

60 éves a magyar hibridkukorica

1953–2013

Szervező:
MTA Agrártudományi Kutatóközpont
MTA Agrárostály
Pannon Növény-Biotechnológiai Egyesület és a Bázismag Kft.

Esemény:
A Magyar Tudomány Ünnepe
Hibridkukorica konferencia

Dátum:
2013. november 14.

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszecshenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0001



SZÉCHENYI TERV

Kiadja:
Pannon Növény-biotechnológiai Egyesület

Szerkesztők:
Marton L. Csaba
Spitkó Tamás

Borító, tördelés:
Maulis Csaba

Nyomás:
Multiszolg Bt.
Felelős vezető: **Kajtor Bálint**

ISBN:
978-963-89129-3-0



*Martonvásár,
2013. november 14.*

Tartalomjegyzék

Plenáris előadások

Bevezető <i>Bedő Zoltán</i>	8
Hatvan éves a magyar hibridkukorica <i>Marton L. Csaba</i>	9
Kukoricatermesztési kutatások Martonvásáron: alapkérdésektől a precíziós gazdálkodásig <i>Árendás Tamás, Berzsényi Zoltán, Bónis Péter, Micskei Györgyi, Marton L. Csaba</i>	16
A hazai fajtavizsgálat fejlődése és a martonvásári kukoricanevelés kapcsolata <i>Lukács József</i>	21
A siker velünk folytatódik tovább <i>Oross Dénes</i>	27
Kukorica Iránban <i>Amir Ansari, Mohammad Reza Sharifi</i>	32
Filozófiánk és véleményünk a Lfy hibridek nemesítéséről <i>Francis Glenn, Sietse Pen</i>	34
Hozzászólás és csatlakozás a 60 éves ünnepi megemlékezéshez <i>Gyulavári Oszkár</i>	38

Szekció előadások

1. szekció

A kukorica N-, P- és K-reakciója erdőmaradványos csernozjom talajon beállított trágyázási tartamkísérletben <i>Árendás Tamás, Berzsényi Zoltán, Bónis Péter, Micskei Györgyi, Csathó Péter</i>	40
A kukorica termésreakcióinak vizsgálata Győrffy Bélától napjainkig <i>Berzsényi Zoltán, Árendás Tamás, Bónis Péter, Marton L. Csaba</i>	45
Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica termésére és a betakarításkori szemnedvességére <i>Gajdos Éva, Végh András, Vályiné Széles Adrienn, Víg Róbert</i>	53
A kukorica kéntartalmának vizsgálata agrotechnikai kísérletekben <i>Győri Zoltán, Boros Norbert</i>	57

A martonvásári kukorica hibridek agrotechnikai vizsgálata a debreceni tartamkísérletekben	64
<i>Pepó Péter, Sárvári Mihály</i>	
A szárazság mint az egyik legerőtejsőbb stressztényező hatása a kukorica (<i>Zea mays</i> L.) termésére	72
<i>Széles Adrienn, Ragán Péter, Nagy János</i>	
A kukorica (<i>Zea mays</i> L.) kórtani vizsgálatai Martonvásáron	78
<i>Szőke Csaba, Micskei Györgyi, Nagy Zoltán, Spitkó Tamás, Marton L. Csaba</i>	

Szekció előadások

2. szekció

Kukoricatermesztés szélsőséges körülmények között	86
<i>Barla-Szabó Gábor</i>	
Hibridkukorica vetőmagelőállítás 60 éves múltja	91
<i>Benke Zoltán</i>	
A martonvásári nemesítés és a hazai fajtaregisztráció történetének kapcsolata az elmúlt 60 évben	96
<i>Csapó József</i>	
Fragmensek a kukorica mitológiából	102
<i>Jolánkai Márton, Farkas Ildikó, Pósa Barnabás, Tarnawa Ákos</i>	
A fenotípus és a minőség közötti összefüggés néhány Lfy (leveles) silókukorica hibrid esetében	106
<i>Pintér János, Francis Glenn, Pók István, Hadi Géza, Tóthné Zsubori Zsuzsanna, Nagy Zoltán, Szőke Csaba, Spitkó Tamás, Berzy Tamás, Marton L. Csaba</i>	
A szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége, genetikai tisztasága	115
<i>Varga Péter</i>	

