében a szemek sérülhetnek, vele együtt csökken a csírázóképeség és az

életerő is. A feldolgozás során, a magminőség védelmében alacsonyabb szárítási hőmérsékletet, és inkább erősebb légáramlást ajánl, melynek gazdasági vonatkozásait is előnyösnek tartja.

Cordova-Tellez és Burris (2002) egy másik munkában különböző szemnedvességgel betakarított kukorica vetőmagok csírázókéességét és magvigorát vizsgálta. Beszámoltak arról, hogy minél kíméletesebb volt a szárítás, annál jobb csírázókéesség- és vigor eredményeket kaptak. Magas hőmérsékleten szárítva, a gyors szemnedvesség veszteség miatt a csírázókéesség és a magvigor is szignifikánsan gyengébb eredményeket mutatott.

Thuy és mtsai (1999) 28% szemnedvességgel betakarított kukorica vetőmagot szárítottak 13% nedvességtartalomig, különböző szárítási anomáliákat szimulálva. Megfigyelték, hogy a szárítás során a mag belsejében fellépő feszültségek következtében a szemek hosszanti irányban hajszálrepedések keletkeznek. Ha 10 percen keresztül 60°C-os levegővel szárították, de utána visszahűtötték a vetőmagot 30, illetve 21°C-ra, a csírázókéesség és az életerő 95%-os eredményt mutatott, tehát káros hatást nem tapasztaltak. Ha 60°C-on 15 percig tartott a szárítás, de visszahűtötték a magot, a csírázókéesség 90%-ra, az életerő 68%-ra esett vissza. 15 percig tartó 60°C-os szárítás visszahűtés nélkül 20%-os csírázókéesség csökkenést eredményezett.

Wilson és mtsai (1994) a betakarításra és feldolgozásra érzékenyen reagáló Shrunken-2 csemegekukorica vetőmagon végeztek kutatásokat. Több alkalommal vettek mintát (a feketeteréteg kialakulása után, a betakarítás előtt, a fosztás előtt, a fosztás után, a morzsolás előtt és a morzsolás után) és vizsgálták a vetőmag életerejét. Megállapították, hogy a betakarítás, fosztás, szárítás nem, kizárólag a morzsolás befolyásolta negatívan a magvigort.

Borba és mtsai (1998) 16 és 21%-os szemnedvességgel takarítottak be és állítottak szárítási és csíráztatási kísérletekbe kukorica vetőmagot. A szárítás 0-156 órán át tartott, majd vizsgálták a vetőmag csírázókéességét, életerejét. A magasabb szemnedvességgel betakarított vetőmag 84 óra szárítási időtartamig nem (csíra, vigor >85%), 84 óra feletti szárítási időtől fokozatosan, egyre nagyobb csírázókéesség és életerő csökkenést mutatott. Az alacsony nedvességtartalommal betakarított vetőmagnál 0 és 156 óras szárítási idő között sem tapasztaltak jelentős különbséget a két vizsgált tulajdonság tekintetében.

Govender és mtsai (2008) Mozambik déli részén vizsgálták a kukorica vetőmag csírázókéességét, életerejét, ahol a farmerek gyakran a szabad földön tárolják a

betakarított vetőmagot, kitéve az időjárás viszonyosságainak, és a kártevőknek. A szerzők fel kívánták hívni a gazdák figyelmét arra, hogy a betakarítás időpontjának optimális megválasztásával (14% alatti szemnedvesség), helyes tárolással (legalább juta zsákokban), és csávázással jobban megőrizhető a vetőmag csírázóképesége, életereje. A szabadföldi tárolás esetén a tárolás során különböző rovarkártételek jelentkezhetnek, 14% szemnedvesség felett pedig penészgomba támadja meg a vetőmagot.

George és mtsai (2003) eltérő időben vetett, de azonos időpontban három módon betakarított, azonos genetikai háttérrel rendelkező hibridkukorica vetőmag mintákon végeztek vizsgálatokat. Az első csoportot kézzel törték és kézzel dolgozták fel, a másodikat kézzel törték, géppel dolgozták fel, a harmadik csoportnál a betakarítás és a feldolgozás is géppel történt. Az utolsó vetés éretlenül került betakarításra. A betakarítás és feldolgozás után a tételleket frakcionálták (kicsi, közepes és nagy), majd 8 hónapig 12-14 °C-on, ezt követően 14 hónapig 30 °C-on tárolták, közben kéthavonta csíráztatták. Megfigyelték, hogy a legjobb eredményeket az első vetések közül lévők adták, a legrosszabbat az utolsó vetés. Vizsgálataik során a nagyobb szemeknek volt a legjobb tárolhatóságuk, a kicsiknek a legrosszabb, viszont a nagyobb szemeken nagyobb arányban figyeltek meg mechanikai sérülést. Beszámoltak arról, hogy a mechanikai sérüléseket nem a gépi betakarítás, hanem a gépi feldolgozás okozta.

Előfordul, hogy a kukorica vetőmag a szántóföldön nem tudja az elvárt ütemben leadni a szemnedvességet. Oka lehet a hosszú tenyészidő, vagy egy hűvös, csapadékos őszi időjárás, esetleg egy kései vetés.

Nagy gondot okoz, ha a magas szemnedvességű kukoricát a betakarítás és szárítás előtt alacsony hőmérséklet (fagy) éri.

Woltz és mtsai (2005) különböző nedvességtartalmú kukorica vetőmagoknak vizsgálták a fagyáspontját. 50%-os szemnedvesség mellett a csíra és az endospermium is megfagyott -11°C-on. 40%-os szemnedvesség mellett az embrió -4,5°C-on, a táplálószövet -9,2°C-on fagyott meg. A fiziológiai érettséget el nem érő vetőmag -1, -2°C-on is megfagyott, ami tipikus hőmérséklet az első őszi fagyoknál.

Woltz és mtsai (2006) egy másik tanulmányukban fagyhatást (-6 és -11°C, 4-6 óra időtartam) szimuláltak eltérő nedvességtartalommal betakarított kukorica vetőmagon (csövesen és lemorzolt állapotban), aztán megvizsgálták a csírázóképeségüket és életerejüket. A 40%-ot elérő szemnedvességű kukorica súlyos fagykárosodást szenvedett. A 30% alatti nedvességtartalmú tétellek esetében a fagy kevésbé okozott károsodást. A csírázóképeség és vigor eredményeket nem befolyásolta, hogy a szemek

a csövön voltak, vagy le voltak morzsolva. Eredményeik szerint fagyveszély esetén a kukorica vetőmagot a magas szemnedvesség ellenére is ajánlott betakarítani.

DeVries és mtsai (2007) is a fagyhatás károsító hatását vizsgálták a csírázóképesre és életerőre 1,5 – 3 – 6 hónapos tárolás után. Két genotípuson, három különböző szemnedvességgel végezték kutatásaikat. Megállapították, hogy a fiziológiailag érett szemekre kevésbé volt káros az alacsony hőmérséklet, mint a 35% szemnedvesség-tartalmat meghaladó éretlen vetőmagra.

Sveinsdóttir és mtsai (2009) megfigyelték, a mechanikai sérült vetőmagoknak - különösen magas hőmérséklet és légnedvesség tartalom hatására - életereje korábban csökken. Hosszú tárolás után a vetőmag vontatottabban veszi fel a vizet, késleltetett csírázás és a csíranövényt lassú gyökernövekedés jellemzi. Ezt a kutatók a csíranövény gyökeréből kimutatott plazmamembrán H –ATP-áz csökkenésével magyarázták.

Berzy és mtsai (2012) különböző genotípusú kukorica vetőmagokat hosszú (4-8 év) ideig tároltak és vizsgálták az életerejüket, szántóföldi teljesítményüket. Megállapították, hogy genotípusok jobban, míg mások kevésbé tolerálták a hosszabb tárolási időt.

A tárolhatósági vizsgálatok egyik módszere, hogy zárt térben mérik a mag oxigén fogyasztását és széndioxid termelését. *Marks és Strohine* (1995) szerzőpáros, valamint *Weinberg és mtsai* (2008) is a vetőmag széndioxid termelését elemezte. Megállapították, hogy a magasabb oxigénfogyasztás rövidebb tárolhatóságot eredményez. Beszámoltak arról, hogy a magasabb nedvességtartalommal betakarított vetőmagnak nagyobb volt a szén-dioxid termelése.

Thang és mtsai (2000) különböző tárolási környezeteket modelleztek, és a kapott eredményekből egy komplex tárolási indexet dolgoztak ki. A cél, hogy egy adott tárolási környezetben (hőmérséklet, páratartalom, szemnedvesség, kezdeti csírázóképesesség) prognosztizálni lehessen a várható tárolhatósági időt.

Gupta és mtsai (2005) tárolási kísérleteiben a betakarított csemegekukorica vetőmagokat két csoportba osztották szemnedvesség alapján, majd ezeket további csoportokra bontották szárítási hőmérséklet (30; 40; 50°C) és szárítási légsebesség (1,25; 2,75; 4,3m/s) alapján. 12 havi tárolás során a mintákat kéthavonta csíráztatták. Az alacsony szemnedvességű csoportnál az alacsony és magas hőmérsékleten való szárítás sem okozott csírázóképesesség csökkenést. A magas szárítási hőmérséklet csírázóképesesség csökkenést eredményezett a tárolás folyamán, főleg azoknál a csoportoknál, ahol a betakarítási szemnedvesség magas, a szárítási légsebesség alacsony

volt. Ajánlják, hogy a magas szemnedvességgel betakarított vetőmagot magasabb légsebesség mellett szárítsák.

Krzyzanowski és mtsai (2003) szintén a légáramlás fontosságát és a kíméletes szárítást hangsúlyozzák. Kiemelik, ha a szárítás kezdetén a légsebességnek van a legnagyobb szerepe, a magasabb hőmérsékletű levegőt elég később beáramoltatni, és ezzel energiát is meg lehet takarítani.

Több kutató foglalkozott gyorsított magöregítéssel is, amiből szintén a vetőmag biológiai értékére következtek. A gyorsított öregítést eredetileg a mag kereskedelmi tárolhatóságának vizsgálatára (*Delouche és Baskin, 1973*) használták. A magokat rövid ideig (48-144 óra) magas hőmérsékletnek (38-45°C) és magas relatív páratartalomnak tették ki, amelyek a mag csírázóképeségének gyors leromlását okozták. A nagy vigorú magvak a stresszhatások ellenére kisebb leromlást mutatnak a kis vigorú magoknál (*TeKrony, 1993*).

Matthews és mtsai (2010) összefüggéseket kerestek a csírázóképeség, a cold-teszt és a magöregítési vizsgálatok eredményei között. A csírázóképeség és a cold-teszt eredményei fedték egymást, a korreláció szoros volt, a magöregedés vizsgálat eredményei nem követték jól az előbbi két értékmérő tulajdonságot.

Bruggink és mtsai (1991) különböző hőmérsékleteken a cold-teszt és a vigor vizsgálat eredményeit hasonlították össze. Megállapították, hogy 8,8°C alatti hőmérsékleten elvégzett cold-teszt vizsgálatból jól lehet következtetni a magvigorra. Ugyanez 8,8-15°C közötti tartományban nem volt egyértelmű, 15°C-on nem volt különbség a cold-teszt és a vigorvizsgálatok eredményei között.

Ilbi és mtsai (2009) 18°C-os hőmérsékletnél tapasztalták, hogy a csírázóképeség és a szántóföldi kelési eredmények fedik egymást.

Arachchi és mtsai (1999) szintén a magok öregedését vizsgálták laboratóriumi és szántóföldi kíséretekben. Kiemelték, hogy a talajban a meleg és kellő nedvesség hatására meginduló magvak a hirtelen fellépő nedvességhiányra érzékenyen reagálnak. Laborvizsgálatokkal igazolták, hogy a magok fejlődését elsősorban nem a magas hőmérséklet, hanem a nedvességhiány gátolja.

Berzy és mtsai (2008) különböző hibrid-előállítások vetőmagvainak életerejét, és azok terméspotenciálját vizsgálták. Megállapították, hogy a gyengébb vigor - a gyengébb kelés és fejlődés következtében – kihat a várható terméseredményekre is. A

két paraméter között közepes ($r^2 = 0,498$) korrelációt tapasztaltak, tehát a termés mennyiségét jelentős mértékben befolyásolja még a környezet is.

Kutatók (*Thielebein 1958, Pásztor 1962, Germ 1966, Fiala 1973, Eisele 1981, Shieh and McDonald 1982*) megfigyelték, hogy a kukorica vetőmag különböző magmérete és formája eltérő csírázóképeséget és életerőt mutathatnak.

Van de Venter (1988) és *Peterson és mtsai (1995)* ezt a mechanikai sérülések lehetőségével hozták kapcsolatba, úgymint morzsolás és ütődés/ütközés. Méréseik szerint a morzsolásnak van nagyobb szerepe a mechanikai sérülések kialakulásában és főleg a gömbölyű szemeknél. Vizsgálataik szerint a cső csúcsi és alapi részén lévő gömbölyű szemek csírázóképesége gyengébb volt a cső középső részén elhelyezkedő lapos szemeknél. Az utóbbinál a csíranövények szárazsúlya is nagyobb volt.

Guan és mtsai (2013) csemegekukorica vetőmagból (az anyanövényekről) vettek mintát a beporzás napjától 18, 26, 30 és 38 napra, majd a cső középső részén lévő szemeket csíráztatták és vizsgálták életerejüket. A beporzástól számított 38. napon vett minta eredményei lettek a legjobbak. Megállapították, hogy minél nagyobb volt a szem száraztömege, annál nagyobb volt az életerő.

Berzy és mtsai (1996) több hibridkukorica vetőmagját frakciókra bontották (nagy lapos, nagy gömbölyű, kis lapos, kis gömbölyű). Mind a csírázóképeségnél mind az életerő vizsgálatoknál megállapították a lapos szemek fölényét a gömbölyű szemekhez képest. A szerzők (*Záborszky és Berzy, 1999*) későbbi kutatásaik során a legnagyobb terméseredményeket is a lapos frakcióktól kapták.

A vetőmag minőségét és mennyiségét a szántóföldön és a vetőmagüzemben is különböző károsítók (rovar, rágcsáló és gombakártételek) ronthatják. A minőségi tulajdonságok védelme érdekében különböző magkezelési eljárásokat alkalmazhatunk.

A legegyszerűbb magkezelés az áztatás. *Chen és Arora (2013)* rövid idejű magáztatást végzett, amíg a mag felszívja a nedvességet, de még a gyököcske nem indul fejlődésnek. Megállapították, hogy az így kezelt magok gyorsabban, egyenletesebben csíráztak, keltek.

Huang és mtsai (2012) áztatás utáni szárazságstressznek tették ki a kukorica embriókat. Megfigyelték, hogy különböző genotípusok eltérően reagáltak a kezelésekre, egyes hibridek kevésbé száradtak ki. Az embriókon végzett fehérjeanalízist követően a toleranciát, illetve az intoleranciát különböző fehérjék jelenlétével, illetve hiányával magyarázták.

Yates és Sparks (2008) vizsgálatai szerint a fuzárium fejlődése, terjedése a csövön belül, nem a növények között történik. Rámutatnak arra, hogy a fertőzés lehetősége függ a szemnedvességtől, és sok esetben a maghéj fizikai sérülése indítja el. A különböző állati eredetű kártételek és a jégeső is okozhatnak fizikai sérülést.

Wahid és mtsai (2008) csíráztatás/vetés előtt hidrogén-peroxidos előkezelést javasolnak, mely megnövelheti a vetőmag stressztűrő képességét.

Solorzano és Malvick (2011) többféle gombakártevővel fertőztek meg kukorica vetőmagot, majd a tétel egyik felét lecsávázták fungiciddal és mindkét kezelést vizsgálták laboratóriumi, tenyészedenyes és szántóföldi kísérletekben. A csávázott vetőmag laboratóriumi csírázóképesége 7%-kal, a szántóföldi növényszám 9%-kal, a termés 20-26%-kal múlta felül a gombakártevőkkel fertőzött kezeletlen kontrollt.

Berzy és mtsai (1999) több hibridkukorica fajtát csáváztak kétféle csávázószerrel, majd laboratóriumban vizsgálták az életerőt és szántóföldi kísérletekben a termésre gyakorolt hatás. Megállapították, hogy a kezeléseknak pozitív hatása volt nem csak a korai fejlődésre, hanem egyes esetekben a termés mennyiségére is.

4.4. Tenyészidő

A kukorica származását tekintve rövidnappalos növény, de a rövid- és hosszúnappalos körülményekhez az évszázadok során jól adaptálódott. (Bocz, 1996)

A tenyészidő hosszúsága a fajták egyik legfontosabb tulajdonsága (*Nagy, 2012*). A termőterületnek legmegfelelőbb tenyészidejű hibrideket kell kiválasztani, melyek a legnagyobb termésbiztonsággal termeszthetők. A tenyészidő hosszát a FAO-szám jelzi. A FAO szám 100-999 közötti szám, ami a tenyészidő napjaiban kifejezve 95 és 179 nap közé esik, az effektív hőmérséklet összeg pedig 916-1528 közötti (*Antal és Jolánkai, 2005*).

A hőmérséklet összeg számításakor összeadjuk a napi hőegységeket.

Hőegység = (napi hőmérséklet maximum – napi hőmérséklet minimum)/2 – bázis hőmérséklet. A bázis azt a hőmérsékletet jelenti, ami alatt az adott növény fejlődése nagyon vontatott, illetve megáll (*Dorka, 2005*). Kukoricánál ez 10°C-os hőmérsékletet jelent.

Peter és mtsai (2009) is kihangsúlyozzák tanulmányukban, hogy meg kell keresni az adott területhez legjobban alkalmazkodó fajtákat (hibrideket), különösen azokon a termőterületeken, ahol szélsőségesebb időjárási viszonyok is előfordulnak. A szerzők

különösen a hidegtűrést említik, a svájci, alpesi területre, kétféle tengerszint feletti magasságra (450-550m és 830-870m) ajánlott hibrideket állították kísérletbe, és korai vigor és fejlődés alapján döntöttek a hibridek kiválasztásakor.

4.5. A hibridkukorica vetőmag előállítás környezeti igényei, sajátosságai

A kukorica vetőmag előállítása különös igényeket támaszt mind a termesztéstechnológia mind a környezeti igények tekintetében. A beltenyésztéses vonalak gyengébb életerővel bírnak, érzékenyebbek a különböző növényvédő szerekre, kisebb a termőképességük.

Az egyes klímajellemzők termésre gyakorolt direkt hatásain kívül azok kölcsönhatásai is jelentősen módosítják a termést, vagyis az egyes tényezők gyengíthetik vagy erősíthetik egymás hatását (*Ángyán, 1987*).

Az ózonréteg csökkenése által okozott UV-B sugárzás (280-320 nm-es hullámhosszú spektrum) mértékének emelkedése károsan befolyásolja a növények produktivitását. A kukorica esetében csökken a biomassza, a pollen életképessége, károsodást szenved a magképzés, epidermisz-deformációk keletkeznek, és kísérletek bizonyítják, hogy károsítja a DNS-t és a fotoszintetikus apparátust is (*Köves és Nagy, 1997*). Leveleinek antocyanin tartalma jó tűrőképességet és alkalmazkodó képességet tesz lehetővé a káros UV-B sugárzással szemben (*Pintér és mtsai, 2007*)

4.5.1. Hőmérsékletigény

A kukorica a meleg égöv növénye, előnyös számára a meleg, páratelt környezet (*Láng, 1976*).

Herczeg és Marton (1986) hibridek és beltenyésztett törzsek csírázási és kelési hőmérsékletének minimumát kutatták. Megállapították, hogy egyes genotípusok hőmérsékleti küszöbértéke jelentősen eltérhetnek egymástól (4-8°C).

Bocz (1996) szerint hazánkban – a szélső ingadozástól eltekintve – a hőmérséklet nem kerül a kukorica fiziológiai küszöbértéke alá. A késői felmelegedés késlelteti a vetést, a kelést. A tavasszal gyakran előforduló hűvösebb idő következtében a kukorica asszimilációs tevékenysége szünetel, s az oxidációs veszteség miatt levelei sárgulhatnak. A kukorica 10°C alatt vontatottan fejlődik, C4-es növényként viszont magas hőmérsékleten sem áll le az asszimiláció. A legnagyobb produkcióra ott képes, ahol a legmelegebb nyári hónapok átlaghőmérséklete 21-27°C. Magyarországon a kukoricatermő területeken a havi hőmérsékleti átlagok (június > 19°C, július > 21°C, augusztus > 20°C) éppen csak elérik az optimum alsó küszöbértékét.

Varga és Varga-Haszonits (2003) hangsúlyozzák, hogy az optimálisnál alacsonyabb hőmérséklet hátráltatja a kukoricát a gyors, egyenletes fejlődésben. A címerhányás, érés időszakában a legkedvezőbb hőmérséklet 24-26°C. Ettől eltérő hőmérsékletek megváltoztatják a fázisstartamot, de a termést szignifikánsan nem befolyásolják.

A mi éghajlatunk hőmérsékleti viszonyai főként a kelés és a címerhányás közötti időszak hosszát befolyásolják, ami a kukorica érési idejét is behatárolja. Őszi időjárásunk az évek többségében száraz-meleg, ami kedvez a kukorica érésének, a szemek vízvesztésének. Kis gyakorisággal hűvös-csapadékosra fordulhat az ősz, amely hátráltatja a szemnedvesség-csökkenést.

Egy-egy térségnek a kukorica, illetve a különböző tenyészidejű hibrideknek a termesztetőségéről jól tájékoztat a kukorica halmozott hasznos hőösszege (effektív hőmérséklet összeg, HU = Heat Units = hőegység; Brown, 1969).

Április 1-jétől kezdve – szeptember 30-ig bezáróan – naponta az átlaghőmérsékletből 10 °C-ot levonunk és a kapott értékeket összegezzük az egész tenyészidőre. Régebben a kukorica asszimilációs küszöbértékét 10 °C-ban állapították meg, és ezt vonták le a napi átlaghőmérsékletből. A mérsékelt égövünkhöz jobban honosodott kukorica asszimilációs hőküszöbértéke alacsonyabbá vált. Az újabb hazai számításoknál kb. (6) – 8 °C-ra kívánják a hőküszöbértéket módosítani. Meghatározták, hogy a különböző tenyészidejű kukoricahibridek, illetve hibridcsoportok – fiziológiai érésükig – milyen hőösszeget igényelnek. Magyarországon az ország délkeleti részében a legnagyobb, a nyugati szegélyén és a hegységek fennsíkain a legalacsonyabbak a hőmérséklet összegek (1000°C). Az átlagosnál kedvezőbb a hő-ellátottság a Keszthely – Szigetvár - Pécs – Székesfehérvár – Hatvan - Nyíregyháza vonalától délkeletre, valamint Győr térségében található. (Bocz, 1996)

4.5.2. Talajigény

A kukorica talajigényével kapcsolatban a kutatók álláspontja hasonló.

Surányi (1957) kiemeli, hogy jól alkalmazkodik a talajokhoz, ezért a sekély rétegű homok-, vizenyős talajok és szikesek kivételével szinte minden talajtípuson termesztethető.

Ruzsáni (1996) kifejti, hogy a jó, illetve közepesnél jobb talajokon érhetünk el nagyobb terméseredményeket. Ezek a talajok a legtöbb növény termesztésére alkalmasak, következésképpen nagyon sok növény lehetne a kukorica előveteménye.

Fontos körülmény, hogy a fő kukoricatermő területeinken a kukoricával közel azonos területen termesztjük az őszi búzát. A nagy területen termesztett őszi búza biztosítja a búza-kukorica vetésváltás lehetőségét, amely a kukorica számára kifejezetten előnyös.

Bocz (1996) leírja, hogy kukoricatermesztésre alkalmasak a barna erdő-, a csernozjom-, a réti öntés-, valamint a vízrendezett réti- és lápos réti talajok. Fejlődéséhez, gyökérzetének kialakulásához szükséges optimális víz- és levegőarányt, a megfelelő felmelegedést a vályog típusú talajok biztosítják. Agronómiai igényét a kukorica sajátos talajművelési, szervesstratégiai, meszezési rendszerével is előmozdítják. Optimális, ha a talajok pH-ja 6,6 –7,5 közötti tartományban van.

A pH érték csökkenésével a talajszerkezet romlik, csökken a talajbiológiai aktivitás, a mineralizáció és a nitrifikáció mértéke is (*Filep, 1995a*).

Jó vízgazdálkodású talajon az időjárás okozta kockázat lényegesen csökkenthető (*Várallyay és mtsai 1980*).

A vetőmag-előállítás könnyen melegedő, humuszban gazdag, középkött, cserepedésre nem hajlamos talajokra ajánlható. Jó előveteményei a pillangósok, hüvelyesek és a kalászosok. Az őszi mélyszántás és a megfelelő tápanyagellátás elkerülhetetlen. Mivel hazánk a kukorica égöv északi határán fekszik, a vetés idejét elsősorban a talajhőmérséklet határozza meg. A különösen stresszérzékeny, beltenyésztett vonalakat tartósan 10°C hőmérséklet feletti és nedves talajba vessük (*Nagy, 2012*).

4.5.3. Vízigény, vízgazdálkodás

A sikeres kukoricatermesztés és hibridkukorica vetőmag-előállítás egyik meghatározó, és korlátozó tényezője a csapadék, illetve az öntözővíz.

Antal (1986) és *Szász* (1987) arról számol be, hogy a kukorica, mint kapás növény esetében a rendelkezésre álló csapadék gyakran fedezi a növények vízigényét.

Ruzsányi (1996) tanulmányában a kukoricát az aszályra legérzékenyebb szántóföldi növények közé sorolja, mivel az egyedfejlődésének kritikus fenofázisai arra az időszakra esnek, amikor a potenciális párolgás a legnagyobb, talaj, valamint a légköri aszály egyaránt kialakulhat, ami egyszerre sújthatja. A vetésváltásban és termésbiztonságban a kulcsszerepet így a vízellátás játssza.

Huzsvai és Nagy (2003) évtizedes adatsorból azt a következtetést vonták le, hogy a kukoricánál a vetéstől a virágzásig lehullott csapadék, illetve időjárás sokkal meghatározóbb, mint a téli félévé.

Bocz (1996) szerint a kukorica terméspotenciálját első sorban a hőmérséklet, a víz és a tápanyag-ellátottság befolyásolja. E három tényező harmonikus, egyidejű jelenlétének szükségességét bizonyítja a trópusokon elérhető viszonylagosan kisebb kukoricatermés, ahol sok a fény, a hő és a víz, de hiányosabb a talaj tápanyag-szolgáltató képessége. A kukorica a jó vízhasznosítású növények csoportjába tartozik, azonban a magas termésszínvonal eléréséhez nagy víztömeg (460-580 mm csapadék) felvételére van szükség. Legtöbb vizet a címerhányástól a szemtelítődésig terjedő időszakban igényli, mely hazánkban a július-augusztus hónapokra esik. Sajnos a fontosabb kukoricatermő területeinken nagy az aszály gyakorisága ebben az időszakban, tehát a hazai kukoricatermesztés feltételei közül a víz áll minimumban. A kukorica a nagy termőképességét akkor tudja kifejteni, ha e két hónapban kb. 100-100 mm csapadékhoz jut. C4-es növényként kitűnik hő- és szárazságtűrésével, de szélsőségesebben aszályos évjáratokat - a talaj vízgazdálkodásától, az altalajvízszinttől függően - nehezen viseli el

Hazánkban öntözés nélkül egyre kockázatosabb a vetőmag-előállítás. A felvetést alátámasztja, hogy a hibridkukorica vetőmag-termeltetők egyre kevesebb öntözetlen helyre hajlandók kukorica vetőmag-szaporítást kihelyezni.

Aydinsakir és mtsai (2013) szántóföldön kiegészítő öntözési kísérletekben kutatták a kukorica vízfelhasználását, termésre gyakorolt hatását. A tenyészidőszakban lehullott 260mm csapadékot 0-478mm közötti öntözővízzel egészítették ki. Az optimális és annál több vizet kapott kukorica adta a legtöbb termést és legnagyobb ezermagtömeget, a legkevesebbet a vízmegvont csoport. A víz mennyisége a csőszámot nem befolyásolta. A legjobb vízfelhasználást (15,7kg termés hektáronként és milliméterenként) a 240mm öntözővízzel kiegészített csoport mutatta.

Anda és Bakos (1996), *Anda és Lőke* (2003, 2004), *Anda* (2008) több ízben vizsgálták a kukorica növények vízháztartását, párologtatását a tőszám, a vízadagolás és a genetikai háttér függvényében. Megállapították, hogy öntözés következtében növekszik a zöldfelület, megváltozik a növényállomány mikroklímája (nem csak a meleg nappali, hanem a hűvös éjszakai időszakban is). A zöldfelület egységére vetített párologtatásnál a legtakarékosabbnak a sűrű kezelések bizonyultak. A szárazságot jobban toleráló hibridek akár a nagyobb levélfelület ellenére is kevesebb vizet párologtattak kisebb levélfelülettel rendelkező, intenzív fajtatársaiknál.

Undersander (1987) tanulmányában rámutat, hogy közvetlenül a hím és nővirágzás előtti vízhiány negatívan befolyásolja a növényenkénti csőszámot. Kiemeli a nővirágzás

jelentős késését a hímvirágzáshoz képest, mely hiányos termékenyüléshez, a csövön levő szemek számának csökkenéséhez vezet. A virágzás utáni szárazság-stressz eredménye a termés kiesés mellett a vetőmag biológiai értékének- és az ezermagtömegének csökkenése.

4.5.4. Vetés, vetésarány

A keresztezésben résztvevő szülői partnereket a megfelelő együttvirágzás érdekében gyakran két-három menetben kell elvetni (anya és apa, de gyakoribb, hogy az apát is két menetben vetik), hogy az anyanövényeket az apasorok biztonsággal be tudják porozni. A vetőmag-előállításnál különböző anya:apa vetésarányokkal találkozunk.

A „hagyományos”, vagy inkább legelterjedtebb a 4:2 sorarány, melyben 6, egymást követő sorban 4 anya és 2 apasort vetnek egymás mellé. Az egy hektáron lévő anyasorok aránya 66,6%. Öntözött körülmények között gyakori a 4:2 szűkített sorarány, ahol 5, egymást követő sorban 4 anyasort normál sortávolságra, a 2 apasort 1 sortávolságba szorítják (2. kép). Így a vetésterület 80%-án található anyasor. A „0” apás (nullapás) vetés 2:1 vetésarányt jelent, a normál sortávra vetett anyanövények sorközeibe vetik az apát. Így gyakorlatilag a terület teljes egészét anyanövények borítják. Ez a legnagyobb elérhető tőszám a vetőmag-előállításban.



2. kép. Hibridkukorica vetőmag-előállítás 4:2 szűkített sorarányban (saját fotó, 2013)

Aldrich és Leng (1973) szerint a tőszám helyes megválasztásának különösen a vetőmag-előállításnál van fokozott szerepe. A sűrű növényállomány késlelteti a virágzást, ezzel kockáztatva a szülői partnerek együttvirágzását.

Van Roekel és Coulter (2011) vizsgálták a tőszám és a várható termés kapcsolatát. A megemelt tőszámnál összességében nem nőtt a levélfelület, a termés és szemszám csak egy ideig. Az ezermagtömeg a sűrítés hatására csökkent.

Ezt ki is használják a vetőmag előállítók, hiszen érdekük, hogy minél nagyobb szemszámot érjenek el, az ezermagtömeg csökkenés másodlagos előny, hiszen az amúgy is „darabra” értékesített vetőmag csomagolási egységeinek a méretét csökkenti.

Reeves és Cox (2013) más oldalról közelíti a tőszám sűrítését. A tőszámsűrítéssel nem nő egyenes arányban a termés, a magas tőszám pedig vetőmag többletköltséget eredményez.

Barla-Szabó (2013) közleményében kiemelte, hogy a Dél-Afrikai köztársaság területén, szélsőséges viszonyok között alacsony tőszámmal (20000-40000 tő/ha) vetnek kukoricát, így hektárra vetítve alacsonyabb a vetőmag költség (3. kép).



3. kép. Kukorica növényállomány 220 cm sortávra vetve (fotó: Dr, Barla-Szabó Gábor, 2014)

4.5.5. Tápanyagellátás

A szülővonalak kevésbé veszik igénybe a talaj tápanyagkészletét, tápanyagfelvételük gyengébb, mint az árutermelő hibrideké. A műtrágyázás során 160-200kg N, 120-160kg P(2)O(5) és 180-200kg K(2)O hatóanyaggal ajánlatos tervezni (Széll, 2004).

Odiemah (1991) különböző N ellátottság és állománysűrűség mellett előállított kukorica vetőmag csírázókéességét és életerejét vizsgálta. A kísérleti előállítások termésmutatói különböztek ugyan egymástól, de a csírázókéesség és magvigor között nem talált jelentős különbséget.

Oikeh és mtsai (1999) a N műtrágya hatását vizsgálta a gyökérszet fejlődésére és terméshozamára. Eredményei nem mindig igazolták vissza, hogy a magas N dózis több gyökérrel, a nagyobb gyökérszet nagyobb terméssel jár. Ezeket a tulajdonságokat nagymértékben befolyásolta a talaj nedvességtartalma is.

Bittman és mtsai (2012) a kukoricavetésben a sor mellé 5, 10 és 15 cm-re injektáltak 30kg/ha nitrogén hatóanyagot és vizsgálták a csírázásra, kelésre, növekedésre és a termésre gyakorolt hatását. Megfigyeléseik szerint a csak a kezdeti fejlődésben (3-6 leveles állapotban) volt hatása a N műtrágya közelségének. A fejlődés későbbi szakaszára, illetve a termés mennyiségére nem volt hatással, milyen közel volt a műtrágya a növényhez.

Traschel és mtsai (2013) tápanyaghiányos talajban vizsgálták a különböző genetikai háttérrel rendelkező beltenyésztéses vonalak koronagyökereinek fejlődését, a mellékgyökerek talajfelszínhez viszonyított szögét. N hiány estében a koronagyökerek meredeken hatoltak a talajba (a normálistól 18%-kal meredekebben), kutatva a tápanyagot. Normális tápanyagellátás esetén a koronagyökerek 95%-a a talajfelszín közelében, a felső talajrétegben helyezkedett el. A különböző genotípusok gyökerei eltérően reagáltak a N hiányra. A szerzők javaslatai szerint előnyben kell részesíteni azokat a vonalakat, amelyeknek gyökere meredekebben, mélyebben a talaj alsó rétegeibe hatol.

4.5.6. Növényvédelem, növényápolás

A terület-kiválasztásnál vegyük figyelembe az adott terület gyomflóráját. A szülői vonalak a gyengébb fejlődési erélyük, alacsonyabb méretük miatt kisebb talajborítottságot képesek elérni, és sokkal érzékenyebben reagálnak egyes herbicidekre (GKI kiadvány, 1989.)

Miller (1958) publikált először herbicid-tolerancia vizsgálatot kukorica kultúrában. Vizsgálatai szerint az egyes kukorica törzsek szemtermése eltérő mértékben csökkent különböző herbicidek hatására. *Eberlein és mtsai* (1989), valamint *Harms és mtsai* (1990) a herbicidek lebontásának sebességének különbözőségében látják a kukorica törzsek eltérő toleranciájának okát. A beltenyészett törzsek sokkal érzékenyebbek a környezeti hatásokra keresztezett, nagyobb életképességgel bíró hibrid növényeknél. A homozigóta növények esetében a növényvédő szerek, különösen a herbicidek szűkebb köre kerülhet felhasználásra. A beltenyészett növények alacsonyabbak, talajtakaró és gyomelyomó képességük kisebb, mint az árutermelő kukoricáé (*Kádár, 1983*). A korábbi, gyomirtó szerekre érzékenyebb törzseket kivonták a vetőmagelőállításból, de a hibridek és gyomirtó szerek egyre nagyobb választékával és egyre rövidebb életciklusával nem garantált az érzékeny törzsek vizsgálata, kiválogatása (*Green, 1998*). A kukoricán jelentkező károsodási tünetek mind a gyökerek, mind a hajtás növekedés gátlásában, torzulásában jelentkezhetnek (*Leavitt és Penner 1978; Fruest 1987*). *Penner* (1971) a hőmérséklet szerepét vizsgálta néhány herbicid fitotoxikus hatására. Vizsgálatai szerint magasabb hőmérsékleten a gyomirtó szerek károsító hatása is nagyobb a kukoricára.

A vetőmag-előállító tábla nagy érték, ezért különösen nagy gondot kell fordítani a különböző károsítók (gomba-, rovarkárok) elleni védekezésben (*Nagy, 2012*).

Az anyasorokon a kisebb nagyobb mértékben előforduló fattyúhajtásokat el kell távolítani (*Menyhért, 1985, Nagy, 2012*).

4.5.7. Izoláció, idegenelés, címerezés

A vetőmag-termelés során a kiváló biológiai alapok előállításán és felszaporításán kívül fontos, hogy fajtaazonos vetőmagot állítsunk elő. A fajtatisztaság megőrzésének egyik módja, hogy más kukorica növényállománytól rendeletben (*48/2004 FVM rendelet, 2004*) előírt szigetelési/izolációs távolságot (szuperelit, elit előállításnál 400m, hibrid első fok előállításnál 200m) kell tartani az átporzás lehetőségének minimalizálása érdekében. További feladat, hogy a növény fejlődése során több alkalommal a szaporító területről el kell távolítani a fajtaidegen töveket (*Nagy, 2012*).

Bálint (1980) Molnár kutatásaira hivatkozik, melyben pollensteril törzseknél sík, nyílt területen 800m szigetelési távolság ellenére is nagyobb mértékű idegenbeporzást

tapasztaltak, mint amit a minőségi fajtafenntartás megengedne, de 16 m erdősáv mögött 50 méterre is igen kismértékű (0,8%) volt az idegen termékenyült szemek száma.

Ireland és mtsai (2006) a kukorica vetőmag-előállítások genetikai tisztaságát befolyásoló tényezőket kutatták. Különböző távolságokra (100-200m) lévő kukorica növényállományok átporzásának mértékét vizsgálták. A genetikai tisztaságot izozim analízissel végezték. Megállapították, hogy az idegen szemek arányát kevésbé befolyásolta a szigetelési távolság, mint a táblán belüli idegen beporzás.

Dietiker és mtsai (2011) szántóföldi kísérleteket állítottak be provokált idegenbeporzást előidézve. A színét dominánsan örökítő, kék szemszínű kukoricát keverték 1:99 arányban sárga szemszínű kukoricához. Megfigyelték, hogy betakarításkor a kiindulási arányhoz képest 2,8 szorosára emelkedett a kék szemek aránya. Intő jelként hozták fel az idegenbeporzás és GMO kukorica felszaporodásának lehetőségét is. Kitérnek, hogy 0,2-0,5% idegen növény arány esetében a termésben az idegen szemek aránya eléri az 1%-ot.

Goggi és mtsai (2006) szintén szemszínre alapozta kutatásait. A szerzők azt vizsgálták, kukorica esetében miként lehetne alkalmazni a színszeparátort nem csak az idegen magok és egyéb szennyező anyagok kiválogatására, hanem a genetikai tisztaság javítása érdekében is. Sárga színű szemeket keverték fehérbe és bíbor színűt sárga szemszínű kukoricába, majd átengedték a színszeparátoron. Az eredmény meggyőző volt, a bennmaradt idegen szemek aránya 0-0,01% közé csökkent.

Ha az általunk elvégzett kutatásokba behelyettesítjük a módszert, nemesítési irány lehetne, hogy a szülői partnerek termésében (vetőmag) az ön- és idegenbeporzott szemeket szín alapján is ki lehessen válogatni.

Ha a vonalak pollenszolgáltató képességét csoportosítjuk, megkülönböztetünk fertilis és (citoplazmáson és genetikusan) hímsteril anyavonalakat. A fertilis anyavonalakból virágzás előtt a hímvirágokat el kell távolítani. A hímsteril vonalakat nem kell címezni, mert a bugában nem nyílnak fel a portokok, és/vagy nem hullatnak (életképes) virágport. A hímsteril anyavonalakon előállított vetőmagot a következő generációban (konvencionális kukorica) össze kell keverni fajtaazonos, fertilis vonalon előállított vetőmaggal.

4.6. Betakarítás

A kukorica vetőmag fiziológiailag érett állapotban kerülhet betakarításra. A fiziológiai érettségen a szemes kukoricának azt az állapotát, fejlődési időpontját értik, amikor a szemet a csutkával összekötő köldök felőli részén kialakul a fekete réteg, amely a csutka felőli további tápanyag-berakódást meggátolja. A szemek víztartalma szerint a fekete réteg fajtától függően 28-33%-os szemnedvesség-tartalmon alakul ki (*Menyhért, 1985*).

Aldrich (1943) szerint az érés első számú jellemzője a mag szárazanyag-tartalma. A mag akkor érett, amikor a szem a maximális szárazanyag-tömegét elérte.

Neal (1950) különböző szemnedvességgel betakarított vetőmagvainak vizsgálatából megállapította, hogy a legjobb cold-teszt eredményeket a teljes érésben betakarított magok eredményezték.

Kaerver (1953) a betakarítási szemnedvesség tartalom és a mechanikai sérülések hatását vizsgálat. Kifejtette, hogy ezek együttes hatása lényegesen csökkenti a cold-teszt eredményét. Megjegyezte, hogy a gépi betakarítás és feldolgozás során gyakran előfordul mechanikai sérülés a szemeken, melynek hatásaként a csírázás alatt fokozott a penészedés veszélye.

Knittle és Burris (1976) és *Faungfupong és mtsai* (1985) tanulmányaikban kifejtik, hogy a mag érése és életerejének maximuma között szoros összefüggés van.

A kukorica vetőmag betakarítható kézzel és géppel. *Ivanov és Szizov* (1962) még a hagyományos, kézi csőtörésről írnak, és javasolják, hogy a válogatást, csőszelektálást már a szántóföldön meg kell kezdeni. *Győrffy és mtsai* (1965) már gépi betakarításról és fosztásról írnak.

A nyolcvanas években már volt Magyarországon kezdeményezés hibridkukorica vetőmag szemes betakarításra Győrffy Béla és Kovács Károly személyében. Elsősorban az NDK és a szovjet piacra TC, DC siló hibridek nagy tömegű, olcsó előállítási lehetőségét keresték. A téma felvetés ellenére üzemi kísérletekre nem került sor (*Győrffy László szíves szóbeli közlése, 2014*).

Barla-Szabó Gábor (2014) szíves szóbeli közlésében kifejtette, hogy a Dél-Afrikai Köztársaság területén engedélyhez kötötten, feltételek mellett (idegen-, rothadt, károsodott csövek aránya maximum 1-1%, 14% alatti szemnedvesség) be lehet takarítani kombájnnal a vetőmag kukoricát. A nemesítő a kukorica vetőmag betakarításról készült fotóit a dolgozat rendelkezésére bocsátotta (*Függelék*).

Mounsey és mtsai (2002) hibridkukorica vetőmag betakarítási kísérleteket folytattak. Különböző szemnedvesség-tartalommal, kézzel és géppel (csőtörővel és kombájnnal, szemesen) takarították be a vetőmagot, szárították, majd vizsgálták a csírázókéességüket. Megállapították, hogy 20% szemnedvesség alatt nem volt különbség a kézzel, csőtörővel, és kombájnnal betakarított kukorica vetőmag csírázókéessége között. Vizsgálataik szerint az alacsonyabb betakarítási nedvesség mellett nagyobb pergési veszteség jelentkezik, ezért alternatív megoldásként javasolja a szemes betakarítást a hagyományos, csöves mellett.

Shauck és Smeda (2011) betakarítási kísérleteiben a 6 soros vágóasztal használatakor 46%-kal több szántóföldi veszteséget mért, mint a 8 soros alkalmazásával. Az önszintező asztal 34%-kal kevesebb szemet hagyott el a fix magasságú vágóasztalhoz képest. A kutatók magasabb (21-24%) nedvességtartalom tartományban kisebb betakarítási veszteséget mértek, mint alacsony (13-15%) nedvességtartalomnál.

4.7. Feldolgozás

A kukorica vetőmagot a betakarítás és feldolgozás során számos stressz faktor éri, többek között mechanikai károsodás, helytelenül megválasztott betakarítási szemnedvesség-tartalom, nem megfelelő szárítás (*Loeffler és mtsai, 1985*).

A kukorica vetőmag csöves állapotban érkezik a vetőmagüzembe. Előfordul, hogy a csőtörő kombájn egy menetben le is fosztja a csuhéleveleket, de jellemzően az üzemi feldolgozósonon, a fogadóból való felhordás és a válogatóasztal közötti időben gumihengerekkel fosztják a csöveket.

Győrffy és mtsai (1965) arról számolnak be, hogy akkoriban hazánkban a csőtörő kombájn egyben le is fosztotta, míg egyes amerikai gyártású gépek csak letörték a csöveket. Napjainkban is az utóbbi az elterjedtebb megoldás.

A betakarított kukorica vetőmag csöves állapotban a fogadóba kerül (4. kép), hol felhordón kerül a fosztósorra. A le nem fosztott csöveket a válogatóasztal mellett dolgozók egy futószalag segítségével visszajuttatják a fosztó gépre (5. kép). A vetőmagüzemben a fosztás közben - főleg alacsony szemnedvesség tartalomnál - szempergéssel kell számolni. A Pioneer ZRt. mérési adatai szerint ez 5-25%-os kiesést is jelenthet, amiből már nem lesz vetőmag.



4. kép. Hibridkukorica vetőmag fogadás (saját fotó 2009.)

Ezt követi a válogatóasztal, melyen kézi erővel eltávolítják az idegen és a beteg csöveket. A válogatóasztalon végzett szelektációs munka eredményességét befolyásolja a szalag sebessége, a csöveskukorica-réteg vastagsága és a válogató emberek szellemi és fizikai kapacitása (Szundy, 2004).



5. kép. Válogatóasztal (saját fotó, 2009)

Válogatás után a kukorica vetőmag csövesen kerül a szárítókamrákba, ahol 12,5-13%-ra szárítják elő és utószárítással. Egyes szerzők (Kirk és mtsai, 1949; Győrffy és mtsai, 1965; Burris, 1975, Gáspár, 1980b) különböző (38-45°C közötti) szárítási hőmérsékleteket ajánlanak, de valamennyien hangsúlyozzák a kíméletes szárítást és alacsonyabb hőmérsékletet. A sima szemű kukoricát szárítás után ajánlatos hűteni a magsérülések elkerülése érdekében.

A szárítás után a csöves kukoricát lemorzsolják, méret alapján osztályozzák, kalibrálják (fracionálják), kezelhetik (pl. csávázás), csomagolják és fémzárolásra előterjesztik.

4.8. A vetőmag minősítése

Hazánkban a vetőmag-előállításnak és minősítésnek komoly hagyományai vannak, kialakulását, fejlődését, szabályozó dokumentumait külön fejezet foglalja össze.

A vetőmagok, így a kukorica vetőmag minősítését is a „48/2004. (IV.21.) FVM rendelet. A szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról” szabályozza. A vetőmag minősítése a szaporító táblán kezdődik, ahol a hibridkukorica vetőmag (illetve bármely, keresztezéssel végzett kukorica vetőmag) előállító táblát az illetékes vetőmag-szaporítási felügyelők legalább öt szántóföldi szemlében részesítenek. (A dolgozat a beltenyészett vonalak és a szabadon elvirágzó fajták szántóföldi ellenőrzésére nem tér ki.)

1. ellenőrzés – idegenelési ellenőrzés a virágzás várható ideje előtt egy-két héttel
2. ellenőrzés – első címerezési ellenőrzés, amikor az anyai állományban 5% apai virágport fogadó nővirágzat megjelenik.
3. ellenőrzés – második címerezési ellenőrzés, a termékenyülés alatti időszakban
4. ellenőrzés – harmadik címerezési ellenőrzés, a termékenyülés alatti időszakban
5. ellenőrzés – érés idején, amikor az apasorokat kivágták, egyben termésbecslés is

Indokolt esetben további (köztes) címerezési ellenőrzés(ek) végezhető(k).

A szaporító táblák „vetőmagszaporításra alkalmas” minősítést kapnak, ha az ellenőrzések alkalmával (kivonat):

- izolációs távolság más kukoricatáblától legalább 200m (elit szaporítási fokra való előállításkor 400m)
- a gyomborítottság a szántóföldi ellenőrzést és az állomány bírálatát nem akadályozza
- az állomány fejlettsége, kiegyenlítetttsége, kultúrállapota megfelelő
- virágport hullató idegen tő az anya- és apasorokban összesen 0,1% lehet

- idegen tő az anyasorokban az idegenlési ellenőrzésen legfeljebb 0,1% lehet
- virágport hullató kukoricanövény az anyasorokban a három címezési ellenőrzésen összesen legfeljebb 1,5% (alkalmanként legfeljebb 0,5%) lehet

Ha a feltételek nem teljesülnek, a táblát (vagy egy részét) ki kell zárni a szaporításból és meg kell semmisíteni.

A betakarítás és feldolgozás után a vetőmagot fémzárolásra előterjesztik. A vetőmagot úgy kell becsomagolni, kiszerezni, hogy az egységek adott tételben egyforma méretűek legyenek, a csomagolási egységek tartalmához a csomagolás és zárás megsértése nélkül ne lehessen hozzáférni, tartalmához sem hozzá tenni, sem elvenni belőle ne lehessen.

Minden egységet egyedi azonosítóval kell ellátni (egyedi sorszámozott címke) amely tartalmazza a kiállító hatóságot, a fajt, a fajtat, a szaporítási fokot, a fémzárolási számot (azonosítót), a fémzárolás idejét, termelő ország megnevezését, az egység súlyát, és tartalmazhat egyéb információkat (pl. csávázás tényét, magméretet, ezermagtömeget, magdarabszámot, stb.). A címke színe mutatja meg a szaporítási fokot. A teljesség igénye nélkül a fehér címkeszín elit (bázis) a kék színű első (hibrid első) szaporítási fokot jelent. Egy azonosító számhoz (fémzárszámhoz) tartozó tétel tömege kukorica esetében maximálisan 40 tonna lehet.

A vetőmágtételt több helyen megmintázva, a részmintákból 10 kg alapmintát kell képezni, melyből mintacsökkentő módszerekkel almintákat kapunk. Ezek lehetnek - a legfontosabbakat említve - laboratóriumi, letéti, fajtakitermesztési, nedvességtartalom vizsgálati, magkórtani stb. minták.

Az 1. sz. (fő)minta a vetőmag-vizsgáló laboratóriumba kerül, ahol a további mintacsökkentés után vizsgálati mintákat képeznek. Főbb vizsgálatok a tisztaság- és idegenmag-tartalom, mérethűség, ezermagtömeg vizsgálat (szárazvizsgálatok), valamint a csírázóképesség, cold teszt, életerő (nedvesvizsgálatok). A további magvizsgálati lehetőségek ismertetése a dolgozat kereteit meghaladja.

A minősítés során a tisztaságvizsgálat 900g-ból, az idegenmag tartalom vizsgálat 1000g-ból történik. A vizsgálati mintának el kell érnie a 98%-os tisztaságot, idegen magot nem tartalmazhat, a csírázóképességének legalább 90%-osnak kell lennie. Nedvességtartalma nem haladhatja meg a 14%-ot. A mérethűségnek legalább 95%-osnak kell lennie.

Amennyiben a kukorica vetőmag a felsorolt követelményeknek megfelel, szabványos minősítésű *Vetőmagminősítő bizonyítványt* kap.

4.9. A kukorica vetőmag előállítása a tájfajtáktól a beltenyésztéses vonalakig

Amikor a kukorica a XVI. században bekerült Magyarország területére, gazdasági jelentőséggel még nem bírt. Erdélyben és a Partium területén kezdték a kukoricát termesztetni, gyakran, mint kiegészítő, ínséges időkben szinte kizárólagos emberi táplálék, később takarmány gyanánt. A legrégebbi tájfajtánk a nagyon rövid tenyészidejű Székely kukorica, majd a Magyar sárga kukoricák voltak. A két tájfajta elterjedésével belőlük további tájfajták alakultak ki, melynek részletes bemutatásával a dolgozat nem tud foglalkozni. A XIX. század második felében megjelennek már az amerikai fajták is, melyek nagy szerepet játszottak a későbbi magyar fajták kialakulásában, kialakításában. Felismerve a kukoricában rejlő lehetőségeket megkezdődött a kukorica nemesítése, a tájfajtákat egy idő után fajták váltották fel. A kukorica terméshozamai egyre nőttek, de a termelők, nemesítők tapasztalták, hogy egy idő után a fajták terméseredményei csökkentek, állományuk leromlott. Az USA-ban már az 1920-as években előállítottak beltenyésztéses hibrideket, hazánkban ekkor a különböző fajták fajtahibridjei voltak kialakulóban, melyek termesztése a 1950-es évek második feléig tartott. *Jakuskin (1950)* beszámol, hogy az akkori Szovjetunióban a kukorica leromlása ellen és a termésnövelés érdekében a kukoricatáblán minden második sor címereit kitörték, és azokról a sorokról fogtak vetőmagot, elkerülve az öntermékenyülést. Hazánkban a beltenyésztéses hibridek jelentőségét Pap Endre ismerte fel elsőként, és Martonvásáron kinemesítette Magyarország és Európa első, beltenyésztéses vonalából előállított hibridkukoricáját, az *Mv 5-öt*. Az első hibrid 1953-ban kapott állami elismerést, és 10 évvel később az ország kukorica vetésterületének 100%-án már csak hibridet termesztettek. A hibridkukorica vetőmag iránti fokozott igény szükségsszerűvé tette a hibridfeldolgozók létesítését is, hiszen a góréban tárolás és tavaszi morzsolás nagy kockázattal járt a vetőmag minőségének megőrzésében. Elsőként 1957-ben Martonvásáron, majd 1963-ig felépült a hazai hibridüzemek többsége. Legvégül 1996-ban kezdte működését a szarvasi hibridfeldolgozó, mely ma a világ legnagyobb hibridüzeme. Hazánk Közép-Európa

legnagyobb hibridkukorica vetőmag előállítója, a fémzárolt vetőmag felét külföldre értékesítjük.

4.10. A hazai vetőmag előállítás és minősítés története, fejlődése, szabályozása, fontosabb állomásai

Ahogy az ember felismerte a növénytermesztésben biológiai alapok fontosságát, felmerült az igény annak vizsgálatára, minőségvédelmére, a forgalmazás szabályozására is. A magvizsgálat kezdetét 1869-től számítjuk, amikor Friedrich Nobbe a világ első vetőmagvizsgáló állomását és laboratóriumát megalapította szászországi Tharandt-ban. Magyarország is világon az elsők között volt, ahol intézményes keretek között magvizsgálatot végeztek. 1872-től Deininger Imre a Debreceni Mezőgazdasági intézetben esetenként folytatott már vetőmagvizsgálatot, felismerve ennek jelentőségét.

1878. május 1-jén, a magyaróvári Gazdasági Tanintézet keretében megalakulhatott a *Magyar Királyi Vetőmagvizsgáló, és Növényélettani Kísérleti Állomás* Deininger Imre vezetésével. Kiemelkedő jelentőségű, hogy a magvizsgálatot, a minősítést, a növényélettani kísérleteket (melyek akkoriban inkább az egyes fajták összehasonlító vizsgálataira terjedt ki) független szervezet, az állam vállalta és garantálta.

Hazánkban a vetőmag előállítását és forgalomba hozatalát is igen korán szabályozták. Első, vetőmagról is szóló jogszabályunk a *1895. évi XLVI. törvénycikk*, „*a mezőgazdasági termények, termékek és cikkek hamisításának tilalmazásáról*” szól. A szabályozó dokumentum tiltja a vetőmagvak hamisítását, forgalomba hozatalát, hamis megjelölését, utal a vetőmag forgalmazás szabályaira, a vetőmag jelölésére, minőségi vizsgálataira, melyek a mai vetőmag törvényünknek is alapvető elemei, irányelvei. Egy évvel később, 1896-ban Darányi Ignác, akkori földművelésügyi miniszter Degen Árpádot bízta meg a Budapesti Magyar Királyi Vetőmagvizsgáló Állomás megszervezésére és vezetésére. 1901-ben elkészült az állomás, melyben ma, 113 évvel az átadás után is ugyan az a tevékenység folyik – kielégítve a folyton változó, egyre összetettebb és szigorúbb minőségi igényeket – a nemzetközi piacokon is elismert magyar vetőmag érdekében.

A XX. század elején a magyar kísérletügy, a vetőmag előállítás és minősítés, a szakember ellátottság töretlenül fejlődött. 1903-ban megjelent az első „fémzárolási szabályzatunk” is, „*Szabályzat a vetőmagvak ólomzárásáról*” (A magyar királyi

földművelésügyi miniszter 1903. évi 97646/IV. 3. sz. rendelete). 1907-ben Degen kiadványában már ír a vetőmagvizsgáló állomások szerepköréről, kialakításukról, ólomzárásról, vetőmag-vizsgáló módszerekről, díjtételekről különböző vizsgálati módszerekről (*Degen, 1907*).

Sajnos I. világháború, és annak következményei rányomták a bélyegét a magyar vetőmag szakmára is. A nehéz időszak ellenére a háborút követő évek nem múltak eseménytelenül. Magyarország alapító tagja volt az 1921-ben alakult Európai Magvizsgáló Szövetségnek, és az 1924-ben alapított Magvizsgálók Nemzetközi Szövetségének (ISTA – International Seed Testing Association), s utóbbinak a mai napig tagjai vagyunk.

Hazai szakembereknek elvülhetetlen érdemei voltak/vannak a nemzetközi magvizsgáló módszerek kidolgozásában, a mai napig dolgoznak magyar szakemberek az ISTA egyes bizottságaiban. Ertseyné Dr. Peregi Katalin a 2004-2007. közötti időszakban az ISTA alelnöke, 2007-2010. között pedig elnöke volt.

Visszatérve a vetőmag vizsgálat és minősítés történeti áttekintésére, a két világháború között éppen talpra álló mezőgazdaságot és vetőmag szektort először a gazdasági világválság, majd a II. világháború hozza újra nehéz helyzetbe. 1931-ben létrehozták a Növénytermesztési Hivatalt, vetőmagtermesztő gazdaságok hálózatát építették ki, és a nagybirtokokat vetőmag szaporításra kötelezték, az előállításokat szántóföldi ellenőrzésben részesítették. A Hivatal, később Intézet állami ellenőrző jeggyel látta el a gazdasági magvakat, a vizsgálatnak rangja volt, a minősítés export esetén kötelező, hazai forgalmazásnál pedig fakultatív jelleggel bírt. A II. világháborút követően mind a növénynevelés mind a vetőmag előállítás mélypontra került. Átszervezések és névváltoztatások sora után 1950-től Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet néven, majd 1952-től Országos Vetőmagfelügyelőségként (OVEF) látták el a feladatot a vetőmag-minősítés szakemberei, immáron a budapesti központ mellett 19 megyei központtal kiegészítve (*Ertseyné és Rupányi, 1994*).

Igazi fellendülést az 1960-as évek vége hozta, amikor a termelő szervezetek nagyobb önállóságot kaptak, javult a termelékenység, ezzel együtt igény mutatkozott a megfelelő minőségű és mennyiségű vetőmagra itthon és külföldön egyaránt. A hazai felhasználás mellett a vetőmag jelentős exportcikk volt, ami nem csak árbevételként jelentkezett, hanem a magyar vetőmag iránti szakmai elismerést jelentette.

A kezdetekben a KGST országok közül egyedül Magyarország volt az ISTA tagja. Ez egyrésztől lehetőség volt a vetőmag termesztés fejlődésére, a nyugati piacokra

való termelésre és export céltermesztésre, másrészt át kellett hidalni az ISTA és a KGST országok közötti „szakadékot”, megfelelve az akkori politikai elvárásoknak. Magyarország sokat tett a KGST országok vetőmag-termesztés és minősítés egységesítésében, szabványosításában, a vetőmag-előállítás és –forgalmazás szemléletében, és gyakorlatában is megelőzte a rendszerváltást (Hullan, 2004). Jogszabályaink, szabványaink mindig megfeleltek, gyakran szigorúbbak voltak a közösségi szabályoknál, szabványoknál.

1983-ban csatlakoztunk az UPOV- konvencióhoz (International Union for the Protection of New Varieties of Plants), új alapokra helyezve a fajtaelismerést és a nemesítői jogokat.

A hazai vetőmag-előállítás és kereskedelem a '80-as évek végén érte el a csúcspontját. 1988-ban, soha nem látott nagyságú területen, 333.546 hektáron volt vetőmag-szaporítás, a fémzárolt vetőmag mennyisége közelített a 600.000 tonnához (a '90-es években ezek a számok megfeleltek, mind a terület, mind a fémzárolás tekintetében). A rendszerváltozás a vetőmag szektort (is) érzékenyen érintette. Egyik oldalról a keleti piacok fizetéképtelenné válása nehezítette a termelést, de főleg az értékesítést, más részről a vetőmag-termelés szétaprózódott, tőkeszegényé és szervezetlenné vált. A multinacionális vállalatok térnyerésével és tapasztalt marketing stratégiájuk eredményeképpen a piac is átrendeződött, a hazai nemesítésű fajták, hibridek háttérbe szorultak, s ezt a hátrányt a mai napig nem sikerült behozni. Napjainkban a szektor kisebb-nagyobb kilengésekkel stabilizálódni látszik a vetőmag előállítás és fémzárolás nagyságrendjét tekintve.