Posztterek

Oxidatív stressztűrő-képesség fokozása nemesítési értékű kukorica hibridekben in vitro mikroszpóra szelekcióval	124
<i>Ambrus Helga, Darkó Éva, Spitkó Tamás, Pintér János, Barnabás Beáta</i>	
Marthonvásári herbicid tolerancia vizsgálatok kukoricában	131
<i>Bónis Péter, Árendás Tamás, Berzsenyi Zoltán, Marton L. Csaba</i>	

A hibridkukorica első 30 éve Magyarországon	137
<i>Hadi Géza, Pintér János, Marton L. Csaba</i>	
A mindeszentpusztai sárga lófogú heterózisforrás jelentősége a magyar és európai kukoricanemesítésben	142
<i>Hadi Géza, Pintér János, Marton L. Csaba</i>	
A glutamin szintetáz enzim aktivitásának összehasonlítása búzában (<i>Triticum aestivum</i> L.) és kukoricában (<i>Zea mays</i> L.)	147
<i>Nagy Zoltán, Zakar Tomas, Németh Edit, Pécsváradi Attila, Marton L. Csaba</i>	
Szárazság hatása a kukoricahibridek termésелеmeire	150
<i>Spitkó Tamás, Nagy Zoltán, Halmos Gábor, Marton L. Csaba</i>	
Kukorica (<i>Zea mays</i> L.) mag- és szárminták fuzárium fajösszetételének meghatározása Magyarországon	155
<i>Szóke Csaba, Bónis Péter, Árendás Tamás, Szécsi Árpád, Marton L. Csaba</i>	
Silókukorica hibridek szárazanyag hozamának és beltartalmának változása az érés során	159
<i>Tóthné Zsubori Zsuzsanna, Pintér János, Pók István, Marton L. Csaba</i>	

Plenáris előadások

Bevezető

Bedő Zoltán

Főigazgató, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet

A martonvásári növénynemesítés kutatási koncepciója a magyar mezőgazdaság és a nemzetközi agrárkutatás prioritásainak megfelelően változott az elmúlt hat évtizedben, amióta az első hibridkukorica megszületett. Akkor a gabonatermelés növelése volt az elsőrendű célkitűzés, hiszen a második világháború után mintegy két évtizeden keresztül Magyarország gabona behozatalra szorult. Martonvásár kutatási stratégiája először a fitotron elkészültével módosult, ami a növénynemesítéshez kapcsolódó alap kutatásoknak, valamint az alkalmazkodóképesség vizsgálatoknak adott kiváló lehetőséget. Az újabb tudományos koncepció átalakítást a rendszerváltás és az MTA reformja tette lehetővé a kilencvenes évek első felében. Egyértelművé vált, hogy a világ agrárkutatása nemcsak a növények termesztésének növelését, hanem a termésszabályozást, a feldolgozóipari minőség javítását, és a termelés fenntarthatóságát egyaránt szem előtt tartja napjainkban.