Az utóbbi években a mezőgazdasági szakigazgatás átszervezésére és nevének megváltoztatására minden Kormány felelősséget érez, holott a vetőmag-szaporítási felügyelők munkája és vetőmag-felügyelet minőségpolitikája - a technikai fejlődéstől eltekintve - gyakorlatilag 62 éve változatlan. A munkáltatói és szakmai igazgatás nem csak státusz-, hanem minisztériumi szinten is kettévált. A szakmai felügyeletet jelenleg a *Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatósága* gyakorolja, és a *Megyei Kormányhivatalok Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságainak Vetőmag- és Szaporítóanyag Felügyeleti Osztálya* látja el a helyi feladatokat.

Főbb szabályozó dokumentumaink:

- 2003. évi LII. törvény a növényfajta állami elismeréséről, valamint a szaporítóanyagok előállításáról és forgalomba hozataláról
- 48/2004. (IV. 21.) FVM rendelet a szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról

5. Anyag és módszer

5.1 A kísérletben részt vevő hibridek

A három év során a következő Pioneer hibrideket, illetve ezen előállítások vetőmagvait vizsgáltuk: PR39H32 (PH5GP x PH5FV); PR38D89 SV (PHP0E x PH0G4); PR35Y65 (PH5WB x PH3KP); PR39F58 I., II., III., IV. (PH7HG x PH7AB); PR39R86 I., II. (PH7HG x PH5FT); PR38H67 (PH51K x PHBAB); PR39G83 (PH7AB x PHANA); PR39R20 (2R4 x PH5FT); P9494 I., II. (W2Z x RCE); PR39A98 (7HG x BDV); PR36V52 (PHHMD x PH8JR); PR36V52 CC (PHZ4F x PH8JR); PR37F73 I., II. (PHB00 x PHCPR); PR37F73 SS (PH13T5 x PHCPR); PR37D25 (PH7BW x PH54M); PR37D25 SV (Y57 x PH54M).

Ha ugyanazon hibridből több tábla is részt vett a kísérletben, a hibrid és/vagy táblaszám feltüntetése mellett a könnyebb megkülönböztethetőség végett egy *római szám* is olvasható. A hibrid utáni „SV”, „SS” vagy „CC” jelölések hímsterilitást jelentenek.

A kísérletekben szereplő hibridek vizsgálata a Pioneer Hi-Bred Termelő és Szolgáltató ZRt. (továbbiakban Pioneer ZRt.) jóváhagyásával és együttműködésével történt. A vizsgálatokhoz szükséges szaporító területeket, gépeket, feldolgozóüzemet, és a vetőmagvizsgáló laboratóriumok egyikét a Pioneer ZRt. biztosította, költségeit viselte, az adatok és eredmények közléséhez hozzájárult.

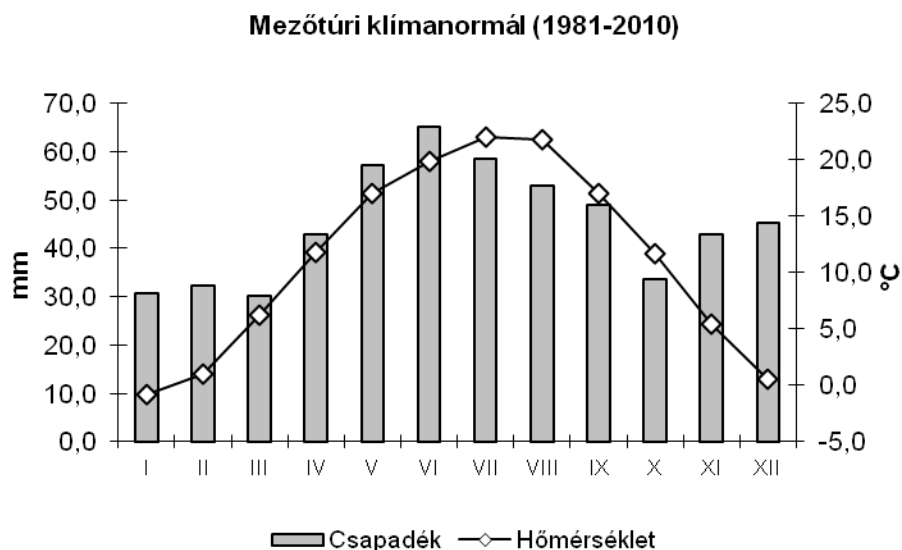
5.2. A kísérletek évjáratainak időjárása

A szántóföldi kísérletek három, egymást követő évben folytak (2009., 2010., 2011.) különböző helyszíneken. Első lépésben kiválasztottuk azt a két meteorológiai állomást, amelyek elhelyezkedése alapján a mért adatok a kísérleti helyszínekre (szaporító táblák) is kiterjeszthetők. Ugyan a táblákhoz legközelebbi meteorológiai állomás adatait is lekértük a tenyészidőszakra vonatkozóan (csapadék, hőmérséklet minimum és maximum) de a táblák közelsége miatt értelmetlennek láttuk az adott évjáratot táblánként elemezni. Mezőtúr és Martfű azért megfelelő, mert tőle az egyes táblák 25 km-nél távolabbra nem helyezkedtek el, így a léghőmérséklet adatok direkt módon kiterjeszthetők. A csapadék esetében ez már nem lenne igaz, mivel a vetőmagtermesztés minden esetben öntözött körülmények között történt, ezért a csapadék mennyisége csak

az öntözővíz mennyiségének meghatározásánál jelentős. Az egyes évjáratok időjárásának általános jellemzésénél viszont figyelembe vettük a lehullott csapadék mennyiségét is azzal a kitételrel, hogy ha nem volt elegendő, akkor öntözéssel kiegészítettük azt.

A 1. ábra a mezőtúri klímanormálok évi változását mutatja be, mely értékek 30 éves átlagok 1981-2011 között mérve. A sokéves átlaghőmérséklet Mezőtúr éghajlata a magyarországi időjárási viszonyoknak megfelelő, csapadékgörbéje (oszlopai) egy nyári nagyobb és egy téli kisebb csúcsot rajzol ki, hőmérsékleti görbéjén pedig nyári csúcsot, téli minimumot figyelhetünk meg. Az évi csapadékmennyiség az országos átlagnál kevesebb, mintegy 540 mm, a kukorica tenyészidőszakában lehullott csapadék pedig átlagosan 325 mm.

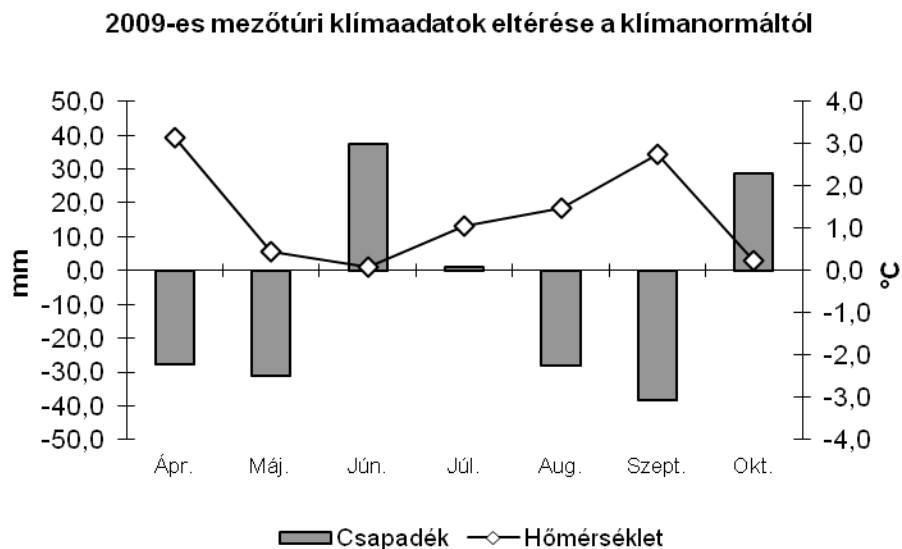
Az egyes szaporító táblák esetében feltüntettük (1-3. táblázatok) a tenyészidőszakra eső effektív hőmérséklet összegét, a táblára lehullott csapadékot, valamint a kijuttatott öntözővíz mennyiségét. A dolgozat terjedelme nem teszi lehetővé és nem is indokolja mind a 22 kísérleti tábla meteorológiai adatainak kiértékelését. A kísérlet három évének rövid időjárás elemzése a klímanormáltól való eltérésekre összpontosít a kukorica tenyészidőszakában.



1. ábra. A mezőtúri klímanormál

Mezőtúron 2009-ben az átlagosnál aszályosabb tavasz volt, április és május hónapokban a hiányzó csapadék a 30 év átlagához képest elérte a 60 mm-t. Júniusban és júliusban ez valamelyest kompenzálódott, de az augusztus és szeptember ismét

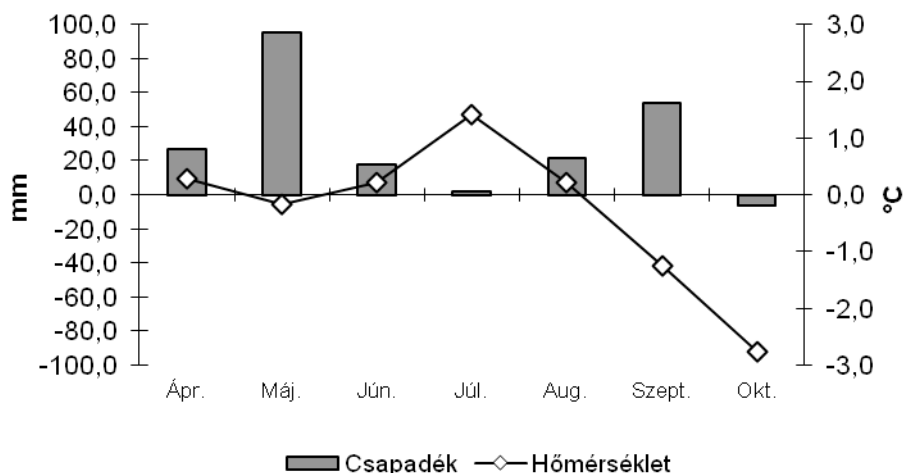
rendkívül csapadékszegény volt. Hőmérséklet tekintetében az április az átlagosnál melegebb volt, ami kedvezett volna a kukorica csírázásának és növekedésének, ha nem lép fel csapadékhány. A május és június hónapok hőmérséklet tekintetében átlagosnak mondhatók, de az augusztus és a szeptember az átlagosnál melegebb volt, amely még csapadékhányal is párosult (2. ábra). *A kukorica vetőmag igen gyorsan, lábon száradt.*



2. ábra. A 2009-es mezőtúri klímaadatok eltérése a klímanormáltól

A 2010. év sem volt szélsőségektől mentes, hiszen csak a tenyészidőszakban lehullott csapadék 210 mm-rel volt több a klímanormálhoz képest. Ha a hőmérsékletet nézzük, áprilistól augusztusig hasonló volt az elmúlt 30 év átlagához, csak a július volt egy kicsit melegebb. Szeptemberben és októberben, mikor a kukoricának le kellett volna adnia a szemnedvességet, a csapadéktöbblet mellett az átlagosnál hűvösebb időjárás volt (3. ábra). *A kukorica vetőmagot csak magasabb szemnedvesség tartalommal lehetett betakarítani.*

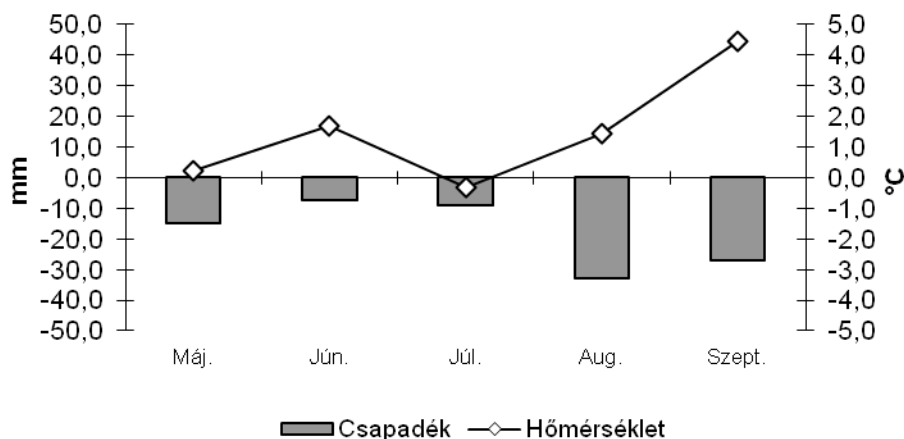
2010-es mezőtúri klímaadatok eltérése a klímanormáltól



3. ábra. A 2010-es mezőtúri klímaadatok eltérése a klímanormáltól

A kísérletsorozat harmadik éve volt a 2011-es év. Tavasszal és a nyár elején enyhe fokú csapadékhiányról tanúskodik a diagram, amit a szántóföldön kevésbé lehetett észrevenni a 2010-es évből a talajban visszamaradt csapadék-felhalmozódás miatt. Átlagnak megfelelő hőmérsékletű volt a május és a július, átlagosnál melegebb volt a június, az augusztus és a szeptember (4. ábra). Az utóbbi két hónapot még jelentős csapadékhiány is kísérte, de a kukorica vetőmag a tápanyagot már felvette, a magas hőmérséklet és az aszály a kísérleti szaporító táblák száradását segítette.

2011-es martfői klímaadatok eltérése a mezőtúri klímanormáltól



4. ábra. A 2011-es martfői klímaadatok eltérése a mezőtúri klímanormáltól

Összességében elmondható, hogy a három kísérleti évben volt aszályos és csapadékos időjárású év is, az érés és szemnedvesség tartalom leadás tekintetében az első évben egy gyors, a másodikban egy lassú, vontatott, a harmadik évben pedig egy átlagos év volt.

5.3. A kísérleti táblák kijelölése és jellemzése

A kísérleti táblákat/táblarészeket az adott év Pioneer ZRt. hibridkukorica vetőmag-szaporító tábláin jelöltük ki. Valamennyi tábla a Keleti hosszúság 20° 17' - 20° 30' és Északi szélesség 46° 42' - 47° 26' között helyezkedett el, a tengerszint feletti magasságok pedig 81-93 m között voltak. Első és második éveken Jász-Nagykun-Szolnok és Békés megyei szaporító táblákat választottunk, a harmadik évben csak Jász-Nagykun-Szolnok megyeiek szerepeltek. A távolságok miatt a második és harmadik éveken Szarvas közeli szaporító táblák lettek kijelölve. Mivel a nagyobb mértékű betakarítási és feldolgozási szemveszteség elsősorban az alacsonyabb szemnedvességgel betakarított termésnél jelentkezik, alapelv volt a 20% alatti szemnedvesség tartalmú szaporító táblák választása. A kísérleteket úgy építettük fel, hogy a vetőmag előállító táblát szemlélő vetőmag-szaporítási felügyelőknek a szemes betakarítás lehetőségét annyi idő alatt kell elbírálnia, mint egy átlagos szántóföldi szemle időtartama.

A szántóföldi kísérletek mindhárom éve teljesen eltérő volt mind a kukoricatermesztés, mind a hibridkukorica vetőmag előállítás szempontjából. A táblák adatait az 1., 2., és 3. táblázat szemlélteti.

A 2009-es évben a forró nyár és ősz, valamint a csapadékszegény időjárás miatt a kukorica vetőmag előállítások gyorsan száradtak. A kísérleti parcellákat 70-95%-os termékenyülés mellett alacsony, 12,7-18,1% szemnedvesség tartalommal takarítottuk be. A kísérleti növények tenyészideje vetéstől (április 16-tól május 9-ig) betakarításig (szeptember 16-tól október 13-ig) 141-166 nap, a lehullott csapadék a kijuttatott öntözővízzel együtt 306-473 mm volt. Az effektív hőmérsékletösszeg 1468-1709 között mozgott. Az anyanövények tőszáma 36.000-68.000-ig terjedt hektáronként a 4:2 „szűkített” sorarányban, 83-108 közötti csószám jutott 100 anyatőre, a termésben a rovarkártétel elhanyagolható volt, a látható fuzárium és egyéb gombafertőzöttség nem haladta meg egyik táblán sem a 3,6%-ot. A kísérletben összesen 325,9 hektár volt a szemes, 143,4 hektár pedig a csöves betakarítás (1. táblázat).

2010-ben egy extrém csapadékos évjárat következett. A lehullott csapadék öntözővíz nélkül is elérte a 431-630 millimétert, az effektív hőmérsékletösszeg 1464-1597 között volt a 160-170 napos tenyészidő alatt. A vetés a 2010. április 21-től május 3-ig terjedő időszakban történt, és október 7-10. között lettek a táblák betakarítva. Az anyanövények sűrűsége változó, 43.000-56.000 volt hektáronként, a 100 anyanövényre átlagosan 95-138 termést hozó cső jutott, a szaporító táblák közül valamennyi 4:2 „szűkített” sorarányban lett vetve. Egyes táblákon a viszonylagosan magas csőszám gyakran kisebb termést realizált. 20-80%-os termékenyülés mellett a szemnedvesség tartalom 16-20% közötti volt betakarítás idején a kísérlethez választott táblákon. A látható gombabetegségek a termés 1,5-7,8%-át-, a rovarkártétel pedig 1,7-6,3%-át érintette. Ebben a vizsgálati évben 29,5-29,5 hektár volt a mind a szemes, mind a csöves betakarítás (2. táblázat).

A 2011-es év a 2009-es évhez hasonlóan szintén csapadékszegény volt, de ősszel a hibrid-előállítások normális (optimális) ütemben száradtak. A lehullott csapadék az öntözővízzel kiegészítve elérte a 343-402 millimétert, az effektív hőmérsékletösszeg pedig 1556-1676 között volt a 131-159 napos tenyészidő alatt. A vetőmag 2011. április 15. és május 13. között került a talajba, a termés szeptember 21-22-én lett betakarítva. 100 anyanövényre 93-126 termő cső jutott. A rovarkártétel nem volt jelentős (0,5-2,25%), és látható gombás fertőzés, csak a termés 0,1-1%-át érintette. A termékenyülés közepesnél jobb, 60-85% közötti volt az 57000-66000 tő/ha anyanövény sűrűségű táblákon. A viszonylag korai betakarítás mellett a vetőmagvak 13,5-19,5 százalékos nedvességtartalommal kerültek a szárítókamrákba. Az apa és anyasorok aránya hat táblánál 4:2 „szűkített”, kettő pedig „0” apás volt. A szemesen és csövesen betakarított terület mindkét kezelés esetében 36,6-36,6 hektár volt (3. táblázat).

1. táblázat. A 2009-es év kísérleti tábláinak főbb adatai

Hibrid (2009. év)	PR39H32	PR38D89 SV	PR35Y65	PR39F58 I.	PR39R86 I.	PR38H67	PR39G83	PR39R20
Kombinációs képlet	PH5GP X PH5FV	PHPOE X PH0G4	PH5WB X PH3KP	PH7HG x PH7AB	PH7HG x PH5FT	PH51K X PHBAB	PH7AB X PHANA	2R4 X PH5FT
Vetésarány	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített
Táblaszám	9SZ383	9SZ265	9SZ211	9SZ331	9BE186	9CS220	9SZ044	9BE295
Termelő gazdaság	Tirus ZRt.	Kunmadarasi Mg. Kft.	Karcag-Cserhát Mg. Kft.	Petőfi Mg. Szöv.	Horga-Völgye Gab. Ért. Szöv.	Kinizsi 2000 Mg. ZRt.	Agroszemek Kft.	Moroko-Farm Kft.
Előállítás helye	Kisújszállás	Kunmadaras	Karcag	Tiszabó	Békésszentandrás	Fábiánsebestyén	Kunszentmárton	Csabacsúd
Talajtípus	kötött agyag	csernozjom	csernozjom	mez. vályogtalaj	lössös öntéstalaj	csernozjom	csernozjom	csernozjom
Vetés ideje (anya)	2009.05.04	2009.05.09	2009.04.23	2009.04.24	2009.04.28	2009.05.01	2009.04.27	2009.04.16
Betakarítás ideje	2009.10.13	2009.10.05	2009.10.04	2009.10.01	2009.09.16	2009.09.28	2009.09.19	2009.09.29
Tenyészedő hossza (nap)	162	149	164	160	141	150	145	166
Tőszám (anya/ha)	36000	55000	60000	48000	51000	54000	56000	58000
Csapadékösszeg tenyészidőszakban (mm)	226,2	131,6	248,9	188,8	233,4	159,3	148,1	284,1
Kijuttatott öntözővíz (mm)	178	175	225	200	211	275	320	160
Víz összesen (mm)	404,2	306,6	473,9	388,8	444,4	434,3	468,1	444,1
Effektív hőmérsékletösszeg	1589	1468	1636	1695	1541	1605	N.A.	1709
Csőszám/mintatér átl. (db/100tő)	83,40	105,10	96,00	98,63	84,60	95,80	108,00	103,70
Termékenyülés (%)	80	90	70	95	70	95	92	92
Idegen cső/mintatér átl. (db/100tő)	0,40	0,10	0,40	0,00	0,00	0,00	0,13	0,10
Látható fuzárium fertőzöttség (%)	1,01	0,50	0,50	3,56	2,54	0,58	0,28	0,11
Rovarkártétel (%)	1,14	0,72	0,58	1,60	2,36	0,80	0,03	0,26
Betakarítási szemnedvesség (%)	14,20	18,10	14,00	13,30	14,20	12,70	14,50	14,90
Csőves betak. (ha)	5,70	7,10	33,50	5,50	2,50	48,10	11,00	30,00
Szemes betak. (ha)	49,80	43,90	27,50	78,50	70,50	21,90	10,00	23,50

2. táblázat. A 2010-es év kísérleti tábláinak főbb adatai

Hibrid (2010. év)	PR39F58 II.	PR39F58 III.	PR39F58 IV.	P9494 I.	P9494 II.	PR39A98
Kombinációs képlet	PH7HG x PH7AB	PH7HG X PH7AB	PH7HG X PH7AB	W2Z X RCE	W2Z X RCE	7HG X BDV
Vetésarány	4:2 szűkített	4:2 szűkített	4:2 szűkített	4:2 szűkített	4:2 szűkített	4:2 szűkített
Táblaszám	10SZ099	10SZ241	10BE085	10SZ024	10BE114	10SZ266
Termelő gazdaság	GOF Kft	SZABÓNÉ O. VIKTÓRIA	FRIZ TEJ KFT	ALCSISZIGETI MG ZRT	Horga-Völgye Gab. Ért. Szöv.	TIFAGRO KFT
Előállítás helye	Öcsöd	KENGYEL	KONDOROS	MEZŐHÉK	Békésszentandrás	TISZAFÖLDVÁR
Talajtípus	öntés talaj	csernozjom	csernozjom	csernozjom	lössös öntéstalaj	réti öntéstalaj
Vetés ideje (anya)	2010.04.27	2010.04.21	2010.04.27	2010.04.29	2010.05.03	2010.04.30
Betakarítás ideje	2010.10.08	2010.10.08	2010.10.07	2010.10.09	2010.10.10	2010.10.09
Tenyészdő hossza	161	170	163	163	160	162
Tőszám (anya/ha)	56000	48000	55000	44000	54000	43000
Csapadék tenyészdőszakban (mm)	435,0	461,2	530,5	448,9	431,5	452,0
Kijuttatott öntözővíz (mm)	0	0	0	0	0	0
Víz összesen (mm)	435,0	461,2	530,5	448,9	431,5	452,0
Effektív hőmérsékletösszeg	1505	1597	1502	1559	1464	1555
Csős szám/mintatér átl. (db/100tő)	95,4	101,6	104,2	114,2	138,5	99,7
Termékenyülés (%)	20	85	85	50	20	60
Idegen cső/mintatér átl. (db/100tő)	0,50	0,40	0,40	0,00	0,20	0,40
Látható fuzárium fertőzöttség (%)	4,10	7,20	5,80	1,50	2,60	7,81
Rovarkártétel (%)	4,70	1,70	4,10	3,20	5,40	6,34
Betakarítási szemnedvesség (%)	18,0	16,0	17,4	19,0	20,0	18,0
Csöves betak. (ha)	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Szemes betak. (ha)	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

3. táblázat. A 2011-es év kísérleti tábláinak főbb adatai

Hibrid (2011. év)	PR36V52	PR36V52 CC	PR37F73 I.	PR37F73 II.	PR37F73 SS	PR37D25	PR37D25 SV	PR39R86 II.
Kombinációs képlet	PHHMD x PH8JR	PHZ4F x PH8JR	PHB00 x PHCPR	PHB00 x PHCPR	PH13T5 x PHCPR	PH7BW x PH54M	Y57 x PH54M	PH7HG x PH5FT
Vetésarány	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	4:2 szükített	0 apás	0 apás	4:2 szükített
Táblaszám	11SZ123	11SZ124	11SZ152	11SZ316	11SZ317	11SZ352	11SZ353	11SZ356
Termelő gazdaság	Farkas és Tsa Kft	Farkas és Tsa Kft	Gere Mihály	Origo-Agro	Origo-Agro	Szabóné O. V.	Szabóné O. V.	Szántó Lajos
Előállítás helye	Martfű	Martfű	Martfű	Martfű	Martfű	Kengyel	Kengyel	MARTFŰ
Talajtípus	csernozjom	csernozjom	csernozjom	csernozjom	csernozjom	csernozjom	csernozjom	csernozjom
Vetés ideje (anya)	2011.04.23	2011.04.15	2011.05.06	2011.04.17	2011.04.20	2011.05.13	2011.05.03	2011.04.23
Betakarítás ideje	2011.09.21	2011.09.21	2011.09.22	2011.09.22	2011.09.22	2011.09.21	2011.09.21	2011.09.22
Tenyészdő hossza	151	159	139	158	155	131	141	152
Tőszám (anya/ha)	57000	57000	58000	58000	58000	66000	66000	57000
Csapadék tenyészdőszakban (mm)	193,0	193,1	187,4	193,0	193,0	176,3	188,4	193,0
Kijuttatott öntözővíz (mm)	150	150	215	180	180	170	170	150
Víz összesen	343,0	343,0	402,4	373,0	373,0	346,3	358,4	343,0
Effektív hő összeg	1640	1667	1587	1676	1666	1556	1584	1650
Csőszám/mintatér átl. (db/100tő)	105,1	121,0	97,0	100,6	99,8	93,0	93,4	126,0
Termékenyülés (%)	82	64	86	77	84	65	58	74
Idegen cső/mintatér átl. (db/100tő)	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,20
Látható fuzárium fertőzöttség (%)	0,19	0,32	0,14	0,11	0,52	0,71	0,80	1,06
Rovarkártétel (%)	0,63	0,48	0,76	0,92	1,10	2,25	0,87	0,43
Betakarítási szemnedvesség (%)	13,48	14,91	14,00	16,00	14,40	19,40	16,90	14,10
Csőves betak. (ha)	5,00	3,20	4,30	6,50	4,20	5,10	4,40	3,90
Szemes betak. (ha)	5,00	3,20	4,30	6,50	4,20	5,10	4,40	3,90

5.4. Táblakiválasztás, rendkívüli szemle

A táblakiválasztás során a következő szempontokat helyeztük előtérbe a vetőmagüzem közelségén kívül:

- a kiválasztott hibridek a köztermesztésben elterjedtek legyenek,
- egyszeres keresztezések (SC) legyenek a fajtakitermesztés és izoelektromos fókuszálás könnyebb kiértékelhetősége érdekében,
- olyan hibridek legyenek, amelyek az előző évek kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat-eredményei nagyobb számú fajtaidegent mutattak ki,
- az előállítások lehetőleg alacsony (20% alatti) szemnedvesség tartalommal rendelkeztek a betakarítás idején, hogy a szemeken minél kevesebb mechanikai sérülés keletkezzen.

A hibrid-előállító terület nagyságtól függően vagy az egész szaporító táblát vagy annak egy részét jelöltük ki kísérletre (*továbbiakban kísérleti tábla vagy parcella*). A kísérleti tábla felét **szemesen (morzsolt, kísérleti csoport)**, felét **csövesen (kontroll csoport, hagyományos betakarítás)** takarítottuk be. Ezt a kísérleti parcellát egy rendkívüli, 6. szemlében részesítettük, mindegyiket azonos módon. Első lépésként ellenőriztük az apasorok eltávolításának szakszerűségét. Ezt követően a táblán átlósan haladva az anyasorokban véletlenszerűen, összesen 10 mintateret vettünk fel és mintaterenként egymás utáni 100 értékelhető anyanövényt vizsgáltunk. A törött vagy csenevész töveket figyelmen kívül hagytuk. A csöveket az anyanövényeken lefosztottuk, feljegyeztük a 100 anyanövényen talált (termést is hozó) csövek számát, az idegen csöveket, a rovar- és gombakártételt a csövek borítottságának arányában (6-7. képek).



6. – 7. kép. Kísérleti tábla növényállományának bírálata (saját fotók, 2009)

5.5. Betakarítás, szárítás, mintavétel

A szemlét követően néhány napon belül a kísérleti tábla betakarításra került. A „szemes kezelést” John Deere 98.80STS axiáldobos kombájnnal, a csöveset OXBO 8430XP és 8420XP csótörőkkel takarítottuk be. A csótörő- és a szemesen betakarító kombájn egy időben dolgozott a táblán, hogy a két kezelés azonos időben és szemnedvesség tartalommal érkezzen a vetőmagüzembe.

Az első évben a kísérleti táblarészen táblamegosztással az egyik felét szemesen, a másik felét csövesen takarítottuk be. A második és harmadik években a két kombájn egymás mellett haladt, hogy a betakarítás minél homogénebb legyen (8. kép). Miután a termés lekerült a tábláról a szállítójárművek Szarvasra, a Pioneer ZRt. vetőmagüzemébe vitték a hibridkukorica vetőmagot.



8. kép. Kísérleti tábla (*balra szemes, jobbra csöves*) betakarítása (saját fotó, 2010)

A morzsolt csoport a mérlegelés után a szállító járműről felhordón keresztül közvetlenül a szárítókamrákba került, ahol a tárolás és szárítás a csöves kukoricára használatos szárítókamrákban (MAXON, Luchthaven, USA), 80-90 cm-es rétegvastagságban történt. Fajtánként mintegy 20 kg mintát a szárítóból való kitárolás közben vettünk, automata mintavevővel, magáramból.

A csótörővel betakarított kukorica hagyományosan, először a fogadó garatba került, ahol kb. 40 kg csöves mintát szedtünk. Az első évben ez a mennyiség kevésnek bizonyult a többszöri vizsgálatokhoz (lásd eredmények fejezet), ezért a második és harmadik években ennek kétszeresét vettük. A csöves minták a kézi fosztás és válogatás után juta zsákba kerültek (9. kép) és a minta kísérte a fosztón és válogatóasztalon

áthaladt csöves kukoricát a szárító kamrákba. A szárítás és feldolgozás is a Pioneer ZRt. Vetőmagüzemében folyt, Szarvason.



9. kép. Csöves minta, azonosító jelzéssel (saját fotó, 2009)

A betakarítás után a szemes csoport 2-6, míg a csöves 3-12 órán belül a szárítókamrákba került. A különbséget a fosztó és válogató vonalak kapacitása adta. A nedvességtartalom szükséges elvonása mindkét esetben elő- (38°C) és utószárítással (max. 42°C) történt.

5.6. Nedvességtartalom mérés

A beérkezett vetőmagból kocsinként három helyről vettünk mintát nedvességtartalom vizsgálathoz (10. kép). A minta víztartalmát Agromatic Digital-S gyorsmérővel mértük, melynek pontossága $\pm 0,5\%$ 4-45% mérési tartományon. Szemes betakarításnál három helyről vettünk és mértünk, a csövesnél három helyről csöveket szedtünk fel, és a csöveket lemorzsolva kaptuk a nedvességtartalom elvégzéséhez szükséges három alapmintát. Egy-egy tábla és kezelés vizsgálati eredményeinek számtani átlagai lettek a nedvességtartalom eredményei.



10. kép. Mintavétel nedvességtartalom méréshez (saját fotó, 2009)

5.7. Szántóföldi veszteségek

A betakarítás után a szaporító táblákon újra mintateret vettünk fel (táblánként és kezelésként 10-10 mintateret) a tarlón átlós irányban haladva, hogy megállapítsuk mindkét kezelésnél a szántóföldi szemvesztés mértékét (11. kép). A két kezelés tarlója jól elkülöníthető volt egymástól, mert a csőtörő kombájn magas tarlót hagyott, hiszen csak a csöveket vette le a szárról, a szemesen betakarító alacsony tarlót, mert a szarát is elvágta.



11. kép. Szántóföldi szemvesztésmérés (saját fotó, 2009)

A termésvesztés mennyiségére számításokkal következtetünk. Egy mintater 100 anyató volt, ami alól összeszedtük az elhagyott kukoricacsöveket és darabokat, majd ezeket lemorzsoltuk, és lemértük. Ezen mintatereken belül egy 1 m²-es, véletlenszerűen lehelyezett dobókeret alól összeszedtük az összes elhullott

kukoricaszemeket, majd ezeket is lemértük. Azt tudtuk, hogy az apa, illetve az anyasorok milyen sorarányban voltak, és mennyi volt az anyatövek száma hektáronként. A vetésarányból tudtuk, hogy 1 ha vetőmag-szaporító tábla hány százalékát borította anyanövény. Így a 10 x 1 négyzetméternyi (m²) területekről összeszedett szemek tömegének számtani átlagát megszoroztuk azzal a számmal, ahány ezer négyzetméter anyanövény volt egy hektáron. Azután a 10 x 100 anyanövény alól felszedett, csövekről lemorzsolts szemek tömegének átlagát megszoroztuk az egy hektáron lévő anyanövények számával. A két eredményt összeadva kaptuk meg a szántóföldi szemveszteséget, és azt kg/ha-ban fejeztük ki.

5.8. Feldolgozás

Miután a szárítás befejeződött, az összes mintát kézzel dolgoztuk fel. A csöves mintákat kézi morzsolóval lemorzsoltuk, majd valamennyi mintát osztályoztuk (aljaztuk és fölőztük) 6,5-10,5 körrostán. Az első évben két hibrid-előállítás mintáját résrosták segítségével frakciókra is bontottunk: nagy lapos (LF – Large Flat), nagy gömbölyű (LR – Large Round), közepes lapos (MF – Medium Flat) és közepes gömbölyű (MR – Medium Round), melyeket a dolgozatban, a szakmában is elterjedt angol rövidítéssel jelöltem.

A következő években az osztályozás mellett minden mintát fracionáltunk. Voltak olyan hibridek/táblák/évjáratok, ahol nem keletkezett minden frakcióból annyi minta, hogy azokból laborvizsgálatokat lehessen végezni, mert az adott frakció(k) nem, vagy nagyon kis hányaddal szerepelt(ek) abban a vetőmagtételben. Fontos megemlíteni, hogy a kísérleti mintákat nem volt lehetőségünk a fajsúly szerint osztályozó szeparátoron is átengedni, így az egész, de könnyű, léha szemek a mintában maradtak. Ezek jelenléte mindkét kezelésnél a csírázóképeséget negatív irányban befolyásolhatta. Ha a vetőmagüzemben az üzemi gépsoron halad át a vetőmag, akkor jó eséllyel a kézi feldolgozásunknál (még) jobb csírázóképeségi eredményeket kaptunk volna mindkét kezelésnél.

A kézi feldolgozás során keletkezett alapmintákból mintaleosztóval, felezéses módszerrel laboratóriumi mintákat képeztünk csírázóképeség, életerő, fajtakitermesztés és izoelektromos fókuszálás vizsgálatokra. A csírázóképeség vizsgálatokat legalább három laboratóriumban végeztük párhuzamosan ISTA módszer szerint.

5.9. Vizsgálatok helyszínei

A munkában a következő vetőmagvizsgáló laboratóriumok és fajtakitermesztő állomás vettek részt:

1. Pioneer Hi-Bred Termelő és Szolgáltató ZRt., International Seed Testing Association (ISTA) által akkreditált vetőmagvizsgáló laboratóriuma, Szarvas
2. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (és jogelődje a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ), Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatósága, ISTA által akkreditált Központi Vetőmagvizsgáló Laboratóriuma, Budapest – gélelektroforézis vizsgálatok
3. Fejér Megyei Kormányhivatal, Növény és Talajvédelmi Igazgatósága, Vetőmag- és Szaporítóanyag Felügyeleti Osztály (és jogelődje a Fejér Megyei MgSzH) Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) által akkreditált Vetőmagvizsgáló laboratóriuma, Székesfehérvár
4. Baranya Megyei Kormányhivatal, Növény és Talajvédelmi Igazgatósága, Vetőmag- és Szaporítóanyag Felügyeleti Osztály, NAT által akkreditált Vetőmagvizsgáló laboratóriuma, Pécs
5. Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományi Kutató Központ (és jogelődje az MTA Mezőgazdasági Kutató Intézet) vetőmagvizsgáló laboratóriuma, Martonvásár – életerő vizsgálatok
6. NÉBIH Fajtakitermesztő Állomás (és jogelődje a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei MgSzH) Monorierdő – kisparcellás fajtaazonosító vizsgálatok

Csírázóképesség vizsgálatokat az 1, 2, 3, 4, 5-ös pontok alatt lévő laboratóriumokban végeztünk.

5.10. Tárolás

A kísérleti vetőmagot dupla falú papírszakban a Pioneer ZRt. vetőmagüzemében üzemi körülmények között tároltuk a következő évi laborvizsgálatokhoz. A papírszakokat egyedileg jelöltük (azonosítottuk), levarrtuk és leplombáltuk, hogy a minták tartalmából elvenni és hozzátenni ne lehessen. A tároló padozata beton, fala és teteje fémszerkezetű volt, a hőmérséklet télen nem süllyedt 10°C alá, és nyáron nem emelkedett 25°C fölé, a relatív légnedvesség 50-60% között mozgott egész évben.

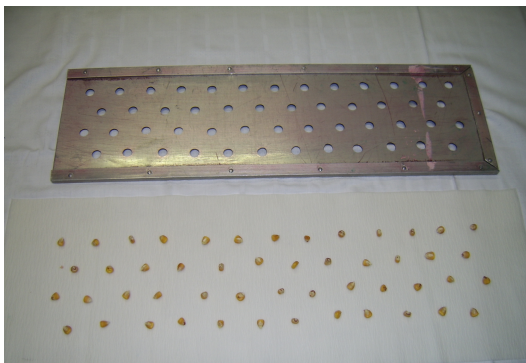
Betakarítás után egy évvel újra vizsgáltuk a vetőmag csírázóképességét, életerejét.

6. A minősítés alapját képező vetőmag-vizsgálatok, vizsgálati módszerek

Minden laboratóriumi vizsgálatot ISTA által ajánlott és elfogadott módszerek alapján végeztünk.

6.1. Csírázóképeség vizsgálat

A vizsgálat célja, hogy az adott faj igényeinek megfelelő laboratóriumi körülmények között meghatározzuk egy adott vetőmagtételt képviselő minta maximális csírázóképeségét. A csírázóképeség vizsgálatához, fajazonos, tiszta mag szükséges. „Tiszta” anyagot akkor kapunk, ha a laboratóriumi mintából kivesszük az idegen magvakat, a szennyeződések és a fél, illetve a félnél kisebb törött szemeket. A lerakást úgynevezett lerakó sablon segítségével végeztük (12. kép) ISTA szabvány szerint mintánként és laboratóriumonként 100 szem vetőmagot négyszeri ismétlésben. Ezután a vetőmagot klimatizált kamrákban csíráztattunk, ahol a hőmérséklet a 8 óra megvilágított periódus mellett 30°C, a 16 órás sötét fázis alatt pedig 20°C volt, a relatív légnedvesség tartalom pedig 70%. Csíráztató közegként az általánosan elterjedt kreppelt szűrőpapírt használtuk három rétegben, tekercsben (Between Paper; BP), melynek minden grammja 1,4-1,7cm³ vizet tartalmazott (13. kép).



12. kép. Lerakó sablon használata, 13. kép. Papírtekercs a csíráztató kamrában (saját fotók, 2009)

A csíranövények értékelését az ISTA kézikönyv (2010) csíranövény bírálókulcsa alapján végeztük, fejlettségtől függően a lerakástól számított 6-7. napon. Megkülönböztettünk ép- és abnormális csíranövényeket valamint élettelen (holt) magvakat. Épnek vettük azokat a csíranövényeket, amely a szabványban előírt megfelelő méretű, ép, egészséges hajtással és gyökézzel rendelkeztek. Abnormálisnak

bíráltuk, ha annak hajtása vagy gyökérzete fejletlen, torz, sérült, illetve hiányos volt. A ki nem csírázott magvakon egyéb, biokémiai életképességi vizsgálatokat nem végeztünk, hanem holt magvaknak vettük őket (melléklet). A felsorolt kategóriák arányát ismétlésenként darabszázalékban (db %) fejeztük ki, majd a kapott értékeket átlagoltuk. Szabvány szerint az értékeket egész számra kell kerekíteni, de a kísérletek pontos statisztikai kiértékelhetősége miatt ettől eltekintettünk. Szabványos a csírázóképeség, ha az ép csíranövények száma (egész számra kerekítéssel) eléri a 90%-ot.

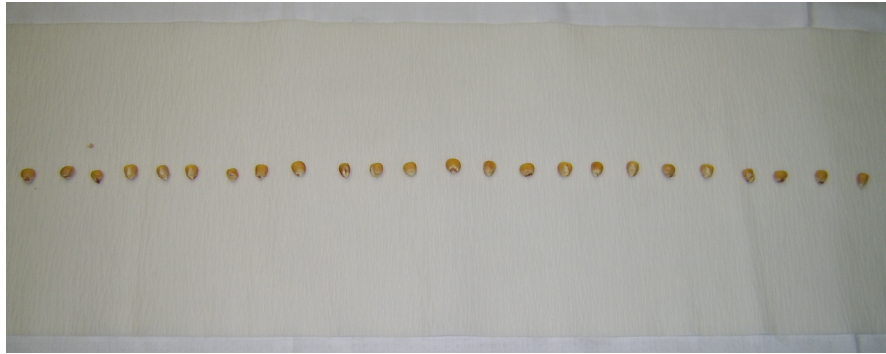
6.2. Életerő (vigor) vizsgálat

Ahhoz, hogy egy vetőmag biológiai értékét meghatározzuk, nem elég csak a csírázóképeséget vizsgálni. Előfordul, hogy azonos csírázóképeségű vetőmagtétel a szántóföldön azonos időben, azonos helyre vetve eltérően csíráznak, kelnek, fejlődnek, abiotikus stresszre eltérően reagálnak. A különbséget az életerő (vigor) adja, ezért a csírázóképeségi tesztek mellett elvégeztük a hibridek életerő vizsgálatát is.

Módszerként az ISTA által is ajánlott Barla-Szabó féle „Komplex stresszeléses vigor vizsgálatot” (Complex Stressing Vigour Test; CSVT) választottuk. A csíráztató közeg megegyezett a csíráztatás során használtal. Első lépésben mintánként a tiszta anyagból 200 magot (25 szem 8 ismétlésben) 0,15%-os Neomagnol oldatban 25°C-on 48 órán át, majd 5°C-on, szintén 48 órán keresztül áztattuk. Az alacsony hőmérséklet mellett a hypoxia is erős stressz faktor. Végül pozicionált lerakással (gyököcskével lefelé) 96 órán át, állandó megvilágítás és 25°C hőmérséklet mellett 8 x 25 mag (BP) csíráztatása következett (14. kép).

Értékelés során feljegyeztük a nagy- és kis vigort mutató, az abnormális csíranövények és élettelen magvak arányát. Nagy vigornak vettük azokat a csíranövényeket, amelyek ép, egészséges hajtást és elsődleges gyökérzetet növesztettek. Kis vigorú volt, aminek ép, egészséges volt a hajtása és gyökérzete, de hajtáshossza az öt legnagyobb csíranövény hajtáshosszának az egyharmadát nem érte el. Abnormálisnak vettük a csíranövényt, ha a hajtása, gyökérzete fejletlen, torz, beteg, sérült vagy hiányos volt. Ha a magban a csírázás meg sem indult – egyéb, biokémiai életképesség vizsgálat nélkül - holt magvaknak vettük (15. kép). Az értékeket darabszázalékban (db %) fejeztük ki.

A papírtekercsben lévő valamennyi csíranövényről letörtük a hajtást és gyökérzetet és ismétlésenként külön feljegyeztük ezek nedves hajtás- és gyökértömegét (g/25 csíranövény). A dolgozatban a nagy vigort, a csíra- és gyökér tömeget értékeltük ki.



14. kép. Pozícionált lerakás vigor vizsgálathoz (saját fotó, 2010.)



15. kép. Csíranövények - ép csíranövény/nagy vigorú-; kis vigorú-; abnormalis csíranövény; holt magvak (saját fotó, 2010)

6.3. Izoelektromos fókuszálás ultravékony gélen (UTIL-IEF)

ISTA által ajánlott és elfogadott gélelektroforézis módszer a genetikai tisztaság és fajtaazonosítás gyors megállapításához. A genetikai tisztaság megállapításához 200 mag méretű minta elfogadható kompromisszumként az eredmény pontossága és a szükséges munkaidő nagysága között. Természetesen, minél nagyobb a vizsgált szemek száma, annál kisebb a tévedés valószínűsége.

Először egy úgynevezett referencia gél kell készíteni, ahol egymás mellett futtatjuk a hibridet és szülővonalait, majd ezeken olyan markersávokat keresünk,

amelyek csak az apa- illetve csak az anyavonalakra jellemzőek és ezek megjelennek a két vonal keresztezéséből létrejött hibridben is. A könnyebb kiértékelhetőség miatt kísérleteinkben csak SC hibrideket választottunk, mert ebben az esetben csak egy mintázat jellemzi a hibridet, amelynek sávjait az apától és az anyától öröklő. A kukoricából szemenként alkoholban/desztillált vízben (fajta-, hibridfüggő) oldódó tartalékfehérjéket vontunk ki és IEF módszerrel választottuk el ultravékony poliakrilamid gélen. Az elektroforézist az anódtól a katódig növekvő pH gradiensen végeztük. Elektromos áram hatására az elválasztandó fehérjék az izoelektromos pontjuknak megfelelő pH értéknél összegyűltek, fókuszálódtak. Ezután a gél fixáló oldatba helyeztük, a fixálás után megfestettük, majd száradás után kiértékeljük.

A gélen megfuttatott fehérje sávok mintázata az adott fajtára, hibridre vagy beltenyésztett vonalra jellemző. Az önbeporzott egyedek fehérje lenyomata megegyezik az anyai szülő lenyomatával. Idegen beporzást az eltérő mintázat mutatja, főként, ha a fajta mintázatában váratlan helyen jelenik meg fehérje sáv. Eltérő mintázatú magok egy másik fajtával/hibriddel való szennyezettség következtében is adódhatnak. A genetikai tisztaságot az önbeporzott és idegenbeporzott szemek száma alapján százalékban (%) adtuk meg.

6.4. Kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat

A fajtaazonosító vizsgálat (fajtakitermesztés) egyik célja a fajtaazonosság vizsgálata, annak megállapítása, hogy a fajta a rá jellemző (a hivatalos fajtaleírásában rögzített) tulajdonságait a továbbszaporítás során megőrizte-e, azok változtak-e. A másik a fajtatisztaság vizsgálata, annak megállapítása, hogy az adott szaporítást reprezentáló mintából vetett parcella növényállománya megfelelő-e (MSZ 20476:2008).

A betakarítás utáni évben a kísérleti vetőmagokat szántóföldön kitermesztettük. Üzemi gyakorlatnak megfelelően, az adott mintákat vizsgálati parcellákba vetettük, a biztonság kedvéért dupla, 140 méteres sorokba. A vetőmagot csávázatlanul, vetőpuska segítségével helyeztük a talajba, 76 cm sor- és 22-25 cm tőtávra.

A kitermesztés során a nagy csíraszám ellenére sem kaptunk nagy egyedszámot. A 2010-es évben a sok csapadék és következménye, a kései vetés okozott problémát, 2011-ben a csapadékhiány, 2012-ben pedig a kelés időszakában jelentkező vadkártétel. Mindezek ellenére minden vizsgálati parcellán a vizsgálatainkhoz elegendő, cca. 180-600 közötti növényszámot kaptunk. A szabványban rögzített minimális értékelhető növénytövek száma 100 db/vizsgálati parcella.

A növényeket virágzáskor és éréskor bonitáltuk a kukorica hibridek hivatalos fajtaleírása alapján. Fajtaidegennek vettük azokat a töveket, amelyeknek morfológiai bélyegei eltértek a megjelölt fajtáétól, és a fajtatisztaságot százalékban (%) fejeztük ki.

Az izoelektromos fókuszálás és a fajtakitermesztés tekintetében is, minden tábla és kezelés esetében csak az osztályozott, de nem frakcionált mintákból történt a vizsgálat. Tekintettel arra, hogy mindkét eljárás nagyon költséges, munka-, idő- illetve helyigényes, a vetőmag-minősítés alkalmával használatos módszert követtük, amiből a NÉBIH egyetlen vizsgálatnál Vizsgálati Jegyzőkönyvet (IEF) illetve Fajtaazonosító Vizsgálati Bizonyítványt (fajtakitermesztés) állít ki. A genetikai tisztaság vizsgálatánál kezelések és a módszerek eredményeit összevetettük, de az eredményekből statisztikai számításokat nem tudtunk végezni.

6.5. Felhasznált statisztikai módszerek

A statisztikai kiértékeléshez a csírázóképeség és életerő (függő változók) vizsgálatoknál SPSS 15 programot használtunk. A 6,5-10,5 tartományban háromtényezős (független változók: hibrid, kezelés, tárolás), a frakcióknál (LF, LR, MF, MR) négytényezős (független változók: hibrid, kezelés, tárolás, frakció) variancia analízist alkalmaztunk. Megállapítottuk van-e a tényezők között szignifikáns különbség, és elemeztük a kapcsolatok szorosságát (parciális η^2). Egyes esetekben a mintából vagy az adott frakcióból nem-, vagy viszonylag csekély mennyiségben nyertünk vetőmagot. Ha az adott frakciót nem tudta minden vizsgálólabor mindkét alkalommal csíráztatni, annak a labornak az adott frakció összes eredményét elvetettük az azonos statisztikai kiértékelhetőség (azonos ismétlésszám megtartása) végett. Ha a csírázóképeség vizsgálatnál az adott laborban a négyből legalább három, a vigor vizsgálatnál a nyolcból legalább hat ismétlés értékelhető volt, a hiányzó adatokat *non iteratív* monoton módszerrel és lineáris regresszió alkalmazásával pótoltuk. Első lépésként (a statisztikai programcsomag segítségével) megvizsgáltuk az egyes változók eloszlás mintázatát. Ennek során minden változó esetében monoton csökkenő vagy növekvő eloszlás mintázatot kaptunk, így a továbbiakban az ennek a mintázatnak megfelelő matematikai módszert alkalmaztuk, amely nem iteratív (tehát nem a keresett érték egymás utáni közelítéseit adja). Mindezek ismeretében a második lépésben a monoton növekvő vagy csökkenő sorrendbe rendezett adatok alapján lineáris regresszióval (a hiányzó adatmennyiséggel megegyező szakaszonként, a meglévő értékeket becsülő változóként alkalmazva) megbecsültük a változók hiányzó értékeit.

7. Eredmények és értékelésük

7.1. Betakarítás utáni veszteségek

Miután a szaporító tábláról betakarították a vetőmagot, mintavételek alapján következtettünk a szemes és csöves betakarítás szemveszteségére (4. táblázat).

4. táblázat. A vizsgált hibridek terméseredményei, és szántóföldi szemveszteségei

Hibrid	Termés (t/ha)		Veszteség betakarításkor (kg/ha)	
	szemes	csöves	szemes	csöves
PR39H32	1,47	0,86	115,7	47,3
PR38D89 SV	2,97	3,16	367	73,7
PR35Y65	2,53	1,74	561,4	352,6
PR39F58 I.	3,09	2,44	nincs adat	nincs adat
PR39R86 I.	1,32	1,39	331,6	17,8
PR38H67	1,32	1,39	156,5	164
PR39G83	0,49	3,86	nincs adat	nincs adat
PR39R20	4,96	2,94	331,6	102,4
PR39F58 II.	0,66	0,61	347,5	189,6
PR39F58 III.	2,68	2,31	150	51,2
PR39F58 IV.	2,47	2,11	241,8	135,3
P9494 I.	1,22	1,37	404,6	268
P9494 II.	1,3	1,64	680,9	127,6
PR39A98	1,56	1,47	309	20,7
PR36V52	3,69	3,27	215,9	75,3
PR36V52 CC	2,56	2,2	237,3	32,5
PR37F73 I.	3,72	3,04	190,5	81,5
PR37F73 II.	3,56	3,34	369,6	121,6
PR37F73 SS	4,17	3,66	230,6	74,6
PR37D25	2,04	1,58	894,2	97,4
PR37D25 SV	1,44	1,03	775	72
PR39R86 II.	2,53	1,96	358,62	101,18

A hagyományos betakarítás esetén 20 tábla átlagában 110 kg/ha volt az átlagos szempergés, 18 és 353 kg/ha szélsőértékekkel. Szemes betakarításnál magasabb, 371 kg/ha átlag szempergést mértünk, és a szélsőértékek között is nagyobb volt a különbség (116-894 kg/ha). A szórás tekintetében is nagyok voltak a kezelések közötti különbségek. Míg a csöves esetében 82,83 kg volt a szórás, a szemesnél ennek közel

háromszorosa, 220,24 kg. Igaz, a szemveszteség legmagasabb értékei között is közel háromszoros különbséget mértünk.

Megállapítottuk, hogy a szemes betakarítás nagyobb szántóföldi veszteséggel jár. Figyelembe véve a terméseredményeket, egyértelműen látszik, hogy a csöves kezelés vetőmagüzemi veszteségeit így sem éri el, a szántóföldön megtermelt termésből összességében több vetőmag lesz a szemes betakarítási móddal (4. táblázat). A csövesen betakarított termés szállítása és feldolgozás során keletkezett - a Pioneer ZRt. mérései szerint 5-25% - pergésből eredő szemveszteség vetőmagként nem használható fel. A dolgozatnak nem célja a vetőmag termeltető és a vetőmag termelő közötti termés-elszámolás vizsgálata, illetve minősítése, de a termeltető nem fizeti ki a termelőnek azt a megtermelt súlyt, ami a vetőmagüzemi feldolgozás során lepergett a csőről. Szemes betakarítás esetén a termelőnek a kisebb szemveszteség végett magasabb elszámolási súly kerülne megállapításra. Nem utolsó sorban a megtermelt, de kipergett, értékes genetikai alapok (vetőmag) nem kerülnének „megsemmisítésre”, azaz állati takarmányozásra.

7.2. Csírázókéesség vizsgálat

A frakcionálatlan (6,5-10,5mm) vetőmag csírázókéessége a kezelések között több helyen szignifikánsan különbözött (5. táblázat). Az eltérések elemzésére háromtényezős variancia-analízist alkalmaztunk, így az oszlopok alatti SzD értékek lehetőséget adnak az egyes betakarítási módok közötti eltérés valódiságának meghatározására mely a hibridek és a tárolás esetében jelentkezett.

Ha megnézzük a parciális éta négyzeteket (η^2) is, ami analóg a korreláció R^2 értékével, és ami megmutatja, hogy a független változó hány %-ban befolyásolja a függő változó varianciáját, akkor láthatjuk a kapcsolat szorosságát. A kezelésnek (tehát a betakarítás szemes, illetve csöves módjának) a parciális η^2 értéke 0,081, vagyis a különbségek lehetnek ugyan statisztikailag igazolhatóak, de a kapcsolat nagyon laza. Ha az egyes hibridek közötti kapcsolatot nézzük, a parciális $\eta^2 = 0,703$, tehát igen magas az érték. Ez azt jelenti, hogy *sokkal inkább a genetikai háttér határozza meg az ép csírák számát, mint annak betakarítási módja.*

Ha tételesen értékeljük ki, akkor a táblázatban látható, mely hibrideknél tapasztaltunk szignifikánsan magasabb különbséget az ép csíra számában (PR35Y65; PR39R20; PR39F58 (III., IV.); PR39A98; P9494 I., II.; PR37F73 II.; PR37D25; PR37D25 SV; PR39R86 II.) valamely (betakarítás utáni, van egy évvel későbbi)

eredményében. Érdekes, hogy míg a PR39F58 II. és III. csírázóképesége szignifikánsan jobb a csöves betakarításnál, addig a PR39F58 IV. szemes csoportja mutatott szignifikánsan jobb eredményt. Hasonló volt a helyzet a P9494 hibridnél, ahol az egyiknél (II.) a csöves, a másiknál (I.) a szemes csoport volt jobb, és a különbség statisztikailag is igazolható volt.

Szükséges megemlíteni, hogy a kézi feldolgozás során csak a szem épsége (teljessége) alapján tudtuk a magokat szétválogatni, fajsúly szerint nem tudtuk azokat osztályozni, így az egész, de könnyebb szemek (amik pl. egy fuzárium fertőzés során a súlyuk nagy részét és a csírázóképeségüket is elveszítették) benne a mintában. Gépi feldolgozáskor a csírázóképeség a kapott kísérleti eredményeknél jobb is lehetett volna.

A táblázat következő oszlopában ugyan az abnormális csírák kerültek bemutatásra, de az értékelésben előbbre vesszük a holt szemeket. Sok hibridnél (PR35Y65; PR39G83; PR38H67; PR36V52; PR36V52 CC; PR37F73; PR37F73 SS; PR39R86 II.) vagy nem volt különbség a kezelések között, vagy az szakmai szemmel gyakorlatilag elhanyagolható volt.

Bár néhány hibridnél (PR39F58 I.; II.; III.; és P9494 I.) jelentős eltéréseket tapasztaltunk a betakarítási módok között, statisztikai számítások nem mutattak ki szignifikáns különbségeket egy hibridnél sem. A parciális η^2 0,000 volt a kezelés és élettelen szemek kapcsolatában, tehát megállapítható, hogy a betakarítási mód nem befolyásolja az élettelen szemek számát. Sokkal inkább befolyásolja a genetika, hiszen a holt szemek és a hibrid kapcsolatának szorossága 0,753, tehát igen erős a kapcsolat.

Amikor az abnormális csíranövények oszlopát értékeljük, kevesebb olyan hibridet találunk (PR39G83; PR38H67; PR36V52 CC; PR37F73 I.; PR37F73 SS) ahol az elemzés során nem volt szignifikáns különbség a csöves betakarítás javára.

Összefoglalva, a két betakarítási mód közti eltérésben nem az élettelen szemek száma, hanem az abnormális csíranövények játsszák a vezető szerepet. A vizsgálatok alapján elmondható, hogy a szemes betakarítás, ha egyes esetekben igen kis mértékben is, de növeli az abnormális egyedeket. Számszerűsítve, átlagosan 1,71%-kal, és 1,56 szórással, a kezelések közötti legnagyobb különbség pedig 5,5% volt. Ennek ellenére mindkét csoport csírázóképesége lehet szabványos és megfelelhet a szakmai elvárásoknak, a forgalomba helyezés szabályainak.

5. táblázat. A vizsgált Pioneer hibridek csírázóképesége betakarítás után és egy évvel később

Hibrid/tábla	Tárolás	Ép (%)		Abnormális (%)		Holt (%)	
		Szemes	Csöves	Szemes	Csöves	Szemes	Csöves
PR35Y65 9SZ211	1	94,67	98,58	4,17	1,00	1,17	0,50
	2	93,50	94,17*	5,22	4,14*	2,67	1,83*
PR39R20 9BE295	1	95,00	97,75	2,75	1,42	2,25	0,83
	2	93,83	93,42*	5,86*	4,57*	2,00	1,42
PR39G83 9SZ044	1	97,42	98,67	2,17	1,08	0,42	0,25
	2	92,75*	94,50*	4,85*	3,66*	1,75	2,00*
PR38H67 9CS220	1	94,75	95,58	3,25	3,17	2,00	1,25
	2	91,75*	91,17*	5,21*	5,74*	3,67	2,58*
PR39F58 II. 10SZ099	1	90,25	94,00	5,42	2,31	4,67	3,17
	2	84,33*	94,67	7,92*	3,00	7,75*	2,50
PR39F58 III. 10SZ241	1	88,58	92,75	3,81	2,90	7,25	6,42
	2	85,00*	92,67	5,08*	1,50	9,92*	5,83
PR39F58 IV. 10BE085	1	85,58	80,50	4,85	4,11	9,00	16,08
	2	84,08	76,75*	6,83*	5,42*	9,08	17,83*
PR39A98 10SZ266	1	91,58	93,42	2,71	2,76	4,67	4,08
	2	89,33*	93,67	4,75*	2,08	5,92*	4,25
P9494 I. 10BE114	1	82,92	82,00	8,18	5,05	8,92	13,42
	2	84,33	79,25*	8,50	6,17	7,17	14,58
P9494 II. 10SZ024	1	93,25	95,92	4,76	2,74	3,42	2,42
	2	93,25	93,00*	4,08	4,08*	2,67	2,92
PR36V52 11SZ123	1	97,92	97,42	1,67	2,08	0,42	0,50
	2	95,50*	97,00	3,67*	2,33	0,83	0,67
PR36V52 CC 11SZ124	1	97,92	98,42	1,83	1,17	0,25	0,42
	2	96,50	97,58	2,42	2,08	1,08	0,33
PR37F73 I. 11SZ152	1	97,42	98,67	2,08	1,08	0,50	0,25
	2	96,25	95,50*	2,33	2,92*	1,42	1,58*
PR37F73 II. 11SZ316	1	97,00	98,42	1,50	0,75	1,50	0,83
	2	94,67*	97,08	4,08*	2,17*	1,25	0,75
PR37F73 SS 11SZ317	1	96,50	98,08	2,67	1,58	0,83	0,33
	2	95,50	96,50	3,50	2,33	1,00	1,17
PR37D25 11SZ352	1	89,92	96,08	6,50	1,83	3,58	2,08
	2	89,67	94,17*	6,58	4,50*	3,75	1,33
PR37D25 SV 11SZ353	1	90,00	96,33	7,58	2,08	2,42	1,58
	2	89,92	94,75	6,75	3,25	3,33	2,00
PR39R86 II. 11SZ356	1	97,42	98,67	2,00	1,08	0,58	0,25
	2	93,08*	97,58	5,92*	1,92*	1,00	0,50
		SzD5%=1,752		SzD5%=1,216		SzD5%=1,199	

A táblázatban vastagon szedve azok az értékek láthatók, amikor a két kezelés között statisztikailag igazolható volt a különbség a csírázóképeségben. Az érték utáni * jelzi, ha az első (1) és második (2) csíráztatás között (tárolás) szignifikáns különbséget találtunk, akár pozitív, akár negatív irányban.