A martonvásári kutatóintézet hírnevét 60 évvel ezelőtt a kukoricanemesítés eredményei alapozták meg. Pap Endre Európában először itt állított elő beltenyésztes kukorica hibridet, melyet 1953-ban minősítettek Mv 5 néven. Az elmúlt 60 évben Magyarországon minősített martonvásári saját nemesítésű hibridek száma meghaladta a 100-at, a kooperációs hibridek száma, pedig az 50-et, hazai vetésterületük meghaladta a 20 millió ha-t. Martonvásár volt az első a hibridkukorica vetőmagtermelés szántóföldi technológiájának és vetőmagüzemi feldolgozásának kidolgozásában is. A nemesítési program hatékonyságának javítására kiszélesítették tesztelő bázisukat, gépesítették a nemesítési folyamat minden elemét a vetéstől a betakarításon át az adatfeldolgozásig. Új nemesítési alapanyagokat állítottak elő, rekurrens szelekcióval több cikluson keresztül növelték az agronómiaiilag kedvező gének frekvenciáját. Elkészítették a martonvásári nemesítésű kukorica beltenyésztes törzsek polimorfizmus vizsgálatát morfológiai leírás, izoenzim-mintázat és DNS alapú módszerek elemzése alapján. A nemesítési folyamat felgyorsítása érdekében 22 éve téli tenyészkertet létesítettek a déli féltekén Chilében, így felére csökkentették a törzselőállítás idejét. A takarmánykukorica hibridek mellett bioetanol gyártásra alkalmas magas keményítőtartalmú, jól fermentálható hibrideket állítottak elő. Silótermesztésre Európában elsőként új növényi architektúrájú, a cső fölött növelt levélszámú, nagy teljesítményű, jól emészthető un. Lfy (leveles) hibrideket nemesítettek.

A nemesítési programot mindig kiterjedt nemzetközi együttműködés jellemezte. Ez az együttműködés segítette a hazai felhasználású hibridek nemesítését és az exportra szánt hibridek előállítását is. Ennek keretében több mint 50 hibrid kapott állami elismerést Európa több országában. A martonvásári és Mv-közös hibridek Magyarországon kívüli vetésterülete napjainkig meghaladta a 12 millió ha-t.

A természetben soha sincs állandóság: a kikeléstől a termés learatásáig tartó teljes életciklust is figyelembe véve, a növényeknek folyamatosan alkalmazkodniuk kell. Ehhez a folyamatos változáshoz adaptálódtak a martonvásári kukoricanemesítők immáron öt generációja Pap Endrétől kezdve Kovács István, Szundy Tamás, Marton Csaba és napjainkban a fiatal PhD hallgatókkal fémjelzett nagyszerű növénynemesítő gárdák, a technikusokkal, a kísérleti, laboratóriumi munkatársakkal együtt. Mindnyájuknak gratulálunk a nagyszerű hatvan esztendő eredményeihez, ami a magyar növénynemesítés történetének legszebb időszakához tartozik.

Hatvan éves a magyar hibridkukorica

Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet,

Kukoricanevelési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: martoncs@mail.mgki.hu

Összefoglaló

Az európai első hibridkukorica, az Mv 5 születésének 60. évfordulóján tisztelettel emlékezünk a hibrid nemesítőjére, Pap Endrére, a hibridkukorica nemesítés és vetőmagtermesztés hazai kialakulására. Pap Endre életműve volt a magyar hibridkukorica megszületése, amit a magyar növénynevelés egyik legnagyobb teljesítményének ismernek el a világon.

A Martonvásári 5 kukorica hibrid előállításával a fiatal, alig néhány éve alapított kutatóintézet óriási lendületet kapott. A martonvásári kukorica nemesítés évtizedekig egyeduralkodóan ontotta a sikereket a tudományos élet és a gyakorlati eredmények területén egyaránt. A nemesítés mellett kiteljesedtek a kukoricatermesztés eredményességét megalapozó agrotechnikai kutatások is. Martonvásár volt az első a hibridkukorica vetőmagtermelés szántóföldi technológiájának és vetőmagüzemi feldolgozásának a kidolgozásában, hazai meghonosításában is.

A tudománytörténetileg is jelentős eredmények szerencsésen találkoztak a magyar mezőgazdaság korszerűsítésének igényével, s alig néhány év alatt martonvásári hibridekkel vetették be az ország kukorica vetésterületének egészét.

Az Martonvásári 5 hibrid minősítése után 60 évvel az intézet kukoricanevelése a hazai piacon kialakult éles nemzetközi versenyben a magyar nemesítők között az első, a multinacionális cégekkel is összehasonlítható 3-4. helyet foglalja el.

Bevezetés

A hibridkukorica nemesítés amerikai története közel 100 éves (Shull 1909, 1910, East 1909) múltra tekint vissza. Az első hibridkukorica vetőmagot 1924-ben adták el az USA-ban 1 dollárért 1 fontot (Troyer 1995). A hibridkukorica nemesítés magyarországi, egyben európai története 1953-ban az Mv 5 minősítésével kezdődött. Magyarországon 1964-től a kukorica vetésterület 100%-át hibridkukorica foglalja el (Berko és Horváth 1993).

A hibridek hatásaként óriási termésátlag növekedés volt tapasztalható szerte a világon, s ez a tendencia még tovább tart. A heterózis jelenségének magyarázatára hipotézisek születtek ugyan, de az igazi összefüggéseket még ma sem ismerjük. A lezajlott folyamatot számos kutató – nemesítő, genetikus, termesztő, fiziológus – elemezte kísérletekben, ma már a jelenség molekuláris szintű elemzése is folyik számos laboratóriumban.

A növényi – fenotípus – szintű elemzések nem adtak választ a heterózis működésére, de sok hasznos információval segítettek a nemesítési programok módszertanának fejlesztését.

Frey (1971) kísérleti adatokkal demonstrálta, hogy az első hibridek 7-11%-kal adtak több termést, mint a szabadlevirágzású fajták. Az első hibridekhez képest a 60-as évek hibridjei 49% terméstöbbletet adtak.

Russell (1984) kísérleteiben a 80-as években előállított hibridek termése 66,4%-kal (4,21 t/ha) volt több, mint a szabadlevirágzású fajtáké, és 27,5%-kal (2,28 t/ha) több, mint a 30-as évek hibridjeinek termése.

Russell (1985a) másik kísérletében azt igazolta, hogy kissé megnövelt tőszámon a hibridek fölénye még nagyobb a szabadlevirágzású fajtához képest.

Duvick (1977) megállapítása szerint a hibridek termő-képességének a növekedése 50-53 kg/ha/év volt. Ezek az értékek az iowai átlagtermés növekedésének az 57-60%-át adták. Duvick (1984) egy későbbi kísérletében a terméspotenciál növekedését 73-92 kg/ha/év-re becsülte. Castleberry és mtsai. (1984) hasonló vizsgálatában 82 kg/ha/év – 75%-a az USA átlagtermés növekedésének – termésnövekedést állapított meg.

Hazánkban a 30-as években kezdődött a heterózis nemesítés, s elsőként fajtahibrideket állítottak elő, melyek 10-15%-kal adtak nagyobb termést, mint a fajták (Szundy és Kovács 1991).

A fajtahibridek nem terjedtek el széles körben, mert hamarosan megjelentek beltenyésztéses hibridek, melyek a fajtahibridekhez képest is többet teremtek 10-15%-kal (Kovács és Szundy 1991).

Győrffy (1976) polifaktoriális kísérletben értékelte a termesztési tényezők hatását a kukorica átlagtermésének növekedésére. Megállapítása szerint a legfontosabb termés-növelő tényező a tápanyag, a második a fajta, mely 26%-kal járult hozzá a termés növekedéséhez. Ugyanezen kísérlet adataira alapozva később Berzsényi és Győrffy (1995) a fajta szerepét 30%-ra értékelte. Mindkét becslés lényegesen elmarad az amerikai irodalomban közölt adatoktól. Marton és mtsai. (1997) az eltérés okát az országos átlagtermések növekedésének eltérő ütemében látta. Míg az USA-ban a növekedés mértéke a vizsgált időszakban 100 kg/ha/év alatt volt, addig Magyarországon ez az érték lényegesen meghaladta a 100 kg/ha/év-et, rövid időszakot figyelembe véve míg a 200 kg/ha/év-et is. Troyer (1995) szerint a kukoricanevelés hatásaként az amerikai mezőgazdaság évente 300 millió US \$ többlet árbevételt könyvelhet el.