Annak ellenére, hogy sok esetben a tárolás következtében szignifikánsan csökkent a csírázóképeség, szignifikánsan nőtt az abnormális csíranövények és az élettelen magvak aránya, a tárolás esetében szintén gyenge összefüggést számítottunk, a parciális η^2 értéke 0,104.

Megvizsgáltuk a vetőmag kezeléseit külön-külön, hogy egyes hibridek csírázóképesége mennyivel csökkent a két csíráztatás között, illetve mennyivel nőtt az abnormális egyedek és az életképtelen vetőmagvak száma. Ezután összehasonlítottuk a két csoport eredményeit. Összességében megállapíthatjuk, hogy az egyes csoportokon belül viszonylag magas szórás értékeket kaptunk, ami annak köszönhető, hogy több hibrid szerepelt a kísérletekben és ezek eltérően reagáltak a tárolásra. Ép csíránál a morzsolt csoport átlagosan 1,94, míg a csöves 2,10 százalékos csírázóképeség csökkenést mutatott egy év tárolás után. Ha a szórásokat is figyelembe vesszük (morzsolt 1,84; csöves 1,69), akkor látjuk, hogy a szórás csoportonként majdnem ugyanakkora, mint maga az átlag, tehát az átlag nem képviseli jól az adott csoport csírázóképeségének csökkenését. Mivel a két kezelés szórása hasonló, így a két csoportot összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy *a szemes betakarítás csírázóképesége átlagosan kevesebbet romlott*. A különbség igen csekély, pedig az első csíráztatáskor egyértelmű volt a csöves betakarítás fölénye.

Azt is megfigyelhetjük a csírázóképeség értékeiből, hogy megfelelő üzemi tárolás mellett mindkét kezelésnél megőrizhető a szabványban előírt csírázóképeség, másképpen fogalmazva, első sorban nem a betakarítás módja befolyásolja a tárolhatóságot.

Hasonló volt a helyzet az abnormalitás szempontjából is, és nem okozott meglepetést, hogy mindez ellentétes irányban történt. A morzsolt csoportban egy évi tárolás után átlagosan 1,43, míg a csövesben 1,32%-kal volt több az abnormális csíra. A szórásokat nézve is az előzőhöz hasonló tapasztaltunk (morzsolt 1,32; csöves 1,23), a szórás értéke majdnem elérte az átlagok értékét, tehát az átlagok nem képviselik jól a csoportok abnormális csíra változásait. A hasonló szórás értékek miatt a kezeléseket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a két csoport közül a szemes betakarításnak volt nagyobb mértékű emelkedése.

Az élettelen magvakat a tárolás függvényében vizsgálva a szemes csoportnál kaptunk magasabb értékeket, tehát a szemes betakarítású szemeknél átlagosan nagyobb volt a változás (szemes 0,69%; csöves 0,52%). A szórásokat is figyelembe véve a szemesnek magasabb, 1,16; míg a csövesnek 0,80 volt a szórása, tehát a csöves átlag jobban képviseli a csoportjának átlagát.

Kíváncsiak voltunk, ha a 6,5-10,5mm aljazott-fölözött vetőmagot kalibráljuk, milyen összefüggéseket állapíthatunk meg a csírázóképeségi eredményeiből. Némely hibrid kalibrálása során - elsősorban a gyengébben termékenyülteknél – nem kaptunk minden frakciót, illetve nem olyan arányban és/vagy mennyiségben, hogy azokon az összes laborvizsgálatunkat el tudjuk végezni. Amely hibrideket szét tudtuk válogatni mind a négy frakcióra (LF; LR; MF; MR), azok szerepelnek a (6.) táblázatban.

Itt négytényezős variancia-analízist végeztünk, az adott oszlopok alatti SzD értékek lehetőséget adnak az oszlopaik valamennyi adatnak elemzésére és szignifikáns különbségének megállapítására, természetesen, aminek szakmailag értelme van és indokolt.

A statisztikai számítások során a hibrid, a tárolás, és a frakció esetében beszélhetünk szignifikáns különbségről, az ép, az abnormális csíranövény és az élettelen szemek tekintetében. A kezelés csak az ép és abnormális csírára adott szignifikáns különbséget, az holt magokra nem. A táblázatban szerepel az élettelen szemek alatt SzD érték, de azt csak a tárolás hatásánál vehettük/vettük figyelembe. A kezelések közötti, esetlegesen az SzD5%-nál nagyobb eltéréseket nem volt jogunk szignifikánsként kezelni.

Ha az ép csíranövényeket nézzük, látjuk, hogy a hét hibrid (PR39F58 I.; PR39R86 I.; PR36V52 CC; PR37F73 I.; PR37F73 II.; PR37F73 SS) mindegyikénél tapasztaltunk statisztikailag igazolható különbséget a kezelések között, első sorban a csöves betakarítás javára. A PR39R86 I. MF és PR37F73 I. LR frakciójánál a morzsolt betakarítás mutatott szignifikánsan jobb eredményt a csöveshez képest.

Érdekes, hogy míg a közepes (MF, MR) frakciók valamelyikénél, valamennyi hibridnél-, addig nagy lapos (LF) frakcióban csak egynél (PR39R86 I.) volt szignifikáns különbség. Ha megnézzük a parciális η^2 értékeket (kezelés = 0,052; hibrid = 0,191; tárolás = 0,135; frakció = 0,191) akkor megállapíthatjuk, hogy a szignifikáns különbségek ellenére a legkisebb hatása a betakarítás módjának-, a legnagyobb pedig a hibridnek, a frakciónak és a tárolásnak van a csírázóképeségre.

6. táblázat. A vizsgált Pioneer hibridek frakcióinak csírázóképesége betakarítás után és egy évvel később

Hibrid/tábla	Frakció	Tárolás	Ép (%)		Abnormális (%)		Holt (%)	
			Szemes	Csöves	Szemes	Csöves	Szemes	Csöves
PR39F58 I. 9SZ331	LF	1	97,75	97,88	1,13	0,87	1,13	1,25
		2	96,25*	96,25*	2,75*	2,00*	1,00	1,75
	LR	1	98,13	97,63	1,00	1,25	0,88	1,13
		2	95,50*	96,25*	2,75*	2,00	1,75*	1,75
	MF	1	94,50	96,13	2,00	0,75	2,88	3,13
		2	92,25*	91,75*	4,50*	1,00	3,25	7,25*
	MR	1	95,13	95,88	2,63	1,38	2,25	2,75
		2	92,00*	92,75*	3,50	3,75*	4,50*	3,50
PR39R86 I. 9BE186	LF	1	95,25	98,38	2,88	1,38	1,88	0,25
		2	95,75	96,25*	2,25	1,75	2,00	2,00*
	LR	1	93,88	97,25	4,00	2,50	2,13	0,25
		2	96,25*	95,50*	2,75*	2,75	1,00*	1,75*
	MF	1	94,38	93,75	2,00	2,38	3,63	3,88
		2	94,00	92,75	1,50	2,25	4,50*	5,00*
	MR	1	91,38	94,63	6,00	2,00	2,63	3,38
		2	93,25*	93,25*	2,75*	2,50	4,00*	4,25*
PR36V52 11SZ123	LF	1	97,63	98,50	2,00	1,13	0,38	0,38
		2	97,63	97,13*	2,00	2,38*	0,38	0,50
	LR	1	98,13	97,75	1,50	1,63	0,38	0,63
		2	95,75*	96,13*	3,63*	3,38*	0,63	0,50
	MF	1	95,13	98,00	4,00	1,63	0,88	0,38
		2	95,63	97,00	3,38	2,13	1,00	0,88
	MR	1	95,38	96,50	3,38	2,38	1,25	1,13
		2	95,88	97,50	3,50	1,38*	0,63	1,13
PR36V52 CC 11SZ124	LF	1	98,63	97,50	1,38	1,63	0,00	0,88
		2	96,63*	96,13*	2,50*	3,50*	0,88*	0,38
	LR	1	97,13	98,25	2,25	1,13	0,63	0,63
		2	95,38*	96,50*	3,75*	2,88*	0,88	0,63
	MF	1	96,38	98,13	1,88	1,13	1,75	0,75
		2	96,50	97,50	2,63	1,75	0,88	0,75
	MR	1	96,25	97,88	2,88	1,38	0,88	0,75
		2	95,13	96,25*	3,63	3,13*	1,25	0,63

Hibrid/tábla	Frakció	Tárolás	Ép (%)		Abnormális (%)		Holt (%)	
			Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves
PR37F73 I. 11SZ152	LF	1	98,13	98,88	1,88	0,75	0,00	0,38
		2	98,00	97,00*	2,00	2,38*	0,00	0,63
	LR	1	96,88	97,38	3,00	2,13	0,13	0,50
		2	98,00	95,25*	1,63	3,75*	0,38	1,00
	MF	1	96,88	98,38	2,13	1,25	1,00	0,38
		2	97,25	96,13*	2,50	2,75*	0,25	1,13
	MR	1	97,25	98,25	2,38	0,88	0,38	0,88
		2	93,00*	96,25*	5,75*	2,00*	1,25*	1,75*
PR37F73 II. 11SZ316	LF	1	98,63	98,63	1,25	1,13	0,13	0,25
		2	96,38*	96,88*	2,50*	2,63*	1,13	0,50
	LR	1	96,50	98,38	2,50	1,38	1,00	0,25
		2	96,00	95,63*	3,00	2,75*	1,00	1,63*
	MF	1	96,50	98,13	2,38	0,75	1,13	1,13
		2	95,25*	95,63*	3,38*	3,75*	1,38	0,63
	MR	1	96,25	97,25	3,13	1,75	0,63	1,00
		2	94,75*	94,88*	3,00	2,88*	2,25*	2,25*
PR37F73 SS 11SZ317	LF	1	98,25	98,62	1,50	1,00	0,25	0,38
		2	97,12	97,87	2,00	1,50	0,87	0,63
	LR	1	97,12	97,75	2,50	1,88	0,38	0,38
		2	95,62*	95,75*	3,50*	3,50*	0,88	0,75
	MF	1	95,75	98,37	3,13	1,00	1,13	0,63
		2	93,50*	96,62*	4,75*	2,13*	1,75	1,25
	MR	1	93,87	98,00	5,12	1,50	2,25	0,50
		2	95,37*	95,50*	2,88*	3,00*	1,75	1,50*
			SzD5%=1,218		SzD5%=0,955		SzD5%=0,804	

A táblázatban vastagon szedve azok az értékek láthatók, amikor a két kezelés között statisztikailag igazolható volt a különbség a csírázóképeségben. Az érték utáni * jelzi, ha az első (1) és második (2) csíráztatás között (tárolás) szignifikáns különbséget találtunk, akár pozitív, akár negatív irányban.

Valamennyi hibridnél, mindkét betakarítási módnál a nagy lapos (LF) frakciók csíráztak a legjobban, és a közepes gömbölyű (MR) frakciók a leggyengébben (valamennyi érték meghaladta a szabványban előírt minimumot). Csőves betakarítás esetében ezt a megállapítást már számos korábbi eredmény alátámasztja, szemes betakarítású hibridkukorica vetőmagnál nem találtunk ilyen közlést a szakirodalomban.

Az abnormális csíranövényeknél találjuk a legtöbb statisztikailag igazolható különbséget a két kezelés között. Valamennyi vizsgált hibridnél a négy frakcióból legalább kettő-három esetében szignifikáns különbséget mértünk, jellemzően a csöves csoport előnyére. Itt is azt a következtetést vonhatjuk le, hogy *a szemes betakarítás hatására, ha csak kisebb mértékben is, de nő az abnormális egyedek száma.* Az eredmény nem meglepő. A kérdés csak az volt, hogy a megemelkedett abnormális csíraszám befolyásolja-e érdemben az előírt csírázóképeséget. A vizsgálatba vont hibridek esetében nem módosította jelentősen. A parciális η^2 értékeket figyelembe véve, az abnormális csíra és a vizsgált tényezők közötti szorosság a következőképpen alakult: a kezeléssel való szorosság 0,089; a genetikával 0,015; a tárolással 0,087; a frakcióval pedig 0,075, tehát a szignifikáns különbségek ellenére igen laza a kapcsolat mind a négy tényezővel.

Élettelen szemek tekintetében a statisztikai számítások nem mutattak szignifikáns különbséget a kezelések között, a parciális η^2 értéke 0,000. Mint az előző táblázatnál, itt is kijelenthetjük, hogy az életképtelen magvak száma nincs összefüggésben a betakarítás módjával. A kapcsolat igen laza a tárolással, és a frakcióval (parciális $\eta^2 = 0,087$ és $0,075$) és közepesen szoros a hibrid genetikai hátterével (0,359).

A tárolás tényező vizsgálata során az alábbiakat tapasztaltuk a frakciók elemzésével: a szemes betakarítás átlagosan 0,82, a csöves betakarítás pedig átlagosan 1,78%-ot veszített a csírázóképeségéből. Ha csak az átlagot vesszük figyelembe, látjuk, hogy a csöves csoport kétszer nagyobb mértékű csökkenést mutatott ép csíra tekintetében, de nagy szórást tapasztaltunk a szemes kezelésnél (1,59). A csöves csoport szórása jóval kisebb, 0,93 volt. Hasonlót tapasztaltunk az abnormális csíranövények elemzésénél is, a tárolás során a szemes betakarítás 0,46, a csöves 1,13%-kal nőtt átlagosan. A szórás itt is a csöves csoportnál volt a kisebb (0,81) a szemesnél nagyobb (1,42).

7.3. Életerő vizsgálat

Ha a vetőmag biológiai értékére szeretnénk következtetni, nagyon fontos, hogy a csírázóképeség vizsgálat mellett legalább egy életerő vizsgálatot is elvégezzünk. A Barla-Szabó féle komplex stresszeléses vigor vizsgálat elvégzése után az általunk három legfontosabbnak tartott tulajdonságban (nagy vigor, csíra tömeg, gyökér tömeg) a következő eredményeket kaptuk (7. táblázat).

7. táblázat. A vizsgált Pioneer hibridek életerejé, csíra- és gyökér tömege betakarítás után és egy évvel később

Hibrid/tábla	Tárolás	Nagy vigor (%)		Csíra tömeg (g/25db)		Gyökér tömeg (g/25db)	
		Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves
PR39F58 II. 10SZ099	1	43,00	95,50	1,65	6,41	0,88	5,28
	2	72,00*	97,50	4,96*	7,85*	3,03*	4,59*
PR39F58 III. 10SZ241	1	45,00	54,50	2,18	3,18	1,20	2,30
	2	33,00*	57,50	1,18*	4,67*	0,66*	3,11*
PR39F58 IV. 10BE085	1	52,50	62,50	2,17	3,06	1,17	2,99
	2	43,00*	44,50*	2,01	2,29*	1,46	1,91
PR39A98 10SZ266	1	61,50	82,50	2,85	3,35	2,28	2,54
	2	66,00	95,00*	4,02*	8,41*	2,04	6,45*
P9494 I. 10BE114	1	72,50	54,00	3,53	2,48	3,48	2,13
	2	54,50*	48,00	4,19*	3,22*	2,61*	2,46
P9494 II. 10SZ024	1	77,00	89,00	2,83	5,49	2,52	5,53
	2	85,50*	87,00	6,22*	6,43*	3,34*	6,02
PR36V52 11SZ123	1	87,50	88,00	3,51	3,21	3,14	4,20
	2	90,50	95,00*	3,61	3,90	3,92*	3,64*
PR36V52 CC 11SZ124	1	87,50	87,50	3,37	3,91	3,38	4,20
	2	86,50	93,50	3,60	3,90*	3,59	3,74*
PR37F73 I. 11SZ152	1	87,50	92,50	3,79	3,24	2,54	3,40
	2	89,00	91,00	3,31	4,32	3,68*	3,80
PR37F73 II. 11SZ316	1	83,00	89,50	3,36	3,36	3,74	4,06
	2	95,00*	90,50	3,59	3,16	3,24*	3,13*
PR37F73 SS 11SZ317	1	92,50	83,50	3,89	3,34	4,24	4,50
	2	89,50	88,50	3,52	3,84*	3,71*	3,49*
PR37D25 11SZ352	1	61,50	70,00	1,55	2,03	3,59	4,40
	2	68,00	76,00	2,14	2,58*	3,75	5,28*
PR37D25 SV 11SZ353	1	71,50	81,00	2,18	2,45	3,51	4,87
	2	85,50*	87,50	2,90*	2,57	5,56*	4,90
PR39R86 II. 11SZ356	1	80,00	76,50	3,92	3,29	2,94	2,96
	2	87,50*	84,50	4,76*	4,28*	3,21	3,23
		SzD5%=6,705		SzD5%=0,482		SzD5%=0,452	

A táblázatban vastagon szedve azok az értékek láthatók, amikor a két kezelés között statisztikailag igazolható volt a különbség a csírázóképeségben. Az érték utáni * jelzi, ha az első (1) és második (2) csíráztatás között (tárolás) szignifikáns különbséget találtunk, akár pozitív, akár negatív irányban.

A vizsgálat kiterjedt a kis vigor, abnormális vigor, élettelen magvak elemzésére is, de ezek kiértékelése és megvitatása a dolgozat terjedelmébe nem fért bele. Talán a legfontosabb, hogy a vetőmag hány %-a mutat nagy életerőt, azaz nagy vigort.

A háromtényezős variancia-analízis során mindhárom vizsgált tulajdonság mindhárom tényezőre (kezelés, hibrid, tárolás) szignifikáns különbségeket adott. A parciális η^2 értékeket figyelembe véve itt is elmondható, hogy a hibrid mutatja a legszorosabb kapcsolatot (nagy vigornál 0,717; csíra tömegnél 0,677; gyökér tömegnél 0,643), tehát az életerőt leginkább a hibrid genetikája befolyásolja. A kezelés kapcsolata lazább, de nem elhanyagolható (nagy vigornál 0,129; csíra tömegnél 0,223; gyökér tömegnél 0,381), a tárolás mutatta a leglazább kapcsolatot.

Több hibridnél volt a kezelések között szignifikáns különbség, 8 esetben a csöves mutatott jobb eredményt, de két hibridnél (P9494 II.; PR37F73 SS) a szemes betakarítás volt szignifikánsan jobb az életerő vizsgálatban. Visszatekintve, a P9494 II. szemes csoportja csírázóképeségben is felülmúlta a csövesét. A PR39F58 II. és III.; a PR39A98 és a PR37D25 hibridek csöves csoportja az első és a második csíráztatásuk során is szignifikánsan jobb eredményt mutattak a szemesnél, a PR39F58 IV; P9494 II.; PR36V52 CC; és a PR37D25 SV egy-egy alkalommal mutatkozott statisztikailag is igazolhatóan jobbnak. A többi között nem volt szignifikáns különbség, ennek ellenére figyelemre méltó, hogy PR39R86 II. hibrid szemes csoportja mindkét vizsgálat során meghaladta a csöves értékeit.

Ha az életerőt a csírázóképeséggel összehasonlítjuk, azoknál a hibrideknél, *ahol a csöves csírázóképesége jobb volt, a csöves csoport a vigor eredményeknél is megtartotta a fölényét.* Ezek alól két hibrid kivétel volt. A PR37F73 SS esetében az ép csíra % a csöves javára dőlt, a vigornál viszont mindkét vizsgálatnál a szemes csoport fölényét tapasztaltuk. A PR39R86 II. hibridnél is hasonló volt a helyzet, ráadásul ott a csöves csírázóképesége egy évvel a betakarítás után szignifikánsan jobb volt a szemesnél, az életerőben pedig mindkét vizsgálatnál a szemes csoport volt a jobb.

Általánosságban elmondható, hogy azoknál a hibrideknél – legyen az csöves vagy szemes csoport – ahol a nagy vigor jobb, esetlegesen szignifikánsan is jobb eredményt mutatott a másik csoporthoz viszonyítva, ott a csíra és a gyökér tömegek ezt visszaigazolták.

A továbbiakban a tárolás hatását vizsgáljuk az életerőre. Elsőként a 6,5-10,5, frakcionálatlan csoportot nézzük. Ha magas szórással is (morzsolt 11,83; csöves 7,48)

de mindkét kezelésnél javulást tapasztaltunk egy év elteltével. A szemesnél átlagosan 3,07%, a csövesnél 2,11%-kal volt jobb a tárolás után az életerő.

A nagy szórások miatt érdemes az éveket külön-külön venni. A 2009-es évi kísérletek vigor vizsgálatát az adathiányosságok miatt sajnos nem tudtuk ebben a rendszerben kiértékelni. 2010-ben voltak hibridenként a legnagyobb eltérések az egyes hibrideknél a betakarítási és egy éves tárolási eredményei között. Volt olyan, ami 29%-kal mutatott jobb életerőt, de voltak olyanok, amik 18, illetve 12%-os csökkenést szenvedtek el az egyéves tárolás során. A 2010-es év különbségeinek átlaga, szemes betakarításnál 0,42% javulás, csövesnél átlagosan 1,42%-os romlás. A szórásuk magas, a szemesnek 17,27; a csövesnek 10,21 volt. A 2011-es hibrideknél az átlagos eltérés a tárolás után szemesnél 5,4%-os, a csövesnél 5,4%-os javulás az életerő tekintetében. A szórás itt is magas, de kisebb érték, mint a 2010-es évi (szemes 6,03; csöves 3,27). Mivel mindkét évben nagyon nagyok voltak az értékek szórásai, és voltak olyan hibridek, ahol nagymértékű javulás is előfordult, meglehet, hogy a kukorica egyes hibridjei közvetlenül a betakarítás után csíráztatva alacsonyabb életerőt mutat, mint fél-egy évvel később.

A csíra és gyökértömegek első és második vizsgálata között nem tapasztalunk ekkora különbségeket, de ott is javulást mértünk a tárolás után. A szemes csoportnál átlagosan 0,66 g/25 csíranövény, a csövesnél 0,90 g/25 csíranövény volt a különbség a csíratömegnél. A szórásuk az értékekhez képest magas volt, a szemesnél 1,28, a csövesnél 1,35. Gyökértömeg esetében a szemes betakarításnál 0,37 g/25 csíranövény, a csövesnél 0,17 g/25 csíranövény volt a gyökértömeg átlagos változása pozitív irányban. A szórás itt is magas volt az átlagértékekhez viszonyítva, a morzsoltnál 0,93, a csövesnél 1,27. Ennek ismeretében célszerű lenne további kutatásokat is végezni, hiszen a vetőmag-minősítés szempontjából fontos lenne az életerő vizsgálatot a legmegfelelőbb időpontban, vetés előtt végezni.

A 8. táblázat néhány hibrid frakciójának életerejét, csíra- és gyökértömegét mutatja be. A négytényezős variancia-analízissel készült kiértékeléskor kapott SzD értékek az oszlop valamennyi elemére érvényesek a kezelés tekintetében. A négy tényező közül mindhárom tulajdonság (nagy vigor, csíra tömeg, gyökér tömeg) három tényezőre (kezelés, hibrid, frakció) talált szignifikáns különbséget. Ha megnézzük a parciális η^2 értékeket, megkapjuk a kapcsolatok szorosságát, hogy a független változó hány %-ban befolyásolja a függő változó varianciáját. Míg a kezelés a nagy vigor és a csíratömeg vonatkozásában nem túl szoros kapcsolatot mutatott (0,107 és 0,219), addig

a gyökértömeggel szoros volt a kapcsolat (0,504). Ebből arra következtetünk, hogy a *gyökértömeget közepesen befolyásolja a betakarítás módja.*

Ha a genetikai háttérrel nézzük, *a nagy vigort leginkább a hibrid befolyásolja (0,743) magas parciális η^2 értékkel, hasonlóan erős az összefüggés a gyökér tömeg esetében is (0,645).* Gyenge a kapcsolat a csíra tömeggel (0,062), *tehát a csíratömegre a hibridnek önmagában kicsi a befolyása.*

A frakció és a nagy vigor között laza a kapcsolat (0,189), de a csíra tömeggel (0,408) és a gyökér tömeggel (0,603) ennél jóval szorosabb. Nagy vigornál látjuk, hogy valamennyi hibridnél legalább 2-3 frakcióban szignifikáns a különbség a csöves csoport javára. A PR39F58 II. esetében, bár az LR és MR frakcióknál a csöves mutat szignifikánsan jobb eredményt, az LF frakcióban az első vizsgálatkor a szemes betakarítás lett szignifikánsan jobb, s ezt az előnyt meg is őrizte a második vizsgálat idejére.

Visszatekintve a frakcionálatlan nagy vigor adatsorra, a gyenge eredmények mellett is a csöves csoport mutatott szignifikánsan jobb értékeket. A csírázóképességhez hasonlóan, életerő esetében is megállapíthatjuk, hogy a frakciók közül a legjobb eredményeket a LF, míg a leggyengébbet a MR frakció adta, s ezt leköveti a csíra tömeg is. Érdekes, hogy a gyökér tömegnél minden hibridnél a LR, tehát a nagy gömbölyű frakcióban kaptuk a legmagasabb értékeket mind a csöves, mind a szemes csoport esetében.

A kiértékelés elején jeleztem, hogy a frakció és a gyökértömeg között szoros a kapcsolat. Szoros volt a kapcsolat a kezeléssel is, így nem véletlenül találtuk a kezelések között is a legtöbb szignifikáns különbséget, mégpedig néhány kivételtől eltekintve mindig a hagyományos betakarítás javára.

A tárolás során bekövetkezett változás a frakcióknál nem volt olyan szembetűnő, mint a frakcionálatlannál. A nagy vigor a nagy szórás mellett átlagosan 0,58%-kal (szemes) és 1,42%-kal (csöves) mutattak kisebb értékeket. A csíra és gyökértömeg változásainak átlaga nagyon közel van a nullához, de az értékhez képest itt is nagyok a szórások.

8. táblázat. A vizsgált Pioneer hibridek frakcióinak életerejé, csíra- és gyökér tömege betakarítás után és egy évvel később

Hibrid/tábla	Frakció	Tárolás	Nagy vigor (%)		Csíra tömeg (g/25db)		Gyökér tömeg (g/25db)	
			Szemes	Csöves	Szemes	Csöves	Szemes	Csöves
PR39F58 III. 10SZ241	LF	1	66,50	54,00	3,40	3,38	1,86	2,31
		2	72,00*	62,50*	6,38*	4,02*	2,83*	1,86*
	LR	1	41,00	82,00	2,25	5,91	1,24	4,81
		2	34,00*	72,50*	3,05*	5,20*	1,55*	4,04*
	MF	1	58,00	57,00	2,14	2,39	1,23	1,64
		2	48,50*	45,00*	1,42*	3,00*	0,91	1,59
	MR	1	35,00	75,00	1,52	5,12	0,96	3,23
		2	35,00	58,00	1,50	3,63*	0,77	2,13
PR36V52 11SZ123	LF	1	90,50	90,50	4,09	3,31	3,62	4,54
		2	88,00	96,00*	3,86	4,28*	3,80	4,44
	LR	1	88,50	90,50	3,70	3,94	3,52	5,22
		2	92,00	95,00	3,95	4,76*	4,43*	4,98
	MF	1	85,00	82,50	3,03	3,13	2,55	3,31
		2	82,50	93,00*	2,71	3,72*	2,79	3,81
	MR	1	76,50	82,00	2,41	2,57	2,39	3,35
		2	85,50*	87,50*	3,19*	4,25*	2,77*	4,82*
PR36V52 CC 11SZ124	LF	1	91,50	93,50	4,37	4,28	3,96	4,10
		2	89,00	85,00*	3,22*	4,04	3,79	4,61*
	LR	1	86,50	94,50	3,63	4,71	3,24	4,56
		2	85,50	88,50*	3,36	4,67	2,98	5,02*
	MF	1	79,00	86,50	2,70	2,96	2,82	3,26
		2	85,50*	88,00	3,82*	3,94*	3,42	3,64*
	MR	1	74,50	82,00	2,49	3,22	3,03	3,35
		2	84,00*	86,50	3,09*	3,80*	3,11	4,06*
PR37F73 I. 11SZ152	LF	1	90,50	91,00	3,26	3,50	3,01	3,14
		2	94,00	93,50	3,45	3,67	4,45*	3,26
	LR	1	96,00	95,00	4,92	4,36	4,10	4,30
		2	88,00*	84,00*	3,36*	3,62*	4,00	4,53
	MF	1	87,50	94,50	2,60	4,23	2,18	2,84
		2	81,00*	81,00*	2,04*	2,44*	1,85*	2,99
	MR	1	87,50	86,50	3,34	3,27	2,56	2,98
		2	80,00*	88,00	2,87*	3,50	2,30	3,11

Hibrid/tábla	Frakció	Tárolás	Nagy vigor (db %)		Csíra tömeg (g/25db)		Gyökér tömeg (g/25db)	
			Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves
PR37F73 II. 11SZ316	LF	1	95,00	93,50	3,94	4,35	3,30	4,17
		2	88,00*	*94,00	3,08*	3,29*	3,31	3,31
	LR	1	90,50	89,50	3,35	3,72	3,83	5,58
		2	90,50	91,00	2,80*	3,92	3,19*	4,43*
	MF	1	83,00	86,00	2,58	3,57	2,17	3,30
		2	69,50*	87,00	1,79*	2,96*	2,01	2,67*
	MR	1	83,00	84,50	3,11	3,49	3,27	3,10
		2	88,50*	84,00	3,15	3,25	2,90*	3,42
PR37F73 SS 11SZ317	LF	1	88,00	96,00	3,51	3,73	2,66	4,61
		2	91,50	88,50*	4,19*	3,53	3,40*	3,07*
	LR	1	87,00	95,50	3,44	4,27	3,65	5,56
		2	90,00	91,50	4,51*	4,48	3,94	5,05*
	MF	1	90,00	91,00	3,92	3,11	3,37	3,81
		2	84,00*	94,50	3,08*	3,25	2,75*	3,38*
	MR	1	80,00	84,00	2,74	3,32	3,02	4,19
		2	90,00*	88,50	3,34*	3,78*	2,37*	3,58*
			SzD5%=5,207		SzD5%=0,397		SzD5%=0,321	

A táblázatban vastagon szedve azok az értékek láthatók, amikor a két kezelés között statisztikailag igazolható volt a különbség a csírázóképeségben. Az érték utáni * jelzi, ha az első (1) és második (2) csíráztatás között (tárolás) szignifikáns különbséget találtunk, akár pozitív, akár negatív irányban.