A Martonvásári 5 (Mv 5) megszületése

A Martonvásári 5 (Mv 5) kukorica hibrid előállítására mindenképp a minszentpusztai Pap Endre kiemelkedő szellemi teljesítménye. A Fajtaminősítő Tanács 1953. december 16-án részesítette állami minősítésben a Martonvásári 5 (Mv 5) nevű hibridkukoricát. Az Mv 5 nemcsak Martonvásár és Magyarország, hanem Európa számára is az első, beltenyésztett szülők keresztezésével előállított hibridkukorica volt.

A történelmi hűség kedvéért meg kell jegyezni, hogy fajták keresztezésével már korábban is állítottak elő hibridkukoricát Magyarországon. *Fleischmann Rudolf* 1933-ban 12, *Berzsényi-Jánosits László* 1948-ban 171 fajtahibridet állított elő. Kísérletek alapján 1953-ban 4 fajtahibridet (Óvári 1, Óvári 3, Óvári 4, Óvári 5) részesítettek állami minősítésben.

Ezen fajtahibridek vetőmagját 1957-ben már 20 ezer kh-on termelték, mely akár az ország egész kukorica vetésterületére elegendő lett volna. Ezzel ellentétben, a fajtahibridek nem tudtak a köztermesztésben nagy területen elterjedni, mert ugyanabban az évben (1953), amikor a fajtahibrideket minősítették, kapott állami minősítést az Mv 5

is. Amíg a fajtahibridek 10-15% terméstöbbletet tudtak biztosítani a fajtákkal szemben, az Mv 5 – s általában a beltenyésztéses hibridek – 20-30%-kal adtak nagyobb termést. Így az 1953-as kísérletekkel nemcsak az Mv 5 sorsa dőlt el, hanem eldőlt a fajta, fajtahibrid, beltenyésztéses hibridek közötti verseny kimenetele is az utóbbiak, a beltenyésztéses hibridek javára.

Az Mv 5 hibrid 1952-1953-ban, az országos fajtakísérletekben mutatott teljesítményét *Taróczy Herbert* a következőképpen jellemezte:

„Nem véletlen az, hogy az ország minden táján fekvő 17 növényfajta-kísérleti állomásunkon pl. az ez idő szerint legjobb hibridünk: a Martonvásári 5 sz. hibrid kivétel nélkül az első csoportba került és 16 ízben (94%) volt a legelső. Ilyen eset a kukoricanevelés és kísérletezés történetében sem bel-, sem külföldön még nem fordult elő. Ez a hibrid a legkülönbözőbb tájakon és talajokon ez idő szerint verhetetlennek bizonyult.”

Jánossy és mtsai. (1957) részletesen jellemzi a Martonvásári 5 hibridet, miközben megállapítja, hogy a „többi kukoricafajtához viszonyítva jelentősen nagyobb termőképessége alapján” kapott állami minősítést és „jó alkalmazkodó és középkorai érése miatt országszerte vethető.” A Martonvásári 5 nemcsak Magyarországon, hanem Ausztriában is kiválóan szerepelt a fajtakísérletekben.

A *Martonvásári 5* hibrid 1956-ban 1, 1959-ben 28, 1960-ban pedig 56%-át foglalta el az ország kukorica vetésterületének. Ezután termőterülete fokozatosan csökkent és a 70-es évek elejére végleg kiszorult a köztermesztésből.

A fiatal, alig néhány éve alapított kutatóintézet ezzel a váratlan, szinte készen kapott eredménnyel óriási lendületet kapott. Az akkori kutatók képességeit, s felelősségteljes gondolkodását jellemzi, hogy Pap Endre korai, 1956-os távozását követően a martonvásári kukoricanevelés nem torpant meg, hanem kiteljesedve, évtizedekig egyed-uralkodóan ontotta a sikereket a tudományos élet és a gyakorlati eredmények területén egyaránt.