7.4. Genetikai tisztaság (gélelektroforézis, fajtakitermesztés) eredményei

A 9. táblázat foglalja össze a fajtatisztaságra vonatkozó eredményeket. Az első két oszlopban a hibrid és táblaazonosítója szerepel, majd az első eredményoszlopban feltüntettem a kísérleti táblákon, a rendkívüli szemle alkalmával talált idegen csövek arányát. A gélelektroforézis eredményeit a betakarítás évében, a fajtakitermesztését értelemszerűen a következő évben kaptuk meg. Amelyik évben egy adott hibridből több tábla is bekerült a kísérletbe, egy római számos kiegészítést tettünk, de az azonosítást a táblaszám (is) biztosítja.

A vizsgálatba vont 22 tábla közül 20-nak a mintáit tudtuk kitermesztetni és 18-ét izoelektromos fókuszálással elemezni, majd az eredményeket értékelni, összehasonlítani. A gélelektroforézis laboratóriumában a rendelkezésre álló pH gradiensen a P9494 hibridnél sajnos nem tudtuk elvégezni az izoelektromos fókuszálást.

9. táblázat. Összefoglaló táblázat a morzsolt és csöves betakarítású hibridkukorica vetőmag fajtatisztaságáról

Módszer	Szemle	Izoelektromos Fókuszálás								Fajtakitermesztés			
Hibrid/Tábla	Idegen cső/100	Önbeporzott (%)		Idegen beporzott (%)		Összes idegen (%)		Fajtatisztaság (%)		Összes idegen (%)		Fajtatisztaság (%)	
Kezelés	anya (átlag)	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves
PR39R86 I. 9BE186	0	1,5	0,5	2,0	3,5	3,5	4	96,5	96,0	9,0	4,4	91,0	95,6
PR39R20 9BE295	0,1	0	0	3,5	1,0	3,5	1	96,5	99,0	2,1	2,3	97,9	97,7
PR39F58 I. 9SZ331	0	0	0	1,5	3,0	1,5	3	98,5	97,0	5,7	3,9	94,3	96,1
PR35Y65 9SZ211	0,4	0	0	1,0	2,0	1	2	99,0	98,0	6,0	2,2	94,0	97,8
PR39G83 9SZ044	0,13	1,0	2,0	3,0	3,5	4	5,5	96,0	94,5	7,2	2,6	92,8	97,4
PR38H67 9CS220	0	1,5	1,5	0,5	2,0	2	3,5	98,0	96,5	5,4	3,2	94,6	97,8
P9494 I. 10SZ024	0	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3	4,4	92,7	95,6
P9494 II. 10BE114	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	6,4	94,5	93,6
PR39A98 10SZ266	0,4	0,5	0	13,0	9,0	13,5	9	86,5	91,0	6,5	2,6	93,5	97,4
PR39F58 II. 10SZ099	0,5	2,5	2,5	4,0	4,5	6,5	7	93,5	93,0	5,2	2,6	95,8	97,4
PR39F58 III. 10SZ241	0,4	1,5	1,5	7,0	2,5	8,5	4	91,5	96,0	10,8	1,9	89,2	98,1
PR39F58 IV. 10BE085	0,4	2	4,5	3,5	2,5	5,5	7	94,5	93,0	4,4	2,5	95,6	97,5
PR36V52 11SZ123	0	2	1,5	1,0	1,0	3	2,5	97,0	97,5	3,6	3,1	96,4	96,9
PR36V52 CC 11SZ124	0	0,5	1,5	2,0	1,0	2,5	2,5	97,5	97,5	3,6	3,1	96,4	96,9
PR37D25 11SZ352	0	3,5	2,0	2,0	1,0	4,5	3	95,5	97,0	5,4	4,2	94,6	95,8
PR37D25 SV 11SZ353	0	0,5	0,5	2,0	1,0	2,5	1,5	97,5	98,5	3,9	2,1	96,1	97,9
PR37F73 I. 11SZ152	0,1	0,5	0	1,0	1,0	1,5	1	98,5	99,0	3,0	2,4	97,0	97,6
PR37F73 II. 11SZ316	0,1	2,0	1,0	0	1,0	2	2	98,0	98,0	4,3	3,3	95,7	96,7
PR37F73 SS 11SZ317	0,1	0,5	0	1,5	1,0	2	1	98,0	99,0	3,2	2,4	96,9	97,5
PR39R86 II. 11SZ356	0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	2,5	1,5	97,5	98,5	3,3	2,7	96,7	97,3

A vizsgálat által kimutatott fajtatisztasági eredmények tekintetében a jogszabály külön nem rendelkezik határértékekkel, jellemzően a szerződő felek (termeltető – termelő – vásárló) döntenek mértéke felől. A gyakorlatban a 95%-os fajtatisztaságot a felek elfogadják. A kisparcellás fajtakitermesztés alkalmával az egyszeresen keresztezett hibrideknél (SC) a 3% idegent meghaladó tételeket fajtakevertnek minősítik.

Összefoglalva az eredményeket, a három éves kísérletsorozat legkritikusabb pontja a fajtaazonosság kérdése a szemes betakarítás esetén. A táblázatból viszont kiderül, hogy az IEF során a 18 vizsgált táblánál csak 9 esetben (PR39R20; PR39A98; PR39F58 III.; PR36V52; PR37D25; PR37D25 SV; PR37F73 I.; PR37F73 SS; PR39R86 II.) volt jobb a csöves betakarítás fajtatisztasága. 2 tételnél (PR36V52 CC; PR37F73 II.) azonos eredményt kaptunk, 7-nél (PR39R86 I.; PR39F58 I.; PR35Y65; PR39G83; PR38H67; PR39F58 II.; PR39F58 IV.) pedig a szemes mutatott jobb eredményt.

IEF esetében a három év alatt mindkét kezelésnél 14-14 esetben (vastagon szedve) volt a fajtaazonosság 95% feletti. Az alacsonyabb értékek között kettőnél (PR39A98, PR39F58) mindkét kezelésnél alacsony fajtatisztaságot tapasztaltunk, melyet a morzsolt csoportnál a fajtakitermesztés is igazolt. A 18 táblából 15 esetben (PR39R86 I.; PR39F58 I.; PR35Y65; PR39G83; PR38H67; PR39F58 II.; PR39F58 IV.; PR36V52; PR36V52 CC; PR37D25; PR37D25 SV; PR37F73 I.; PR37F73 II.; PR37F73 SS; PR39R86 II.) a kezelések közötti különbség nem haladta meg az 1,5%-ot, tehát a betakarítási módok közötti különbség igen csekély volt.

Mivel az eljárás nagyon munka/időigényes és költséges, ezért nem volt lehetőségünk és anyagi fedezetünk annyi ismétlést végrehajtani, hogy az eredményeket statisztikailag is kiértékelhessük.

Az 5.4. fejezetben említettek szerint a táblakiválasztásnál azokat a hibrideket részesítettük előnyben, amelyeknél a kutatásainkat megelőző években, a fajtakitermesztések alkalmával több fajtaidegen fordult elő. Ezután - talán a kísérletek magas színvonalú végrehajtása miatt – a gyakorlatban megszokott bírálat helyett egy szigorúbbra sikeredett fajtakitermesztési bírálat következett. A vizsgálat során a csöves csoportoknál a 20 táblából 12 (PR39R20; PR35Y65; PR39G83; PR38H67; PR39A98; PR39F58 II.; PR39F58 III.; PR39F58 IV.; PR37D25 SV; PR37F73 I.; PR37F73 SS; PR39R86 II.) kapott fajtaazonos minősítést. 8 tétel (40%) fajtakevertet (PR39R86 I.; PR39F58 I.; P9494 I.; P9494 II., PR36V52; PR36V52 CC; PR37D25; PR37F73 II.), holott a NÉBIH

utóbbi éveinek fajtakitermesztési eredményeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy egyik évben sem tapasztaltuk a fajtakitermesztés során a kevert tételek ilyen mértékű előfordulását.

A szigorú bírálat alól a szemes csoport sem volt kivétel, a 20 táblából kettő (PR39R20; PR37F73 I.) érte el, illetve haladta meg a 97%-os szintet. Ha vizsgáljuk a kezelések közötti különbségeket, akkor azt látjuk, hogy a táblák felénél (PR39R20; P9494 II.; PR36V52; PR36V52 CC; PR37D25; PR37D25 SV; PR37F73 I.; PR37F73 II.; PR37F73 SS; PR39R86 II.) tapasztaltunk kisebb, 1,5%-ot meg nem haladó eltérést. A fajtakitermesztésnél a csöves betakarítás két kivételtől eltekintve (PR39R20; P9494 II.) mindig felülmúlta a szemesét.

Talán a hibridkiválasztás módszerének, talán a szigorú bírálatnak, de mindenképpen a kezelésnek is hatása volt arra, hogy a morzsolt csoportoknál lényegesen több volt a fajtakevert minősítés, de az is látható, hogy a 97%-os tisztaság is megvalósítható. Fontos megemlíteni, hogy az elmúlt évek fajtakitermesztése során, a hagyományosan (csövesen) betakarított, válogatóasztalon csőszelektált, majd fémzárolt tételek 1,5 – 12 százaléka is fajtakevert minősítést kapott (10. táblázat).

A vizsgálatok e téren sajnos nem tudtak olyan mélységig hatolni, hogy a jelenség okait egzakt módon elemezni lehessen. Nem voltak adataink a szülői vonalak genetikai tisztaságára vonatkozóan, és a szántóföldön vizsgált egyedszámban talált fajtaidegenek száma nem igazolta vissza egyértelműen a jobb/rosszabb IEF/fajtakitermesztés vizsgálatokat.

10. táblázat. Fajtakevert minősítésű kukorica tételek az utóbbi években (NÉBIH adatok)

Év	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fajtakevert tételek (%)	9,4	4,0	1,5	4,0	12,0	7,5	5,0	3,5	7,3

Természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a szemesen betakarított vetőmagnál kimarad a válogatóasztalon a csőszelekció, ami az idegen és beteg csövek kiválogatását biztosítja. Ez egyértelműen a csöves betakarítás előnyeként jelentkezhet, melyet a fajtakitermesztés igazolt. A szaporító táblákon az idegen tövek eltávolítása és a címerezés jelen esetben sokkal nagyobb figyelmet kíván, és nem elhanyagolható a szülői vonalak genetikai tisztasága sem.

A 11. táblázatban az utóbbi évek - a Pioneer ZRt által - fémzárolt és kitermesztett tételei közül azok láthatóak, amelyek a kísérleteinkben is szerepeltek, és a

kitermesztés során fajtakevert minősítést kaptak. Vannak olyan hibridek, amelyek több évben is nagyobb számban tartalmaztak fajtaidegeneket. Az előző fejezetekben megállapítottuk, hogy nem minden szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége megfelelő, és vannak olyan genetikai háttérrel rendelkező állományok, kombinációk, amelyek a genetikai tisztaság terén szenvedik el a szemes betakarítás hátrányát. Ez szintén iránymutatás lehet a nemesítői utakon, és intelem, hogy a fajtatisztaság a szülői vonalak genetikai tisztaságával kezdődik.

11. táblázat. Kevert minősítésű - a kísérletben is szereplő - Pioneer hibridek

Hibrid/év	Fajtakevert minősítésű tételek (db)					2013
	2008	2009	2010	2011	2012	
PR39H32		2		8		
PR38D89 SV			6			
PR35Y65	1					
PR39F58	14	2	11	10	8	
PR39R86		2		5		3
PR38H67						1
PR39G83				1		
PR39R20						
P9494				16		2
PR39A98					1	
PR36V52			2			
PR36V52 CC						
PR37F73				3		3
PR37F73 SS						
PR37D25			5	1		
PR37D25 SV						
összesen (db)	15	6	24	44	9	9
fajtakevert tétel (db)	36	56	72	98	12	40

7.5. Az ép csírárt és a betakarítási veszteséget befolyásoló tulajdonságok

A 12. táblázatból kiolvashatjuk, hogy egyes táblaadatok miként befolyásolják a csírázóképeséget és a betakarítási veszteséget. Egy szaporító táblán is nagyon fontos a termő növények optimális egyedszáma.

12. táblázat. Az ép csírárt és a betakarítási veszteséget befolyásoló tulajdonságok korrelációs koeficiensei

Kezelés	Szemes	Csőves	Szemes	Csőves
Tulajdonság	Ép csíra (%)		Betakarítási veszteség (kg/ha)	
Tőszám (anya/ha)	0,16	0,29	0,56	0,14
Csőszám/mintatér (db/100tő)	0,05	-0,10	0,13	0,1
Termékenyülés (%)	0,30	0,10	-0,49	-0,25
Betak. szemnedvesség (%)	-0,57	-0,40	0,59	0,1
Látható kártétel (%)	-0,55	-0,46		

Ha a kísérleteinkben szereplő táblák tőszáma és a csírázóképeség közötti korrelációt elemezzük, láthatjuk, hogy a kapcsolat nem szoros, azaz a tőszám adott tartományban nem befolyásolja érdemben a csírázóképeséget. Hasonlóan laza kapcsolatot figyelhetünk meg a termékenyülésnél is.

Vizsgálatainkban a 100 termő tővön lévő csövek száma egyáltalán nincs hatással a csírázóképeségre, sem a szemes, sem a csőves csoportnál, a korreláció igen gyenge. A betakarítási szemnedvesség és a látható kártétel (rovarkártétel és gombafertőzöttség) már szorosabb kapcsolatot mutat mindkét betakarítási mód csírázóképeségével, mégpedig fordítottan arányosan. A két kezelés közül főleg a szemes betakarításra van hatással mindkét tulajdonság.

Fontos a vetőmag előállító tábla növényvédelme, és az alacsony szemnedvesség a betakarítás idején. Amikor a betakarítási veszteségeket elemezzük, látjuk, hogy a szemes betakarítás alkalmával nagyobb a szántóföldi kiesés. Ha a hektáronkénti terméseredményeket nézzük, akkor szembe tűnik, hogy a hagyományos, csőves betakarítás terméseredményei mégis alacsonyabbak a szemesnél. Következésképpen, a szántóföldön a kombájn okozta szemvesztés kisebb volumenű, mint a vetőmagüzemben a feldolgozás (fogadás, fosztás, betárolás a szárítókamrába) során elszenvedett szempergés! Különösen fontos ennek ismerete, ha nagy értékű vetőmagról van szó, vagy kedvezőtlen évjáratban alacsonyabb terméssel kell számolni.

A korreláció szorosságát vizsgálva látjuk, hogy a csőves betakarítás szántóföldi szemvesztésére nincs hatással sem a betakarítási szemnedvesség tartalom, sem a hektáronkénti tőszám, sem a csőszám, és laza a kapcsolat a termékenyüléssel is. Itt

jelentősebb veszteséggel akkor kell számolni, ha a ritka termékenyülés mellett a csőtörő kiejti a vékony csöveket.

Más korrelációt tapasztaltunk a szemes betakarításnál. Sokkal szorosabb és pozitív a kapcsolat a tőszámmal és a betakarítási szemnedvességgel, és nem elhanyagolható a termékenyülés fokával sem. A magas tőszám és magasabb szemnedvesség is nagyobb betakarítási veszteséget eredményez. A termékenyülés és a betakarítási veszteség kapcsolata között fordított arányosság áll fenn, tehát a jól termékenyülésnél alacsonyabb szemveszteséggel lehet számolni.

7.6. Eredmények megvitatása

Míg *Ivanov és Szizov* (1962) még a hagyományos, kézi csőtörésről írnak, *Győrffy és mtsai* (1965) gépi csőtörésről és fosztásról számolnak be. A '80-as években már volt kezdeményezés hibridkukorica vetőmag szemes betakarításra Győrffy Béla és Kovács Károly személyében, de üzemi kísérletekre nem került sor (*Győrffy László szóbeli közlése, 2014*). Megállapíthatjuk, hogy az igény és lehetőség egy alternatív betakarításra nem új keletű. Egyes országokban (pl. Franciaország) időnként betakarítják szemesen a kukorica vetőmagot, alkalmas minősítés esetén forgalomba is hozzák, de átfogó kutatásokat nem végeztek a témával kapcsolatban. A Dél-Afrikai Köztársaságban engedélyhez kötötten, alkalmanként megoldható a szemes betakarítás (Barla-Szabó, 2014). *Mounsey és mtsai* (2002) is végeztek összehasonlító betakarítási kísérleteket, axiáldobos kombájnnal és 20% alatti szemnedvesség-tartalommal alternatívának tartják a szemes betakarítást.

Hazánkban az egyre szélsőségesebb időjárás miatt bizonyos években olyan gyorsan szárad a kukorica vetőmag, hogy azokat optimális időben nem mindig lehet betakarítani, és csak nagyobb szempergéssel lehet a feldolgozást véghezvinni. A kísérleteink során megállapítottuk, hogy a szemes betakarítás mellett nagyobb szántóföldi szemveszteség jelentkezik, de összességében átlagosan így is 18%-kal több vetőmag nyerhető egységnyi területről. *Shauck és Smeda* (2011) is vizsgálták a szántóföldi szempergést különböző kombájnnal, és az önszintező vágóasztalt javasolta helyes technológiának, mely 34%-kal kevesebb szemet hagyott el a fix magasságú vágóasztalhoz képest. A kutatók 21-24% nedvességtartalom tartományban kisebb betakarítási veszteséget mértek, mint 13-15%-nál. A mi kísérleteinken fordított

korrelációt kaptunk, hozzáteszem, eltérő hibridekkel és eltérő tőszámmal dolgoztunk, a szélsőértékek között nagy különbségek voltak és a szórás is nagy volt.

Aldrich és Leng (1973), Van Roekel és Coulter (2011), Reeves és Cox (2013) kutatásaikban a tőszám helyes megválasztására hívták fel a figyelmet. A megemelt tőszámnál összességében nem nőtt a levélfelület, a termés és szemszám csak egy ideig, ráadásul növelte az előállítási költséget. Kutatásainkban a tőszám nem befolyásolta a csírázóképeséget, viszont a tőszán emelése növelte a szántóföldi veszteséget.

Odiemah (1991) az állománysűrűség és vetőmag csírázóképesége/életeroje között nem talált jelentős különbséget, melyet az eredményeink is visszaigazoltak.

Számos tanulmány (*Neal 1950; Gáspár 1980a; Hope és Maamari 1994; Wilson és mtsai 1994; Borba és mtsai 1998; Adetimirin 2008; Berzy és mtsai 2008*) foglalkozott azzal, hogy kedvezőtlen körülmények között azonos csírázóképeségű vetőmagok eltérő életerőt mutatnak. A kutatók optimális körülmények között alig, míg attól eltérő (magérettség, hideg, meleg, oxigénhiány, szárazság) viszonyok között jelentős különbséget tapasztaltak a korai magvigortól kezdve a termés mennyiségéig. Megállapították, hogy leginkább genetikának van a legnagyobb szerepe. Kísérleteinkben statisztikailag igazoltuk, hogy jó csírázóképeséget mutató hibridek is mutathattak gyengébb életerőt, melyben a hibridnek nagyobb hatása az eredményekre, mint a kezelésnek.

Kutatók (*Thielebein 1958, Pásztor 1962, Germ 1966, Fiala 1973, Eisele 1981, Shieh and McDonald 1982; Berzy és mtsai 1996; Záborszky és Berzy, 1999*) megfigyelték, hogy a kukorica vetőmag különböző magmérete és formája eltérő csírázóképeséget és életerőt mutathatnak. Az életerő meghatározására *Barla-Szabó és mtsai (1989)* komplex vigorvizsgálatot dolgoztak ki. Kutatásaink is visszaigazolták, hogy mindkét kezelés esetében - hasonlóan, mint más tanulmányokban - a gömbölyű frakciók csírázóképesége és életeroje nem érte el a lapos frakciókét. Az alacsonyabb teljesítmény oka, hogy a gömbölyű szemeken a csíra kitettebb helyen van, emiatt a morzsolás, feldolgozás során jobban ki van téve a fizikai hatásoknak.

Több szerző (*Kaerver 1953; Van de Venter 1988; Peterson és mtsai 1995; Sveinsdóttir és mtsai 2009*) tanulmányozta a mechanikai sérülés hatását a csírázóképeségre, életerőre. Kiemelik a nem megfelelő érési állapotban történő betakarítás-; a morzsolás-, a magas hőmérsékleten történő gyors szárítás veszélyét és a feldolgozás során az ütődés lehetőségét, melyek mind negatívan befolyásolják a csírázóképeséget, életerőt. Nem kutattuk, hogy a kísérleteinkben milyen szerepet

játszott a szárítás és a feldolgozás során elszenvedett mechanikai sérülés. Vizsgálataink szerint a kezelések közötti csírázóképeségi különbségeket a szemes betakarítású vetőmagok kissé emelkedett abnormális csíraszama okozta, míg a holt magvak száma nem tért el jelentősen a kezelések között. Leszögezhetjük, hogy ha csak kis mértékben is, de a szemes betakarítás növeli az abnormális csíranövények számát.

George és mtsai (2003); Berzy és mtsai (2012) vizsgálták, hogy a tárolás, illetve a különböző tárolási körülmények, valamint a magöregítés hatására miként változik a csírázóképeség és életerő. Megfigyelték, hogy leginkább a hibrid genetikai háttere határozza meg a tárolhatóságot. Hasonló következtetéseket vontunk le mi is a kutatásaink során. A tárolhatóságot leginkább maga a hibrid befolyásolta, a betakarítási mód nem. Az életerő vizsgálatokat – hasonlóan a csírávizsgálatokhoz – közvetlenül a betakarítás után és egy évvel a betakarítás után vizsgáltuk. A vigor a vizsgálatok eredményei többségben jobbak voltak betakarítás után egy évvel, mint közvetlenül a betakarítás után. Ebből arra következtettünk, hogy a kukorica esetében is van - bár hibridenként eltérő mértékű - csírányugalmi állapot. A jelenség ugyan a csírázóképeségben nem jelentkezik, de kedvezőtlen körülmények hatására az életerőben gyengébb eredményt kaptunk.

A vetőmag minőségét nagymértékben meghatározza annak genetikai tisztasága is. Tanulmányunkban kifejtettük a szülői partnerek fajtaazonosságának fontosságát, emellett a megfelelő címezés és idegenelés a kukorica vetőmag-előállításában kulcsfontosságú. A szemes betakarítási mód kiforratlan pontja, melyen van még tennivaló. Az idegen növények kis egyedszáma is komoly gondot okozhat a vetőmagtermesztésben.

Dietiker és mtsai (2011) kék szemszínű kukoricát keverték 1:99 arányban sárga szemszínű kukoricához. Betakarításkor a kiindulási arányhoz képest 2,8 szorosára emelkedett a kék szemek aránya. Kiváló kiindulási alap lehet *Goggi és mtsainak (2006)* tanulmánya, melyben kifejtik, kukorica esetében miként lehetne alkalmazni a színszeparátort a genetikai tisztaság javítása érdekében is. Ha az általunk elvégzett kutatásokba behelyettesítjük a módszert, nemesítési irány lehetne, hogy a szülői partnerek termésében (vetőmag) az ön- és idegenbeporzott szemeket szín alapján is kilehessen válogatni.

8. Következtetések, javaslatok

A következtetéseinket 3 kísérleti év, összesen 601,5 hektár kísérleti terület, 22 kísérleti tábla, és 16 genetikai háttér vizsgálatának birtokában vonjuk le. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy nem minden évjárat kedvez a szemes betakarítási módnak, emellett valamely hibridek jobban, mások kevésbé tolerálják az alternatív betakarítást.

Az is világosan látszik, hogy a szemes betakarítású hibridkukorica vetőmag ellenőrzött keretek között eléri, sőt meg is haladja az előírt minőségi szintet mind a csírázóképeség, mind az életerő és a genetikai tisztaság területén is. Annak ellenére, hogy a kezelések között előfordultak statisztikailag igazolható különbségek, az eredményeket sokkal inkább a hibrid genetikája befolyásolta, mintsem a betakarítás módja. Célszerű lenne a szemes betakarítás gyakorlati alkalmazása előtt kisebb parcellákon megvizsgálni, hogy mely hibridek tolerálják jobban, és melyek kevésbé a morzsolt betakarítást. Ha a gondolatot tovább vezetjük, a nemesítőknek is iránymutatás, hogy (csak) toleráns vonalakat nemesítsenek, használjanak.

A morzsolt betakarításnak hátrányai is vannak. Nem szabad figyelmen kívül hagyni a fajtatisztaság kérdését, hiszen itt kimarad a válogatóasztal, vele a csőszelekció, ami az idegen és beteg csövek kiválogatását biztosítja. Ez egyértelműen a csöves betakarítás előnyeként jelentkezhet, melyet a fajtakitermesztés igazolt. A szemes betakarítás esetében a szaporító táblák címerezése és idegenelésére még nagyobb figyelmet kíván. Legalább olyan fontos, hogy a keresztezéshez felhasznált szülői vonalak genetikai tisztasága is megfelelő legyen. Azt is megállapítottuk, hogy a szemes betakarításnál a csírázóképeségre nagyobb hatással van a betakarítási szemnedvesség és a különböző kártételek (rovar, gomba). A betakarítási veszteség pedig arányosan növekszik az egyedsűrűséggel, és fordítottan arányos a termékenyüléssel.

Ha csak a kukorica vetőmag előállításánál maradunk, számtalan példa van előttünk, amit a nemesítői munkának köszönhetünk. Megkönnyítik a hibridkukorica vetőmag előállítását, mint például az azonos csőmagasság a gépi betakaríthatóság könnyítése érdekében, a gépi címerezhetőség, a hímsterilitás, a hidegtűrés a korai vetéshez, a sűrítettség, a foszthatóság, és még sorolhatnánk szinte a végtelenségig. Ezek nélkül még mindig kézzel kellene törni a kukoricát, góréban tárolni, tavasszal morzsolni, esetleg tudomásul venni, hogy a téli fagyok a nem légszáraz kukorica csírázóképeségét

tönkre tehetik. Hímsterilitás nélkül a szaporító területek 100%-át címezni kellene, mikor amúgy is nehéz megfelelő mennyiségű és minőségű fizikai munkaerőt találni. Kizárólag kézi erővel címeznénk, vállalva, hogy esetlegesen megkésve (ami nem csak munkaszervezési hibából adódhat), gépi segítség nélkül az önbeporzás veszélye miatt ki kell zárni a szaporító táblát.

Könnyen belátható, hogy minden termelés, így a vetőmag előállítás is a költségmegtakarítás az energiatakarékosság, nem utolsósorban a környezetvédelem irányába halad. Ha kombájnnal takarítjuk be a kukorica vetőmagot, gyorsabb, költségtaakarékosabb a betakarítás, szárítás. Mivel a csutkát nem kell szállítani és szárítani, valamint szemesen csak alacsony szemnedvességgel lehet a betakarítást megkezdeni, ezek a költségek gyakorlatilag megfeleződnek, negyedelődnék, és megfeleződik a szárítókapacitás szükséglet is. További előnye, hogy a vetőmagüzembe bekerült kukorica gyakorlatilag szemvesztés nélkül kerül a feldolgozó vonalakra. Fontos megjegyezni, hogy az is pazarlás, amikor a leszáradt vetőmag kukoricát csövesen betakarítva igen nagy pergesi veszteséggel lehet fosztani, feldolgozni. Ugyanannyi input (vetőmag, művelés, növényápolás és védelem) mellett kevesebb vetőmagot nyerünk. Mindez nem jelenti azt, hogy nincs szükség a csöves betakarítási módra, netán annak elhagyása lenne megfontolandó. A mai feldolgozók a csöves betakarításra, szárításra, feldolgozásra rendezkedtek be, a későn beérő kukorica nem tud oly mértékben lábon leszáradni, hogy morzsolva lehessen betakarítani.

Érdemes lenne kutatásokat végezni a feldolgozó (fosztó) vonalakon kipergett szemekkel is. Hasonlóan, meg lehetne vizsgálni a pergett szem csírázókéességét és genetikai tisztaságát. A kísérletek tervezésekor a téma ötletszinten fel is merült, de a dolgozat-, és főleg az erőforrásaink kereteit már meghaladta.

Gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve, ha a szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag minden tekintetben megfelel a vetőmag-forgalmazáshoz szükséges minőségi feltételeknek, akkor megfontolandó, hogy bizonyos esetekben a termeltetők a vetőmag kukoricát szemesen is betakaríthassák. Magyarország számára mindig is fontos volt a minőségi vetőmag előállítás, kis méretünk ellenére (kukorica) vetőmag „nagyhatalomnak” számítunk. Hírnevünket a kiemelkedő szakmai háttér és a vetőmag minősége adja, melyből nem szabad engedni. Hangsúlyozni szeretném a fontosságát, hogy vannak nálunk lényegesen több (nagyobb mennyiségű) kukorica vetőmagot előállító országok, akik szintén mérlegelhetik a szemes betakarítás lehetőségét, jelentőségét, gazdasági előnyeit. Javaslom, a

minőségből ne engedjünk, de legyünk úttörők a megoldáskeresésben, az innovációban, és törekedjünk arra, hogy versenyképesek legyünk/maradjunk. A kutatási eredményeinket esetleg más országok felhasználják, a módszereket bevezetik, mi pedig majd lépéshátrányból és kényszerből fogjuk majd saját eredményeinket alkalmazni, netán licence-t vásárolni. Ugyan írásos beszámolót nem találtam, de tudomásunk van róla, hogy Franciaországban előfordul, hogy szemesen takarítanak be hibridkukorica vetőmagot, és mivel az EU-n belül szabad a kereskedelem, Magyarországra is jut belőle.

Érdekességképpen végezzünk egy nagyon rövid gazdasági számítást (13. táblázat)! A példa teljesen életszerű, de annak feltételezésével, hogy Magyarországon adott évben csak csövesen, vagy csak szemesen takarítjuk be a kukorica vetőmagot. Hazánkban 2012. évben 34 203 hektáron volt hibridkukorica vetőmag előállítás. Hektáronként átlagosan 4,834 tonna csöves termést takarítottak be, melyből 1,952 t/ha volt májusi morzsolt vetőmag. Így összesen 156 155 tonna csöves, és 63 036 tonna májusi morzsolt kukorica vetőmag termett az országban.