A 80-as évektől több mint egy évtizeden át foglalkoztunk a honosítási programunkban kiválasztott külföldi hibridek bevezetésével, elterjesztésével. Ebben az időben a honosított hibridjeink közül több mint 40 kapott állami elismerést. Közben erőforrásaink jelentős részét a martonvásári kukoricanevelési program korszerűsítésére, megújítására fordítottuk.

Nemesítési célkitűzések a 80-as évektől

Az új program prioritásait az elődök által létrehozott szellemi, technikai infrastruktúrára, a 70-es évek tanúságaira, s a versenyképes külföldi programok átvételre alkalmas elemeire alapozva alakítottuk ki. Külön hangsúlyt fektettünk a törzs monokultúra elkerülésére, a genetikai sebezhetőség kivédése, gyors vízleadó, szilárd szárú hibridek nemesítése céljából, valamint a nemesítési anyagok szabadalmaztatásával kialakult új jogi, közgazdasági helyzethez való alkalmazkodás miatt.

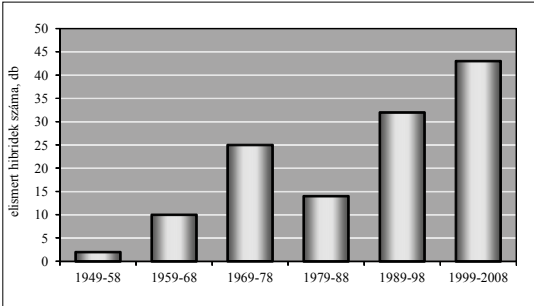
A jelenlegi nemesítési program prioritásait a kukoricatermesztés valamint a kukorica hasznosítás megváltozott igényeinek megfelelően határoztuk meg. Figyelemmel voltunk a hazai ökológiai viszonyokra is. Magyarország szélsőségekre – egyre inkább –

hajlamos klímája, valamint a termesztés igen változatos agronómiai színvonala indokolják a hibridek alkalmazkodóképességének javítását, beleértve az abiotikus (hideg és szárazság) és biotikus stressz-faktorokkal szembeni ellenálló-képességet is.

Kiszélesítettük a hibrid tesztelő bázisunkat, mintegy ötszörösére növeltük kísérleti parcelláink számát. Külföldön évente mintegy 100 helyen szerepelnek hibridjeink

összehasonlító kísérletekben. Emellett hibridjeinket szisztematikus agrotechnikai kísérletekben – műtrágyázás, tőszám, herbicid – értékeljük.

A hidegtűrési kutatások végig kísérték a martonvásári kukoricanevelés 50 évét (Kovács 1958, Herczegh 1978, Szundy 1981, Marton 1991). A hidegtűrés különös jelentőséggel bír azon korai-, (FAO 200-240) és extra korai hibridek (FAO 150-190) esetében, melyeket az 55° szélességi körtől északra található területeken termelnek siló, illetve szemes hasznosításra (Pintér 1994). A betegsé-



2. ábra. Államilag elismert Mv hibridek (1949-2008)

gekkel és kártevőkkel szembeni ellenállóság javítása a nemesítési program szerves része (Kizmus és Marton 1986 Szőke és mtsai. 2009). Minden évben nagyszámú nemesítési anyag -populációk, hasadó anyagok, törzsek és hibridek – rostosüszög, golyvásüszög, fuzáriumos szárkorhadás és csőpenész ellenállóságát értékeljük. Az utóbbi években megkezdtük a fuzáriumos csőpenész fertőzőttesség értékelését az ország különböző termőterületein. A fertőzőttésen túl vizsgáljuk a penészes termés toxintartalmát is. Egészséges élelmiszer és takarmány csak toxinmentes kukoricából állítható elő.

Magyarországon a kukoricabogár 1995 óta van jelen. Az eltelt évek alatt az ország egész területén elterjedt. Különösen súlyos veszteséget szenvednek a gazdák azokban a régiókban, ahol a kukoricát monokultúrában termesztik.

A kukoricanevelésnek két lehetősége van a hibridek rezisztencia szintjének javítása terén (Marton és mtsai. 2009). A hagyományos módszerek alkalmazásával a hibridek toleranciáját növeljük a lárvakártételekkel szemben. A másik út a transzgenikus kukorica előállítás.

A kukorica érésdinamikai vizsgálatokkal feltártuk a legfontosabb törzseink és forrásaink érésének és vízleadásának természetét, eredményes szelekciót folytattunk új beltényesztett törzsek és gyors vízleadó hibridek előállítására (Hadi 1982, Pók 2002). Az utóbbi időben megkezdtük nemesítési anyagaink genetikai markerezését (Nagy és mtsai. 1999). A különböző markerek – izoenzim, PCR, mikroszatellita – egyidejű értékelésével, nagy pontossággal felderíthető ismeretlen nemesítési anyagok genetikai háttere és nemesítési értéke (Nagy és mtsai. 2003). A silókukorica beltartalmának javítása érdekében értékeljük hibridjeink emészthetőségét (Zsubori és mtsai. 2002). A genetikai bázis szélesítésére kiterjedt populációjavítási programot indítottunk (Herczegh és mtsai. 1986). Vetőmag biológiai vizsgálataink elsődleges célja a hazai stressz körülmények között is magas minőségű vetőmagot biztosító technológia kidolgozása (Berzy és mtsai. 2003).

Felére csökkentettük a törzselőállítás idejét: a déli féltekén előbb Argentínában, majd Chilében létesítettünk téli tenyészkeretet. A genetikai bázis szélesítését szolgálják át-ételeszen a közös nemesítési programjaink is, melyek keretében az elmúlt években 20

külföldi intézettel és céggel biztosítottuk egymás számára kétoldalú kapcsolat keretében a törzsek hozzáférhetőségét.

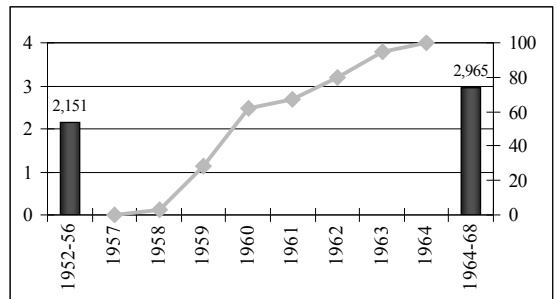
A célkitűzések helyességét igazolja, hogy az utóbbi években egyre több martonvásári kukoricahibrid kapott állami elismerést, s az egy időben listán lévő hibridjeink száma most a legtöbb (2. ábra). Az elmúlt 10 évben 39 új hibrid kapott állami elismerést. A 39 új hibridből 6 a legkorábbi, 21 a korai, 8 a középérésű és 4 a késői csoportba tartozik. A hibridek többsége szemes (32), 7 siló hasznosításra engedélyezett és egy csemegekukorica. Martonvásár az Mv hibridek köztermesztésben elfoglalt arányával az összes piaci szereplőt figyelembe véve a 3-4. helyet foglalja el, míg a magyar fajtatulajdonosok közül az 1. helyen áll. Martonvásári kukoricahibridek vetőmag felhasználása külföldön meghaladja a hazai mértéket. Az elmúlt évtizedben hibridjeinket minősítették Oroszországban, Ukrajnában, Horvátországban, Romániában, Bulgáriában Törökországban és Iránban.

Vetőmagtermesztés

Martonvásár volt az első a hibridkukorica vetőmagtermelés szántóföldi technológiájának és vetőmagüzemi feldolgozásának a kidolgozásában, hazai meghonosításában is.