13. táblázat. Eltérő betakarítási módok energia- és költségigénye

	Csőves (cső + szemek)	Szemes
Tényleges termés (t)	165 155	68 147
Májusi morzsolt (t)	63 036	63 036
Víz elpárologtatása (kg)	31 231	5 111
1 kg víz elpárologtatása (MJ)	5	5
Szárítási energia (csak gáz)	156 155 000	25 555 000
Felhasznált gáz (millió m ³)	4,53	0,741
gáz Ft/m ³ (lakossági)	170	170
összköltség millió Ft (gáz)	770	126
különbség	3,79 Mm ³	644 MFt

A példa egyszerűségért a csöves betakarításnál átlagosan 32 %-os (tehát egy átlagos évben a valósánál kevesebb) betakarítási szemnedvességgel számolunk, így a gyakorlatban alkalmazott és elfogadott 12,5 %-os nedvességtartalom eléréséhez 20 % vizet kell elvonnunk. Szemes betakarítás esetében a még elfogadható maximumot, 20 % nedvességtartalmat vesszük betakarítási szemnedvesség tartalomnak, így jelen esetben 7,5 % nedvességtartalmat kell abból elvonnunk. A „csöves” oszlopban az első érték a csöves össztermés, ami az előbb említett 32 %-os nedvességtartalommal lett betakarítva. Mellette a „szemes” oszlop, ahol az első érték egy kalkulált szám, mégpedig a májusi morzsolt, 20 %-os szemnedvesség tartalomra kiegészítve.

A következő sor mindkét oszlopában a májusi morzsolt mennyiséget mutatja. Alatta látjuk, a 12,5 % nedvességtartalom eléréséhez mennyi vizet kell elpárologtatnunk. A szemesen betakarítottból 5111 kg-ot, a csövesnél ennek több mint hatszorosát, 31 231 kg-ot, hiszen a magas szemnedvesség mellett magas a csutka nedvességtartalma is.

Ha 1 kg víz elpárologtatásához 5MJ energiát kell felhasználni és 1 m³ gáz 34,5 MJ energiát tartalmaz, rögtön láthatjuk, hogy az óvatos becslésünkkel is 0,741millió m³ áll szemben a 4,53 millió m³-rel. A különbség 3,79 millió m³, ami lakossági fogyasztásra átszámítva 2000 háztartás (jelenlegi lakhelyem, Balatonkenese kisváros) évi gázszükségletét fedezi. Magyarországon, ahol nagyságrendileg a világ kukorica termésének csak 1-1,5 %-a, a világ hibridkukorica vetőmag előállításának 2,5-3 %-a realizálódik, ekkora különbség keletkezhet energiafelhasználás, energia megtakarítás terén.

Amennyiben a továbbiakban, érdeemben kívánunk foglalkozni a szemes betakarítás lehetőségével, olyan eljárást és minőségbiztosítást kell kidolgoznunk, amellyel nagyobb szakhatósági és termelői munkafolyamat ráfordítása nélkül jól ellenőrizhető és megőrizhető a hibridkukorica vetőmag minősége. Jelen dolgozatot egy fontos, szakmai vitaalapnak, gondolatébresztőnek szánom, a vizsgálatok tovább folytathatók, bővíthetők, részletezhetőek.

A fejezet záró gondolataként jegyzem meg, hogy a szabályozó dokumentumaink ugyan nem teszik lehetővé a hibridkukorica vetőmag szemes betakarítását, de nem is tiltják azt, mert nincs rendelkezés felőle. *Tulajdonképpen akkor lenne szükség a Rendelet módosítására, ha a szóban forgó betakarítási módot tiltani kívánnánk.*

9. Tézispontok

1. Egységnyi területről a szemes betakarítással a nagyobb szántóföldi szemveszteség ellenére is átlagosan 18%-kal több vetőmag nyerhető a csöves csoport feldolgozása során elszenvedett nagyobb szempergés következtében.
2. A szemes betakarítás kis mértékben csökkenti az ép csíranövények számát, ugyanennyivel növeli az abnormális egyedeket, és nincs hatással az élettelen szemek számára.
3. Életerő vizsgálatoknál legtöbb esetben a csíra- és gyökértömegnél volt szignifikáns különbség a csöves betakarítás javára.
4. Vizsgálatainkban tárolás hatására átlagosan - ha kis különbséggel is - a szemes betakarítás szenvedte el a kisebb csírázóképesség csökkenést.
5. Vizsgálataink szerint az ép és az abnormális csíranövények számát, az életerőt, a tárolhatóságot, a frakciók közötti különbségeket első sorban a hibrid, nem pedig a kezelés befolyásolta.
6. Genetikai tisztaság tekintetében a gélelektroforézis nem, a fajtakitermesztés visszaigazolta a csöves betakarítás fölényét, de a szemes betakarítással is megvalósítható a megfelelő genetikai tisztaság.
7. A szemes betakarításnál a csírázóképességre nincs, vagy kismértékű hatása van a tőszámnak, termékenyülésnek, csőszámnak. Szemes betakarításnál szoros kapcsolatot mutat a tőszám, a szemnedvesség a szántóföldi szemveszteségre, míg lazább ezek kapcsolata a csöves betakarításnál.

10. Összefoglalás

Hazánkban és más vetőmag-előállító országokban évtizedek óta változatlan technológiával, csövesen takarítják be kukorica vetőmagot. Egyes országokban szigorú feltételek között, máshol csak a forgalombahozatal szabályainak kell megfelelnie a vetőmagnak, hogy szemesen is betakaríthassák a vetőmagot. Tudományos jellegű kutatások nem irányultak a szemes betakarításra, a szakirodalomban nem találtunk ilyen tanulmányokat.

A többéves kutatómunka során, mintegy 600 hektár kísérleti területen (vetőmagszaporításon), 22 táblán, 16 genetikai hátteret vizsgálva a kapott eredményeket az alábbiakban foglalom össze.

A szántóföldi szemveszteség a szemes betakarítás esetében átlagosan 3,37-szer nagyobb a csöves módnál, a veszteség szélsőértékei és a szórás is magasabb. Összességében mégis 18%-kal több vetőmag nyerhető a szemes betakarításból, hiszen vetőmagüzemben a csöves csoport feldolgozása során elszenvedett átlagos szempergés meghaladja a szemes betakarítás átlagos szántóföldi veszteségét. A morzsolt betakarításnál gyakorlatilag nincs vetőmagüzemi veszteség.

A csírázóképeség vizsgálatnál (frakcionálatlan és frakcionált) azt tapasztaltuk, hogy a szemes betakarítású vetőmagnál több esetben szignifikánsan gyengébb eredményt kaptunk a csöves betakarításúhoz képest. A kapcsolatok szorosságát figyelembe véve kijelenthetjük, hogy a különbségeket nem a kezelés, hanem első sorban maga a hibrid határozta meg. A különbségek ellenére az eredmények alapján mindkét betakarítási mód csírázóképesége lehet szabványos.

A frakcionált vetőmagban a szemes betakarításra is igaz, hogy a gömbölyű szemek csírázóképesége elmarad a lapos szemekétől, ezen kívül a gömbölyű szemeknél volt legtöbb esetben statisztikailag igazolható a különbség. Ebből arra következtettünk, hogy a gömbölyű szemeknél, ahol kitettebb helyen ül a csíra, ha csak kis mértékben is, de a kombájn rontja a csírázóképeséget. Megállapítottuk, hogy a csírázási különbségek a szemes csoportban található abnormális csíranövények magasabb előfordulási arányából következtek, tehát a szemes betakarítás valamelyest emeli ezek számát. A két kezelés összehasonlításakor nem tapasztaltunk érdemleges eltérést az élettelen szemek számában. Szükséges megemlíteni, hogy a csírázóképeség és életerő vizsgálatokhoz a

minták kézi feldolgozásakor csak magforma alapján (félnél nagyobb szemek) tudtuk a vetőmagot kiválogatni, fajsúly szerinti szeparátoron nem volt lehetőségünk a szemeket átengedni. Így a beteg, könnyű szemek jelenléte miatt a ténylegesnél valamelyest alacsonyabb csírázóképeségi és életerő eredményeket kaptunk.

Az életerő vizsgálatoknál legtöbb esetben a csíra- és gyökértömegnél volt szignifikáns különbség a betakarítási módok között, melyet itt is első sorban a hibrid, nem pedig a kezelés befolyásolt. Néhány hibridnél a szemes betakarítású kukorica mutatott nagyobb életerőt. Megfigyeltük, hogy a betakarítást követően egyes hibridek gyakran kisebb életerőt mutatnak, mint egy évvel betakarítás után. A kukoricánál is van egy rövid ideig tartó, de hibridenként eltérő hosszúságú csírányugalmi állapot, mely optimális körülmények között nem, de kedvezőtlen körülmények között csökkenti a csírázóképeséget.

A tárolás hatására átlagosan - ha kis különbséggel is - a szemes betakarításnál tapasztaltunk kisebb csírázóképeség csökkenést. A kapcsolat szorosságát nézve kijelenthetjük, hogy itt is a hibridnek volt nagyobb befolyása az eredményre, mint a kezelésnek.

Genetikai tisztaság tekintetében a gélelektroforézis nem egyértelműen, a fajtakitermesztés azonban egyértelműen visszaigazolta a csöves betakarítás fölényét. Vizsgálatainkból megállapíthatjuk, hogy ez a szemes betakarítás lehetőségének szűk keresztmetszete. Az egyes eredmények ellenére az is látszik, hogy a szemes betakarítással is megvalósítható a megfelelő genetikai tisztaság, és a csöves betakarítás esetében sem mindig tapasztalunk megfelelő fajtaazonosságot.

Korrelációs számítással igazoltuk, hogy egyik kezelés csírázóképeségére sincs, vagy csak kismértékű hatása van a tőszámnak, termékenyülésnek, csőszámnak. A szemes betakarítás esetén a szántóföldi szemveszteség szoros kapcsolatban áll a tőszámmal, a szemnedvesség tartalommal, míg laza ezek kapcsolata a csöves betakarításnál.

Kiszámoltuk, hogy a szemesen betakarított vetőmag szárítási energia- és költségigénye (példánkban) hatoda a csövesnek.

A hibridkukorica vetőmag szemes betakarítása megfelelő szabályozás mellett, adott környezeti feltételek között, toleráns hibridekkel, termésmentő jelleggel valós betakarítási lehetőség. Szemes betakarításra kevésbé alkalmasak a cspadékos évjáratok és a magas (20%) feletti betakarítási szemnedvesség tartalom.

Dolgozatunk, eredményeink iránymutatóak lehetnek a nemesítőknek, termelőknek, műszaki fejlesztőknek egyaránt.

11. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki témavezetőimnek, Dr. Anda Angéla egyetemi tanárnak és Ertseyné Dr. Peregi Katalin egyetemi docensnek sokirányú segítségnyújtásukért, biztatásukért, szakmai, erkölcsi példamutatásukért.

Köszönöm a Pannon Egyetemnek, az Állat és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola Oktatóinak a képzés során nyújtott magas színvonalú oktatást, a kollegiális légkört, a szakmai segítségnyújtást, a kutatási, pályázati lehetőségeket.

Köszönet illeti munkahelyi vezetőimet (Rényi László, Polgár Gábor, Benke Zoltán, Károlyi Gyula, Huszár Zoltán, Czetnerné Kócsa Márta, Dr. Pálmai Ottó, István András) hogy segítették a szakmai fejlődésem, hogy munkám mellett kutatásokban is részt vehettem.

Köszönöm Ripka Gézáné Zitának, hogy a kutatómunkám során komoly szakmai segítséget nyújtott, dolgozatomat, kézirataimat rendszeresen átnézte, észrevételeivel a színvonalát emelte.

Köszönöm Seresné Sallai Orsolyának, Tímár Eszternek és a NÉBIH NKI Központi Vetőmagvizsgáló Laboratórium valamennyi munkatársának a laborvizsgálatok a magas szintű elvégzését.

Köszönöm a Fejér és Baranya megyei Vetőmag-felügyelőségek vezetőinek, munkatársainak (többek között Béndek Gáborné, Szörényi Ferencné, Fehér István, Freilistné Müller Éva, Vetőné Lukács Valéria) segítségét.

Köszönöm azon munkatársaim (többek között Penzerné Rapai Klára, Csányi Mátyás, Szakálos Dóra, Patay Gábor, Radnits Róbertné Andrea) munkáját, akikkel több éven át együtt végeztük a kísérletek szántóföldi és vetőmagüzemi munkáit, és a fajtakitermesztést.

Köszönöm a Pioneer ZRt vezetőségének, Nagy Lajosnak, Kiss Sándornak, Varró Józsefnek, Pásztorné Kispál Zsuzsának a kísérletek megvalósításához nyújtott segítséget, támogatást, kísérleti anyagot, infrastruktúrát, hogy a kutatások tudományos igényességgel valósulhattak meg.

Köszönöm a Pioneer ZRt agronómusainak, munkatársainak (többek között Posgay Gábornak, Gesztesi Lászlónak, Gombár Lászlónak, Medvegy Máriának, Janowszky Zsoltnak), a szakmai, fizikai, adminisztratív segítséget, a szervezőmunkát, vetőmagüzemi, laboratóriumi feladatok elvégzését.

Köszönöm az MTA ATK kutatóinak, Dr. Berzy Tamásnak és Dr. Pintér Jánosnak a szakmai segítségnyújtását, a vigorvizsgálatok lebonyolítását.

Köszönöm Dunai Attila PhD hallgatónak a kísérleteim statisztikai kiértékelésében vállalt aktív közreműködését, a végtelen türelmét, a példamutató kitartását.

Köszönöm Tallerné Barna Piroska és Farsang Sándorné Ida ügyintézők és a Meteorológia és Vízgazdálkodási Tanszék munkatársainak segítségét, munkáját.

Külön köszönöm Feleségem, és Fiam segítségét, türelmét, Szüleim, Testvérem, Rokonaim, Batáim, Diáktársaim segítségét, biztató szavait.

Köszönöm az Országos Meteorológiai Szolgálatnak, hogy az kért időjárási adatokat rendelkezésemre bocsátotta.

Hasonlóan köszönöm Dr. Fodor Nándornak a meteorológiai adatokat.

Köszönöm a **TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025** projekt támogatását.

12. Irodalomjegyzék

1. 48/2004. (IV.21.) FVM rendelet. A szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról
2. Adetimirin, V.O. (2008) Stand establishment and early vigour variation in a tropicalised shrunken-2 maize population. *Field Crops Research* 108: 143-149
3. Aldrich, S.R. (1943) Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. *Journal Am. Soc. Agronomy* 35: 667-680
4. Aldrich, S. R. - Leng, E. R. (1973) Modern kukoricatermesztés. *The Farm Quarterly*, Cincinnati, Ohio
5. Anda A. – Bakos P.K. (1996) Kukorica fajta-összehasonlító vizsgálata liziméterben. *Növénytermelés*, 45: 4: 377-388
6. Anda A. – Lőke Zs. (2003) A kukorica párolgását meghatározó tényezők, a sztómaellenállás, a növényhőmérséklet, valamint a fotoszintézis-intenzitás számítása szimulációs modellel. *Növénytermelés*, 52: 3-4: 351-363
7. Anda A. – Lőke Zs. (2004) A sugárzás- és hőháztartási mérleg komponenseinek alakulása eltérő sűrűségű kukoricahibrideknél. *Növénytermelés*, 53: 4: 387-398
8. Anda A. (2008) A kukoricaállományon belüli léghőmérséklet és légnedvesség alakulása kis vízádaggal történő öntözésnél. *Növénytermelés*, 57: 1: 69-84
9. Andrejenko, Sz.Sz. – Kuperman, F.M. (1961) A kukorica élettana. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
10. Antal E. (1986) Éghajlatváltozás, aszály, mezőgazdaság. Magyar Tudományos Akadémia, előadás
11. Antal J. – Jolánkai M. (2005) A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda kiadó, Budapest
12. Arachchi, D.H.M. – Naylor, R.E.L. – Bingham, I.L. (1999) A thermal time analysis of ageing of maize (*Zea mays* L.) seed can account for reduced germination in hot moist soil. *Field Crops Research* 63: 159-167

13. Aydinsakir, K. – Erdal, S. – Buyuktas, D. – Bastug, R. – Tokker, R. (2013) The influence of regular deficit irrigation applications on water use, yield, and quality components of two corn (*Zea mays* L.) genotypes. *Agricultural water management*, 128: 65-71
14. Ángyán J. (szerk.) (1987) Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben – Az agroökológiai körzetek és a területi fejlesztés. Növénytermesztés korszerűen, gazdaságosan – sorozat. Sorozatszerkesztő: Menyhért Zoltán Kiadja: GATE-KSZE Gödöllő – Szekszárd
15. Barla-Szabó, G – Dolinka, B. - Berzy, T. (1989) Application of Seed Vigour Tests for Corn Production. *Georgikon for Agriculture* 2:159-165.
16. Barla-Szabó G. (2013) Kukoricatermesztés szélsőséges körülmények között. 60 éves a magyar hibridkukorica, Nemzetközi konferencia, Konferencia kiadvány, Martonvásár, 86-90
17. Barla-Szabó G. (2014) Hibridkukorica vetőmag szemes betakarításának lehetősége a Dél-Afrikai köztársaságban. Szóbeli közlés
18. Barnabás B. – Kovács G. (1994) Kísérletek a pollen élettartamának meghosszabbítására. *Növénytermelés*, 45: 447-456
19. Barnabás B. – Lángné M.M. (2004) A vetőmag-ellőállítás virágzásbiológiai alapjai. In (Bedő Z. szerk.) *A vetőmag születése*. Agroiinform Kiadó, Budapest, 41-56 p
20. Bálint A. (1980) A vetőmagtermesztés genetikai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
21. Berzy T. – Fehér Cs. (1995) Különböző fejlődési fázisokban észlelt, jégveréshez közeli kártétel hatása a kukorica szemtermésének képzésére, és a szárszilárdságának alakulására. *Növénytermelés* 44: 4: 375-384
22. Berzy T. – Hegyi Zs. – Pintér J. (2008) Összefüggések a reciprokkeresztezésű kukoricahibridek (*Zea mays* L.) vetőmag életereje és termésparaméterei között. *Növénytermelés* 57: 1: 59-68
23. Berzy T. – Janda T. – Marton L.Cs. – Fehér Cs. (1998) A szárazságnak, mint stressztényezőnek a hatása két beltenyészett kukoricavonal virágzására. *Növénytermelés* 47: 4: 359-367
24. 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

25. Berzy T. – Szundy T. – Pintér J. – Fehér Cs. (1994) A bevirágzás kezdetén észlelt címersérülés hatása a kukorica vetőmag hozamára és minőségére. *Növénytermelés* 43: 2: 109-118
26. Berzy T. - Szundy T. - Pintér J. - Fehér Cs. (1997) Effect of tassel at the beginning of female flowering on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.) seed. *Seed Science & Technology* 25: 1: 35-44
27. Berzy T. – Záborszky S. – Fehér Cs. (1999) A vetőmagkezelések hatása néhány kukorica-genotípus magbiológiai értékére és termésparamétereire. *Növénytermelés* 48: 3: 279-287
28. Berzy, T. – Záborszky, S. – Varga, P. – Hegyi, Z. – Pintér, J. (2012) Seedling vigour and seed deterioration in case of some maize (*Zea mays* L.) genotypes. *Advanced Crop Science*, 3: 3: 218-224
29. Bittman, S. - Liu, A. - Hunt, D.E. - Forge, T.A. - Kowalenko, C.G. – Chantigny, M.H. - Buckley, K. (2012) Precision Placement of Separated Dairy Sludge Improves Early Phosphorus Nutrition and Growth in Corn (*Zea mays* L.). *Journal of Environmental Quality* 41: 2: 582-591
30. Bocz E. (1992) Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
31. Bocz E. (szerk.) (1996) Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
32. Borba, C.S. - Andreoli, C. - De Andrade, R.V. - De Azevedo, J.T. - De Oliveira, A.C. (1998) Effect of drying delay on physiological quality of corn seeds. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 33: 1: 105-108
33. Brown, D.M. (1969) Heat unit for corn in southern Ontario. Ontario Department of Agriculture and Food. Information leaflet Agdex 111/31.
34. Bruggink, H – Kraak, H.L. – Bekendam, J. (1991) Some factors affecting maize (*Zea mays* L.) cold test results. *Seed Science & Technology* 19: 1: 15-23
35. Burris, JS. (1975) The effect of drying temperatures on corn seed quality. *Canadian Journal of Plant Science* 64:487-496
36. Burris, J.S. (1984) Impact of dehumidification drying on seed quality and preconditioning in maize. *Postharvest Biology and Technology* 3: 155-164.
37. Bryum, J.R. – Copleland, L.O. (1995) Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. *Seed Science & Technology* 23: 2: 543-549
38. Chen, K. - Arora, R. (2013) Priming memory invokes seed stress-tolerance. *Environmental and Experimental Botany* 94: 33-45

39. Chen, Y. – Hoogenboom, G. – Ma, Y. – Li, B. – Guo, Y. (2013) Maize kernel growth different floret positions of the ear. *Field Crop Research* 149: 177-186
40. Cordova-Tellez, L. - Burris, J. S. (2002) Embryo Drying Rates during the Acquisition of Desiccation Tolerance in Maize Seed. *Crop Science* 42: 6: 1989-1995
41. Degen Á. (1907) A magyar királyi állami vetőmagvizsgáló állomások. Pallas Részvénytársaság nyomdája, Budapest
42. Deleens, E. – Gregory, N. – Bourdu, R. (1984) Transition between seed reserve use and photosynthetic slurry during development of maize seedling. *Plant Science Letters* 37: 1-2: 35-39
43. Delouche, J. C., Baskin, C.C. (1973) Accelerated ageing techniques for predicting relative storability of seed lots. *Seed Science & Technology* 13: 1: 427-452
44. DeVries, M. - Goggi, A. S. - Moore K. J. (2007) Determining seed performance of frost-damaged maize seed lots. *Crop Science* 47: 5: 2089-2097
45. Dietiker, D. - Oehen, B - Ochsenbein, C – Westgate M. E. - Stamp, P. (2011) Field Simulation of Transgenic Seed Admixture Dispersion in Maize with a Blue Kernel Color Marker. *Crop Science* 51: 2: 829-837
46. Dorka D. (2005) Két hőösszeg-számítási módszer vizsgálata a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények*, 2005/16. Különszám
47. Eberlein, C.V. – Rosow, K.M. – Geadelman, J.L. – Openshaw, S.J. (1989) Differential tolerance of corn genotypes to DPX-M6316. *Weed Science* 37: 651-657
48. Egli, D.B. – Rucker, M. (2012) Seed Vigor and the Uniformity of Emergence of Corn Seedlings. *Crop Science* 52: 6: 2774-2782
49. Eisele, C. (1981) Die Kalibrierung von Maissaatgut aus der Sicht der Aufbereitung und Vermarktung. *Mais* 2: 6-7.
50. Ertseyne P.K. (2004a) A vetőmag fémzárolása, értékmérő tulajdonságainak vizsgálata. pp. 85-103. In (Izsáki Z. - Lázár L. szerk.), *Szántóföldi növények vetőmag-termesztése és kereskedelme*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
51. Ertseyne P.K. (2004b) Vetőmagminősítés. In Bedő Z. szerk. *A vetőmag születése*. Agroform Kiadó, Budapest 231-256

52. Ertseyne P.K. – Rupányi K. (1994) A magyar vetőmagvizsgálat és minősítés története a magyar vetőmagágazattal összhangban. Jubileumi kiadvány Degen Árpád emlékére. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest
53. Faungfupong, S. - Wanapichit, P. - Rungchang, P. (1985) Effect of seed maturity on field maize seed quality. *Kasetsart Journal*, 19: 180-187
54. Fiala, F. (1973) Der Einfluss der Saatgutqualität bei Mais auf der Feldaufgang und Ertrag. *Jahrbuch 1972 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien*. 98-117
55. Filep Gy. (1995) Talajtani alapismeretek II. (Talajrendszertan és alkalmazott talajtan). Debreceni Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen
56. Freier, G. -Vilell, A. - Atil, H.J. (1984) Within ear pollination synchrony and kernel set in maize. *Maydica* 29: 3: 317-324
57. Fruest, E.P. (1987) Understanding the mode of action of the chloroacetamide and thiocarbamate herbicides. *Weed technology* 1: 270-277
58. Gabonatermesztési Kutatóintézet Kiadványa (1989) A hibridkukorica vetőmag-előállítás technológiája. Szegedi Nyomda, Szeged 89-811
59. Gáspár S. (1980a) A csírázás környezeti szabályozása. 164-180. In: (Szabó L.G. szerk.) *A magbiológia alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest
60. Gáspár S. (1980b) A vetőmag kezelése, élettani folyamatok szabályozása. In: (Szabó L.G. szerk.) *A magbiológia alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest 220-242
61. George, D.L. – Gupta, M.L. – Tay, D. – Parwata, I.G.M.A. (2003) Influence of planting data handling and seed on supersweet sweet corn quality. *Seed Science & Technology* 31: 2: 351-366
62. Germ, H. (1966). Qualitätsprobleme beim Saatgut. *Der Föderungsdienst* 14: 2: 43-48
63. Goggi, A.S. – Adam, K.M. – Sanchez, H - Westgate, M. (2006) Improving Corn Grain Purity by Using Color-Sorting Technology. *Crop Management* 5: 1
64. Govender, V. – Aveling, T.A.S. – Kritzinger, Q. (2008) The effect of traditional storage methods on germination and vigour of maize (*Zea mays* L.) from northern KwaZulu-Natal and southern Mozambique. *South African Journal of Botany* 74: 190-196
65. Green, J.M. (1998) Differential tolerance of corn (*Zea mays*) inbreds to four sulfonylurea herbicides and bentazon. *Weed Technology* 12: 474-477

66. Guan, Y.J. – Hu, J. – Wang, Z.F. – Zhu, S.J. – Wang, J.C. – Knapp, A. (2013) Time series regression analysis changes in kernel size and seed vigor during developmental stage of sh2 sweet corn (*Zea mays* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*, 154: 25-30
67. Gupta, M.L. - George, D.L. - Parwata I.G.M.A. (2005) Effect time and drying on supersweet sweet corn seed quality. *Seed Science & Technology* 33: 1: 167-176
68. Györfi B. – I'só I. - Bölöni I. (1965) *Kukoricatermesztés*. Mezőgazdasági kiadó Budapest
69. Györfi L. (2014) Silóhibrid-kukorica vetőmag szemes betakarításának témafelvetése a '80-as években. Szóbeli közlés
70. Harms, C.T. - Montoya, A.L. – Privalle. L.S. – Riggs, R.W. (1990) Genetic and biochemical characterization of corn inbred tolerant to sulfonylurea herbicide primisulfuron. *Theor. Appl. Genet.*, 80: 353-358
71. 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
72. Hope, H.J - Maamari, R. (1994) Measurement of maize cold tolerance during germination. *Seed Science & Technology* 22: 1: 69-77
73. Huang, H. –Moller, I.M. – Song, S. Q. (2012) Proteomics of desiccation tolerance during development and germination of maize seed embryos. *Journal of Proteomics*, 75: 1247-1262
74. Hullan T. (2004) Hazai és nemzetközi vetőmagtermesztés helyzete (in Izsáki Z. – Lázár L. szerk.) *Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
75. Huzsvai L. – Nagy J. (2003) A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére öntözés nélküli és öntözéssel termesztésben. *Növénytermelés*. 53. 4. pp. 533-541.
76. Ilbi, H. – Kavak, S. – Eser, B. (2009) Cool germination test can be alternative vigorous test for maize. *Seed Science & Technology* 37: 2: 516-519
77. *International Rules for Seed Testing Edition 2010*. ISTA, Switzerland ISBN – 13 978-3-906549-60-6
78. *International Rules for Seed Testing Edition (1992) Handbook of Variety Testing – Electrophoresis Testing*. Switzerland 4. fejezet

79. International Rules for Seed Testing Edition (2000) Handbook on vigour testing Switzerland 117.p
80. International Rules for Seed Testing Edition (2003) Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition. Switzerland
81. International Rules for Seed Testing Edition (2005) International Rules for Seed Testing, Switzerland
82. Ireland, D.S. - Wilson, D.O. - Westgate, M.E. – Burris, J.S. – Lauer, M.J. (2006) Managing reproductive Isolation in Hybrid Seed Corn Production, Crop Science 2006 46: 4: 1445-1455
83. Ivanov, A.P. – Szizov, I.A. (1962) Növénynevelés és vetőmagtermelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
84. Jakuskin, I.V. (1950) Növénytermelés (ford. Komló L.). Mezőgazdasági Kiadó Budapest
85. Jolánkai M. - Farkas I. - Pósa B. - Tarwana Á. (2013) Fragmensek a kukorica mitológiából. 60 éves a magyar hibridkukorica. Konferenciakiadvány, 102-105 p. ISBN:978-963-89129-3-0
86. Kádár A. (1983) Gyomirtás – vegyszeres termésszabályozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 520.
87. Kaerver, H.E. (1953) Maturity in relation seedling vigor Proc. of Eight Ann. Hybrid corn. Ind. Res. Conf., Publ., No 8: 59-68
88. Ken, J.E. (1985) The effects of the time of the day and silk treatment on seed set in maize in Ibadan, Nigeria. Maydica 30: 1: 115-120
89. Kirk, L.E. – Ling, L. – Oxley, T.A. (1949) Storing and drying grain. FAO Agricultural Studies No. 6. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Washington, U.S.A.
90. Knittle, K. H. - Burris, J. S. (1976) Effect of Kernel Maturation on Subsequent Seedling Vigor in Maize. Crop Science 16: 851-854
91. Köves E. – Nagy M. (1997) Növényélettan – A növények növekedése és fejlődése. (jegyzet) JATE Press, Szeged
92. Krzyzanowski, F.C. – West, S.H. – Franca-Neto, J.B. (2003) Drying maize using ambient temperature at low relative humidity. Seed Science & Technology 31: 2: 504-410
93. Láng G. (1976) Szántóföldi növénytermelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

94. Lazányi E. (1955) A kukorica és nemesítése. Mezőgazdasági és Erdészeti Állami könyvkiadó, Budapest
95. Leavitt, J.R.C. – Penner, D. (1978) Protection of corn (*Zea mays*) from acetanilide herbicidal injury with the antidote R-25788. *Weed Science* 26: 653-659.
96. Loeffler, NL - Meier, JL - Burris, JS. (1985) Comparison of two cold test procedures for use in drying studies. *Seed Science & Technology* 13:653-658.
97. Marks, B.P. – Stroshine, R.L. (1995) Effects of previous storage history, hybrid, and drying method on the storability of maize grain (corn). *Journal of Stored Products Research* 31: 4: 343-354
98. Marton L.Cs. (2008) Kukoricatermesztésünk a törökdúlástól az EU-csatlakozásig. *Agrofórum extra*, 18: 22: 5-7
99. Marton L.Cs. - Árendás T. – Berzsenyi Z. (2012) Martonvásári hibridek a szárazságban. *Martonvásár (Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont közleményei)* 24: 2: 4-7
100. Matthews, S - El-Khadem, R. - Casarini, E. - Khajeh-Hosseini, M. - Nasehzadeh, M. - Wagner, M.H. (2010) Rate of physiological germination compared with the cold test and accelerated ageing as a repeatable vigour test for maize. *Seed Science & Technology* 38: 2: 379-389
101. Mei, Y. – Song, S. (2008) Early Morphological and physiological events occurring during germination of maize seeds. *Agricultural Science in China*, 7: (8): 950-957
102. Menyhért Z. (1985) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági könyvkiadó, Budapest ISBN 963 231 980
103. Miller, I.H. (1958) Differential responses of several inbreds and single crosses of corn to 2,4 – dichlorophenoxyacetic acid. *Diss. Abs.*, 18.4 1197-1198.
104. Mounsey, K - Moowrer, K - Ghaffarzadeh, M. (2002) Combine Harvest of Seed Fields. *Lasting Alternative (Possibilities, Quality Concerns, and Improved Technologies)*. *Agronomy Services*. 51-53.
105. MSZ 20476:2008. Kísparcellás fajtaazonosító vizsgálat.
106. Nagy J. (2010) Szemle (review) - A kukoricatermesztés jelen, jövője. *Növénytermelés* 59: 3: 85-111
107. Nagy J. (2012) Versenyképes kukoricatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest

108. Neal, N.P. (1950) Breeding Corn fortolerance to cold. Progress in Corn Production. American Seed Trade Ass. 68-78
109. Neszmélyi K. (2004) A vetőmagszektor a hazai agrártermelésben. In: (Izsáki Z. – Lázár L. szerk.) Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest
110. Nijestein, J.H. – Kruse, M. (2000) The potential for standardisation in cold testing of maize (*Zea mays* L.). Seed Science & Technology 28: 3: 837-851
111. Odiemah, M. (1991) Relation of seed testing traits to grain-yield of maize hybrids under different environments. Seed Science & Technology 19: 1: 25-32
112. Oikeh, S.O. –Kling, J.G. – Horst, W.J. – Chude, V.O. – Carsky, R.J. (1999) Growth and distribution of maize roots under nitrogen fertilisation in plinthite soil. Field Crop Research 62: 1-13
113. Organisation for Economic Co-operation and Development (2006) AGR/CA/S (2006) 23. 21. Nov.
114. Organisation for Economic Co-operation and Development (2009) Newsletter for the OECD Seed Schemes
115. Pásztor K. (1962) Különböző frakciójú magvakkal végzett összehasonlító kísérletek eredményei. Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó, Budapest
116. Penner, D. (1971) Effect of temperature on phytotoxicity and root uptake of several herbicides. Weed Science, 19: 571-576
117. Peter, R. – Eschholz, T.W. – Stamp, P. – Liedgens, M. (2009) Swiss flint maize landraces – A rich pool of variability for early vigour in cool environments. Field Crop Research 110: 157-166
118. Peterson J.M. – Perdemo J.A. – Burris, J.R. (1995) Influence of kernel position, mechanical damage and controlled deterioration on estimates of hybrid maize seed quality. Seed Science & Technology 23: 3: 647-657
119. Pethő M. (1984) Mezőgazdasági növények élettana. Mezőgazdasági kiadó, Budapest
120. Pintér, J. – Kósa, E. – Hadi, G. – Hegyi, Zs. – Spitkó, T. – Tóth, Z. – Szigeti, Z. – Páldi, E. –Marton, L.Cs. (2007) Effect of the increased UV-B radiation ont he antocyanin content of maize (*Zea mays* L.) leavels. Acta Agronomica Hungarica 55: 1: 7-17

121. Rebetzke, G.J. - Botwright, T.L. - Moore, C.S. - Richards, R.A. – Condon, A.G. (2004) Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigour in wheat. *Field Crops Research* 88: 179–189
122. Reeves, G.F. - Cox, W.J. (2013) Inconsistent Responses of Corn to Seeding Rates in Field-Scale Studies. *Agronomy Journal* 105: 3: 693-704
123. Ruzsányi L. (1996) A kukorica termését befolyásoló fontosabb tényezők. 112. Kukoricatermesztés '96 Országos Tanácskozás. Gödöllői Agrártudományi Egyetem Vezető- és Továbbképző Intézet, Budapest
124. Shauck, T.C. – Smeda, R.J. (2011) Factors Influencing Corn Harvest Losses in Missouri. *Crop Management* 2011 10: 1
125. Shieh, W.J. - McDonald, M.B. (1982) The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Science & Technology* 10: 307-313
126. Solorzano, C.D. – Malvick, D.K. (2011) Effects of fungicide seed treatments on germination, population, and yield of maize grown from seed infected with fungal pathogens. *Field Crop Research* 122: 173-176
127. Soó R. (1953) Fejlődéstani növényrendszertan. Tankönyvkiadó, Budapest
128. Sun, Q. – Wang, J. – Sun, B. (2007) Advances on seed vigor physiological and genetic mechanisms. *Agricultural Sciences in China* 6: 9: 1060-1066
129. Surányi J. (1957) A kukorica termesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest
130. Sveinsdóttir, H. - Yan, F. - Zhu, Y. - Volk, T.P. – Schubert, S. (2009) Seed ageing-induced inhibition of germination and post-germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H⁺-ATPase in maize roots. *Journal of Plant Physiology* 166: 128-135
131. Szabályzat a vetőmagvak ólomzárásáról (1903) A magyar királyi földművelésügyi minister kiadványai. 20. szám. Budapest, Pallas Részvénytársaság nyomdája
132. Szász, G. (1987) The role of climate in the intensive development of agriculture. *Proc. x. Czechoslovak-Hungarian Meteor. Conf. Brno*, p: 43-56.
133. Széll E. (2004) Kukorica. A vetőmagtermesztés technológiája. In (Izsáki Z. - Lázár L. szerk.) Szántóföldi növények vetőmag-termesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest
134. Szundy T. (2004) A kukorica vetőmagtermesztése. In (Bedő Z. szerk.) A vetőmag születése. Agroform Kiadó, Budapest 329-352

135. TeKrony, D. M. (1993): Accelerated ageing test. *Journal of Seed Technology*, 17: 110-120
136. Thang, S. - TeKrony D. M. - Egli, D. B. - Cornelius, P. L. (2000) An alternative model to predict corn seed deterioration during storage. *Crop Science* 40: 2: 463-470
137. Thielebein, M. (1958) Kornform und Saatgutwert von Mais. *Mitteilungen der DLG*, 47:1261-1263.
138. Thuy, N.X. – Choudhary, M.A. – Hampton, J.G. (1999) The effects of high drying temperature and tempering on development of stress cracks and germination of maize seed (*Zea mays* L.). *Seed Science & Technology* 27: 2: 507-515
139. Trachsel, S. – Keappler, S.M. – Brown, K.M. – Lynch, J.P. (2013) Maize root growth angles become steeper under low N conditions. *Field Crop Research*, 140: 18-31
140. Undersander, D.J. (1987) Yield and yield component response of the water stress in hybrids with different sources of stress tolerance. *Maydica* 23: 1: 49-60
141. Van de Venter, HA. (1988) Relative response of maize (*Zea mays* L.) seed lots to different stress conditions. *Seed Science & Technology* 16:19-28.
142. Van Roekel, R.J. - Coulter, J.A. (2011) Agronomic responses of corn top planting date and plant density. *Agronomy Journal* 103: 5: 1414-1422
143. Varga Z. – Varga-Haszonits Z. (2003). A meteorológiai viszonyok hatása a kukorica életjelenségeire. I. *Agroinform Kiadó, Budapest, Növényvédelmi tanácsok* 12. 12. pp. 18-19.
144. Várallyay Gy. – Szűcs L. – Rajkai K. – Zilahy P. –Murányi A. (1980) Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan*. 29. pp. 77-112.
145. Wahid, A. – Sehar, S. – Perveen, M. – Gelani, S. – Basra, S.M.A. – Farooq, M. (2008) Seed pretreatment with hydrogen peroxide improves heat tolerance in maize at germination growth stages. *Seed Science & Technology* 36: 3: 633-645
146. Wienberg, Z.G. – Yan, Y. – Chen, S. – Flinkelman, S. – Ashbell, G. – Navaro, S. (2008) The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions – in vitro studies. *Journal of Stored Products Research* 44: 136-144

147. Wilson, D. O. - Krishna M. S. - Ratcliff S. L. - Knapp A. D. (1994) Effect of Harvest and Conditioning on Vigor of Shrunken-2 Sweet Corn Seed. *Journal of Production Agriculture* 7: 3: 335-341
148. Woltz, J. - TeKrony, D.M. – Egli, D.B. (2006) Corn seed germination and vigor following freezing during seed development. *Crop Science* 46: 4: 1526-1535
149. Woltz, J.M. – Egli D.B. – TeKrony, D.M. (2005) Freezing Point Temperatures of Corn Seed Structures during Seed Development. *Agronomy Journal* 97: 6: 1564-1569
150. Yates, I.E. – Sparks, D. (2008) *Fusarium verticillioides* dissemination among maize ears of field-grown plants. *Crop protection* 27: 606-613
151. Záborszky S. – Berzy T. (1999) A hibridkukorica- (*Zea mays* L.) vetőmagfrakciók és terméselemek közötti összefüggések. *Növénytermelés* 48: 6: 591-599

13. Függelék

A szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag minőségbiztosítása (tervezet)

1. Eseti kérelemmel, hatósági engedélyhez kötötten történhet. A tulajdonos a várható betakarítás előtt minimum 15 nappal írásban (posta, fax, E-mail) kéri az engedélyt (NÉBIH NKI, 1024 Budapest, Kis Rókus u.). A kérelemnek tartalmaznia kell a tábla helyét, területének nagyságát, a betakarításra váró hibrid nevét, a betakarítás várható idejét, hosszát. A fajtatulajdonos bejelentésenként több táblára is kérhet engedélyt, de táblákat külön-külön kell betakarítani és feldolgozni. A hatóság a kérelem beérkezését követő 5 munkanap alatt elbírálja a kérelmet, majd értesíti a termeltetőt és az illetékes megyei kormányhivatal Vetőmag-felügyelőséget.
2. A fajtatulajdonosnak a szemes betakarítás előtt 2 nappal bejelentési kötelezettsége van az illetékes megyei kormányhivatal Vetőmag-felügyelőség felé, hogy a vetőmag-felügyelő a betakarítást bármikor ellenőrizni tudja. A rendkívüli szemléről a felügyelő hatósági ellenőrzési jegyzőkönyvet ír, és mérnöki napot számláztat ki.
3. Amely hibridüzem rendelkezik szemes vetőmag betárolására alkalmas felhordóval, azt köteles az illetékes megyei kormányhivatal Vetőmag-felügyelőség felé jelezni – amely a tulajdonosi részről egyszeri bejelentési-, a vetőmag-felügyeleti részről egyszeri bejárasi kötelezettséggel jár.
4. A betárolást, szárítást, feldolgozást, raktározást az illetékes vetőmag-felügyelő bármikor ellenőrizheti, az ellenőrzésről hatósági jegyzőkönyvet vesz fel és mérnöki munkanapot számláztat ki.
5. A szemesen betakarított hibridkukorica vetőmagot a vetőmagüzem táblánként külön dolgozza fel, külön tárolja, szürke címkével (maximum 40 tonnánként) fémzároltatja. Tételenként az illetékes vetőmag-felügyelő hivatalos mintát vesz, a gélelektroforézis laboratórium dupla magszámából fajtaazonossági vizsgálatot végez. Ha a fajtaazonosság a 95,0 %-ot eléri, alkalmas minősítést kap az adott tétel fajtaazonosság tekintetében, mely feljogosítja a fajtatulajdonost, hogy más, azonos fajtájú hibridkukorica vetőmaggal szabadon keverhesse, fémzároltathassa. Alacsonyabb fajtatisztaságnál a fémzároltatónak egyszeri lehetősége van a tételt azonos fajtájú (magasabb fajtatisztaságú) hibriddel

keverni, de az előbb említett 40 tonnánként újra szürke címkével fémzároltatni kell, és dupla magszámból gélelekrtoforézis vizsgálatot kell elvégezni. 95%-nál alacsonyabb fajtatisztasággal a vetőmagot nem szabad forgalomba hozni, az alkalmatlan minőségű vetőmaggal az üzemnek el kell tudni számolnia.

Varianciaanalízisek gyűjtőtáblázatai

Ép csíranövények (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	22152,167 ^a	71	312,002	32,629	,000	,745
Intercept	7495072,667	1	7495072,667	783832,948	0,000	,999
kezelés	668,519	1	668,519	69,914	,000	,081
környezet	17917,417	17	1053,966	110,223	,000	,703
tárolás	880,074	1	880,074	92,038	,000	,104
kezelés * környezet	2045,231	17	120,308	12,582	,000	,213
kezelés * tárolás	1,500	1	1,500	,157	,692	,000
környezet * tárolás	218,259	17	12,839	1,343	,159	,028
kezelés * környezet * tárolás	421,167	17	24,775	2,591	,000	,053
Error	7573,167	792	9,562			
Total	7524798,000	864				
Corrected Total	29725,333	863				

a. R Squared = ,745 (Adjusted R Squared = ,722)

Abnormális csíranövények (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	3191,819 ^a	71	44,955	9,754	,000	,467
Intercept	11397,087	1	11397,087	2472,943	,000	,757
kezelés	628,332	1	628,332	136,336	,000	,147
környezet	1478,343	17	86,961	18,869	,000	,288
tárolás	405,693	1	405,693	88,027	,000	,100
kezelés * környezet	347,836	17	20,461	4,440	,000	,087
kezelés * tárolás	,665	1	,665	,144	,704	,000
környezet * tárolás	166,961	17	9,821	2,131	,005	,044
kezelés * környezet * tárolás	163,990	17	9,646	2,093	,006	,043
Error	3650,102	792	4,609			
Total	18239,008	864				
Corrected Total	6841,921	863				

a. R Squared = ,467 (Adjusted R Squared = ,419)

Élettelen magvak (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)
 p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	12617,940 ^a	71	177,717	39,703	,000	,781
Intercept	9506,894	1	9506,894	2123,866	,000	,728
kezelés	,296	1	,296	,066	,797	,000
környezet	10833,565	17	637,269	142,368	,000	,753
tárolás	79,449	1	79,449	17,749	,000	,022
kezelés * környezet	1500,412	17	88,260	19,717	,000	,297
kezelés * tárolás	1,500	1	1,500	,335	,563	,000
környezet * tárolás	77,259	17	4,545	1,015	,439	,021
kezelés * környezet * tárolás	125,458	17	7,380	1,649	,047	,034
Error	3545,167	792	4,476			
Total	25670,000	864				
Corrected Total	16163,106	863				

a. R Squared = ,781 (Adjusted R Squared = ,761)

Ép csíranövények (frakcinált)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték ÉP

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2550,781 ^a	111	22,980	7,462	,000	,514
Intercept	8308686,969	1	8308686,969	2698150,806	0,000	1,000
kezelés	133,612	1	133,612	43,389	,000	,052
környezet	596,453	6	99,409	32,282	,000	,198
frakció	570,406	3	190,135	61,744	,000	,191
tárolás	378,040	1	378,040	122,764	,000	,135
kezelés * környezet	31,810	6	5,302	1,722	,113	,013
kezelés * frakció	50,085	3	16,695	5,421	,001	,020
kezelés * tárolás	51,112	1	51,112	16,598	,000	,021
környezet * frakció	245,859	18	13,659	4,436	,000	,092
környezet * tárolás	110,882	6	18,480	6,001	,000	,044
frakció * tárolás	,299	3	,100	,032	,992	,000
kezelés * környezet * frakció	125,181	18	6,954	2,258	,002	,049
kezelés * környezet * tárolás	35,873	6	5,979	1,942	,072	,015
kezelés * frakció * tárolás	3,121	3	1,040	,338	,798	,001
környezet * frakció * tárolás	114,217	18	6,345	2,061	,006	,045
kezelés * környezet * frakció * tárolás	103,833	18	5,768	1,873	,015	,041
Error	2414,250	784	3,079			
Total	8313652,000	896				
Corrected Total	4965,031	895				

a. . R Squared = ,514 (Adjusted R Squared = ,445)

Abnormális csíranövények (frakcinált)
p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték ABN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	972,781 ^a	111	8,764	4,628	,000	,396
Intercept	5120,719	1	5120,719	2704,374	,000	,775
kezelés	144,643	1	144,643	76,389	,000	,089
környezet	23,297	6	3,883	2,051	,057	,015
frakció	120,594	3	40,198	21,229	,000	,075
tárolás	141,446	1	141,446	74,701	,000	,087
kezelés * környezet	12,060	6	2,010	1,062	,384	,008
kezelés * frakció	56,902	3	18,967	10,017	,000	,037
kezelés * tárolás	25,112	1	25,112	13,262	,000	,017
környezet * frakció	58,266	18	3,237	1,710	,033	,038
környezet * tárolás	89,507	6	14,918	7,878	,000	,057
frakció * tárolás	7,188	3	2,396	1,265	,285	,005
kezelés * környezet * frakció	101,895	18	5,661	2,990	,000	,064
kezelés * környezet * tárolás	24,279	6	4,047	2,137	,047	,016
kezelés * frakció * tárolás	5,433	3	1,811	,956	,413	,004
környezet * frakció * tárolás	75,859	18	4,214	2,226	,002	,049
kezelés * környezet * frakció * tárolás	86,301	18	4,795	2,532	,000	,055
Error	1484,500	784	1,893			
Total	7578,000	896				
Corrected Total	2457,281	895				

a. R Squared = ,396 (Adjusted R Squared = ,310)

Élettelen magvak (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték ROTH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1327,972 ^a	111	11,964	8,913	,000	,558
Intercept	1556,653	1	1556,653	1159,678	,000	,597
kezelés	,090	1	,090	,067	,795	,000
környezet	588,417	6	98,070	73,060	,000	,359
frakció	258,173	3	86,058	64,111	,000	,197
tárolás	54,510	1	54,510	40,609	,000	,049
kezelés * környezet	24,886	6	4,148	3,090	,005	,023
kezelés * frakció	,878	3	,293	,218	,884	,001
kezelés * tárolás	5,314	1	5,314	3,959	,047	,005
környezet * frakció	202,413	18	11,245	8,377	,000	,161
környezet * tárolás	34,279	6	5,713	4,256	,000	,032
frakció * tárolás	4,459	3	1,486	1,107	,345	,004
kezelés * környezet * frakció	46,676	18	2,593	1,932	,011	,042
kezelés * környezet * tárolás	9,819	6	1,637	1,219	,294	,009
kezelés * frakció * tárolás	8,155	3	2,718	2,025	,109	,008
környezet * frakció * tárolás	36,783	18	2,044	1,522	,075	,034
kezelés * környezet * frakció * tárolás	53,118	18	2,951	2,198	,003	,048
Error	1052,375	784	1,342			
Total	3937,000	896				
Corrected Total	2380,347	895				

a. R Squared = ,558 (Adjusted R Squared = ,495)

Nagy vigorú csíranövények
 (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)
 p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	126311,964 ^a	55	2296,581	24,680	,000	,776
Intercept	2629770,036	1	2629770,036	28260,043	0,000	,986
kezelés	5404,321	1	5404,321	58,076	,000	,129
környezet	92644,464	13	7126,497	76,583	,000	,717
tárolás	750,893	1	750,893	8,069	,005	,020
kezelés * környezet	17302,179	13	1330,937	14,303	,000	,322
kezelés * tárolás	26,036	1	26,036	,280	,597	,001
környezet * tárolás	6889,607	13	529,970	5,695	,000	,159
kezelés * környezet * tárolás	3294,464	13	253,420	2,723	,001	,083
Error	36478,000	392	93,056			
Total	2792560,000	448				
Corrected Total	162789,964	447				

a. R Squared = ,776 (Adjusted R Squared = ,744)

Csiratömeg (frakcinálatlan, 6,5-10,5 mm)
p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	884,487 ^a	55	16,082	33,450	,000	,824
Intercept	5769,131	1	5769,131	11999,987	,000	,968
kezelés	54,002	1	54,002	112,325	,000	,223
környezet	395,610	13	30,432	63,299	,000	,677
tárolás	68,281	1	68,281	142,027	,000	,266
kezelés * környezet	184,693	13	14,207	29,551	,000	,495
kezelés * tárolás	1,615	1	1,615	3,360	,068	,008
környezet * tárolás	111,142	13	8,549	17,783	,000	,371
kezelés * környezet * tárolás	69,144	13	5,319	11,063	,000	,268
Error	188,458	392	,481			
Total	6842,077	448				
Corrected Total	1072,946	447				

a. R Squared = ,824 (Adjusted R Squared = ,800)

Gyökértömeg (frakcionálatlan, 6,5-10,5mm)
p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	675,002 ^a	55	12,273	28,978	,000	,803
Intercept	5237,799	1	5237,799	12367,490	,000	,969
kezelés	101,994	1	101,994	240,828	,000	,381
környezet	299,528	13	23,041	54,404	,000	,643
tárolás	8,251	1	8,251	19,483	,000	,047
kezelés * környezet	134,804	13	10,370	24,485	,000	,448
kezelés * tárolás	1,116	1	1,116	2,635	,105	,007
környezet * tárolás	53,678	13	4,129	9,750	,000	,244
kezelés * környezet * tárolás	75,631	13	5,818	13,737	,000	,313
Error	166,017	392	,424			
Total	6078,818	448				
Corrected Total	841,019	447				

a. R Squared = ,803 (Adjusted R Squared = ,775)

Nagyvigorú csíranövények (frakcinált)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték (nagy vigor, frakciókkal)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	153519,917 ^a	95	1615,999	28,724	,000	,802
Intercept	5236444,08 ³	1	5236444,08 ³	93077,565	0,000	,993
kezelés	4524,083	1	4524,083	80,415	,000	,107
környezet	109194,167	5	21838,833	388,184	,000	,743
frakció	8823,750	3	2941,250	52,281	,000	,189
tárolás	192,000	1	192,000	3,413	,065	,005
kezelés * környezet	3722,667	5	744,533	13,234	,000	,090
kezelés * frakció	2265,083	3	755,028	13,421	,000	,057
kezelés * tárolás	33,333	1	33,333	,592	,442	,001
környezet * frakció	1790,000	15	119,333	2,121	,008	,045
környezet * tárolás	2080,750	5	416,150	7,397	,000	,052
frakció * tárolás	949,167	3	316,389	5,624	,001	,024
kezelés * környezet * frakció	13816,167	15	921,078	16,372	,000	,268
kezelés * környezet * tárolás	791,917	5	158,383	2,815	,016	,021
kezelés * frakció * tárolás	471,833	3	157,278	2,796	,039	,012
környezet * frakció * tárolás	3356,083	15	223,739	3,977	,000	,082
kezelés * környezet * frakció * tárolás	1508,917	15	100,594	1,788	,033	,038
Error	37806,000	672	56,259			
Total	5427770,00 ⁰	768				
Corrected Total	191325,917	767				

a. R Squared = ,802 (Adjusted R Squared = ,774)

Csíratömeg (frakcionált)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték (Csíra tömeg frakciónál)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	559,311 ^a	95	5,887	18,039	,000	,718
Intercept	9320,982	1	9320,982	28559,518	0,000	,977
kezelés	61,540	1	61,540	188,559	,000	,219
környezet	14,476	5	2,895	8,871	,000	,062
frakció	150,887	3	50,296	154,106	,000	,408
tárolás	,302	1	,302	,927	,336	,001
kezelés * környezet	31,088	5	6,218	19,051	,000	,124
kezelés * frakció	33,264	3	11,088	33,974	,000	,132
kezelés * tárolás	,014	1	,014	,042	,837	,000
környezet * frakció	42,276	15	2,818	8,635	,000	,162
környezet * tárolás	33,250	5	6,650	20,376	,000	,132
frakció * tárolás	5,104	3	1,701	5,213	,001	,023
kezelés * környezet * frakció	79,408	15	5,294	16,220	,000	,266
kezelés * környezet * tárolás	15,367	5	3,073	9,417	,000	,065
kezelés * frakció * tárolás	1,988	3	,663	2,030	,108	,009
környezet * frakció * tárolás	63,938	15	4,263	13,060	,000	,226
kezelés * környezet * frakció * tárolás	26,409	15	1,761	5,394	,000	,107
Error	219,321	672	,326			
Total	10099,614	768				
Corrected Total	778,632	767				

a. R Squared = ,718 (Adjusted R Squared = ,679)

Gyökértömeg (frakcinált)

p=5%

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: érték (gyöker tömeg frakcióknál)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	827,284 ^a	95	8,708	40,659	,000	,852
Intercept	8329,960	1	8329,960	38893,176	0,000	,983
kezelés	146,502	1	146,502	684,027	,000	,504
környezet	261,043	5	52,209	243,766	,000	,645
frakció	218,296	3	72,765	339,746	,000	,603
tárolás	,149	1	,149	,695	,405	,001
kezelés * környezet	17,189	5	3,438	16,051	,000	,107
kezelés * frakció	39,747	3	13,249	61,860	,000	,216
kezelés * tárolás	2,568	1	2,568	11,990	,001	,018
környezet * frakció	27,658	15	1,844	8,609	,000	,161
környezet * tárolás	21,868	5	4,374	20,420	,000	,132
frakció * tárolás	,938	3	,313	1,460	,224	,006
kezelés * környezet * frakció	43,280	15	2,885	13,472	,000	,231
kezelés * környezet * tárolás	8,770	5	1,754	8,189	,000	,057
kezelés * frakció * tárolás	10,838	3	3,613	16,868	,000	,070
környezet * frakció * tárolás	14,735	15	,982	4,587	,000	,093
kezelés * környezet * frakció * tárolás	13,705	15	,914	4,266	,000	,087
Error	143,926	672	,214			
Total	9301,169	768				
Corrected Total	971,210	767				

a. R Squared = ,852 (Adjusted R Squared = ,831)



16., 17., 18., képek. US9620 hibridkukorica vetőmag szemes betakarítása

Helyszín: Dél-Afrikai Köztársaság, Limpopo Province, Ohrigstad (fotó: Dr. Barla-Szabó Gábor, 2014)

Az értekezés témakörében megjelent tudományos közlemények

Konferencia kiadványban megjelent közlemények magyar nyelven

Varga P. (2012) Mit ér a hibridkukorica vetőmag, ha szemesen takarítjuk be? XIII. RODOSZ Konferencia, Kolozsvár, 2012. november 9-11

Konferencia kiadványban megjelent közlemények magyar nyelven, teljes terjedelemben megjelenítve

Varga P, Berzy T, (2010.) Morzsoltan betakarított hibridkukorica vetőmag laborvizsgálatainak előzetes eredményei, XVI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2010. március 25. ISBN: 978-963-9639-36-2

Varga P, Berzy T, (2011) Morzsoltan betakarított hibridkukorica vetőmag betakarítás utáni és egyéves csíraeredményei, XVII Ifjúsági Tudományos Fórum, 2011. április 21. Keszthely ISBN 978-963-9639-42-3

Varga Péter, (2011) Szemes betakarítás hatása a hibridkukorica vetőmag csírázóképeségére és genetikai tisztaságára, LIII. Georgikon napok, nemzetközi konferencia, Fenntarthatóság és versenyképesség? Keszthely, 2011. szeptember 29-30. Kivonat-kötet, p 134. ISBN: 978-9639-43-0

Varga Péter, Berzy Tamás (2012) Szemes betakarítás hatása a hibridkukorica vetőmag csírázóképeségére, Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban, Tudományos Konferencia, Debrecen, 2012. március 9. ISBN 978-615-5183-17-1

Varga Péter (2012) Szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége száraz és csapadékos évben, A talaj, a növény, az állat és az ember kapcsolata a fenntarthatóság és az alkalmazkodás tükrében, Tudományos konferencia, Kaposvár, 2012. május 22. Acta Agraria Kaposváriensis, Volume 16 No 2 2012, pp 55-57, ISSN 1418-1789

Varga Péter (2012) Eltérő betakarítási mód hatásai a hibridkukorica (*Zea mais* L.) vetőmag minőségére, XXXIV. Óvári Tudományos Nap, A magyar mezőgazdaság – lehetőségek, új gondolatok, Mosonmagyaróvár, 2012. október 5. ISBN 978-963-9883-93-2

Varga Péter (2013) A szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége, genetikai tisztasága; 60 éves a magyar hibridkukorica, A Magyar Tudomány ünnepe, Hibridkukorica konferencia, Martonvásár, 2013. november 14. ISBN: 978-963-89129-3-0

Konferencia kiadványban megjelent közlemények idegen nyelven

Varga, P. - Berzy, T. – Anda, A. – Ertsey, K (2011) Relations between the shelled harvesting method and seed biological value – in case of some Pioneer hybrids, XXII Eucarpia Maize and Sorghum Conference, Conference Book, p 68. Opatija, Croatia, June 19-22, 2011 ISBN 978-953-97114-8-9

Magyar nyelvű, lektorált, tudományos folyóiratban megjelent közlemény

Varga P. - Berzy T. - Anda A. (2012) Morzsoltan betakarított hibridkukorica (*Zea mays L.*) vetőmag előzetes vizsgálati eredményei – Növénytermelés. 61. 1:1-18 HU ISSN 0546-8191

Idegen nyelvű, lektorált, tudományos folyóiratban megjelent közlemény

Varga, P – Berzy, T. (2011) Effect of different harvesting methods on the germination and vigour of hybrid maize (*Zea mays L.*) seed, Georgikon for Agriculture, 14 (1) 2011. p. 69-83 HU ISSN 0239 1260

Varga, P. - Berzy, T. – Anda, A. – Ertsey, K (2012) Relationship between seed harvesting method and seed physiological quality for a number of Pioneer maize hybrids. Maydica 57. pp 219-224 ISSN:2279-8013 IF = 0,395

Az értekezés témakörében megjelent egyéb közlemények

Varga P. (2009.) Összefoglaló a kukorica előállítások szemes betakarításának bevezetéséhez szükséges kísérletekről, Agrofórum 2009/6 p. 49

Varga P. (2010) Lehet-e szemesen hibridkukorica vetőmagot betakarítani? Vetőmag XVII. Évfolyam, 2010. 4. szám pp 14-15

Varga P. - Penzerné R.K. (2012) Összefoglaló a szemesen betakarított hibridkukorica vetőmagról (I.) Vetőmag XIX. Évfolyam, 2012. 4. szám 6-7

Varga P. (2013) Összefoglaló a szemesen betakarított hibridkukorica vetőmagról (II.) Vetőmag XX. Évfolyam, 2013. 3. szám 7-8

Egyéb közlemények

Berzy T. - Záborszky S. - Hegyi Zs. - **Varga P.** - Pintér J. (2012) A vetőmag öregedése és vigorossága közötti összefüggések néhány kukorica (*Zea mays L.*) genotípus esetében – Növénytermelés 61: 2: 1-16. HU ISSN 0546-8191

Tikász G. - Pepó P. - **Varga P.** (2012) Különböző termőterületeken termesztett államilag elismert hazai őszi búzafajták (*triticum aestivum l.*) csírázókéesség és életerő vizsgálatai I. Talajtani, vízgazdálkodási és növénytermesztési tudományos nap, „Talaj – víz – növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben” ISBN 987-963-89041-6-4

Berzy, T. - Záborszky, S. – **Varga, P.** - Hegyi, Z. – Pintér, J. (2013) Seedling vigour and seed deterioration in case of some maize (*Zea mays L.*) Genotypes Advanced Crop Science Vol3. No3 (2013) 218–224 ISSN: 2322-4282