A tudománytörténetileg is jelentős nemesítési eredmények szerencsésen találkoztak a magyar mezőgazdaság korszerűsítésének igényével, s alig néhány év alatt martonvásári hibridekkel vetették be az ország kukorica vetésterületének szinte egészét. A hibridek elterjedése, és kizárólagossá válása Magyarországon ötöd annyi ideig tartott, mint a „lehetőségek hazájában”, a kifejezetten innovatív és piac orientált USA-ban (3. ábra). E hibridek termésmenvelő hatása országosan millió tonnákban fejezhető ki. A hibridek elterjedését megelőző öt év átlagtermése 2.15 t/ha volt, míg a 100%-os elterjedést követő első öt év átlaga 2.97 t/ha. A növekedés (38%) jelentős mértékben a hibrideknek köszönhető, nem tagadva a javuló technológia szerepét sem a termésátlagok emelkedésében.

A hibridek elterjedését szolgálta az 1954-ben elfogadott hibrid program. 1956 nyarán a Martonvásár kapta az első gázolaj tüzelésű, hőfokszabályozó automatikával ellátott *Campbell típusú* terményszárítót és még ebben az évben megépítették az ország első hatkamrás kukorica vetőmagszárítóját. 1957-től a Kutatóintézet hibridkukorica vetőmag-előállításra szakosodott munkacsoportot hozott létre, saját kezébe vette a hibridkukorica vetőmag alapanyagok előállítását. 1958-ban megépítették az első hat állami gazdasági hibridkukorica vetőmagüzemet (*Baja, Bóly, Mezőhegyes, Mezőnagymihály, Debrecen, Murony*). Ezt követően 1959-64 között megépült a mezőfalvai, dalmandi, mosonmagyaróvári, szenttamási, hódmezővásárhelyi és ceglédi vetőmagüzem. Ezzel létrejött a hazai hibridkukorica vetőmagipar, melynek kapacitása 65 napos szezonidő figyelembe vételével, elérte az évi 36 ezer tonnát.



3. ábra. Országos kukorica termésátlag a hibridek elterjedése előtt és után 5 évben

Irodalomjegyzék

- Berko J. – Horváth J. (1993): A hibridkukorica magyarországi elterjedésének és a kukorica vetőmagipar kialakulásának története. Budapest, MTE SZ, 206 p.
- Berzy, T., Záborszky, S., Hegyi, Zs., Pintér, J. (2003): Effect of drying temperature on the quality of hybrid maize seeds from Martonvásár. Proc. Of XIX. EUCARPIA Maize and Sorghum Conference, Barcelona, 4-7. 58.
- Berzsenyi, Z., Gyórfy, B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés, 44, 507-517.
- Castleberry, R.M. – Crum, C.W. – Kaul C.F. (1984): Genetic yield improvement of U.S. maize cultivars under varying fertility and climatic environments. Crop Sci. 24: 33-36.
- Duvick, D.N. (1977): Genetic rates of grain in hybrid maize yields during the past 40 years. Maydica 22: 187-196.
- Duvick, D.N. (1984): Genetic contribution to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. In: Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. (Ed.: Fehr, W.R.) CSSA. Spec. Publ. 7: 15-47.
- Frey, K.J. (1971): Improving crop yields through plant breeding. Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 20: 15-58.
- Gyórfy B. (1976): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. Agrártudományi Közlemények 35: 239-266.
- Hadi, G. (1982): A kukoricaszemek telítődése és vízleadása. Egyetemi doktori értekezés, Martonvásár.
- Herczegh, M. (1978): A kukorica hidegtűrőképességének javítása nemesítéssel. Kandidátusi értekezés, Martonvásár.
- Herczegh, M., Hadi, G., Szundy, T., Kovács, I., Csetneki, A. (1986): Population improvement and line development. In: Balla L. (ed.) Research results from the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences Martonvásár, 78-79.
- Jánossy, A., Komlóssy, Gy., Mórász, S., Taróczy, H. (1957): Magyar kukoricafajták és termesztésük. (Hungarian maize varieties and its production.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kizmus, L., Marton, L. Cs. (1986): Disease resistance. In: Balla L. (ed.) Research results from the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. Martonvásár, 81-85.
- Kovács, I. (1958): A kukorica hidegtűrőképességének fokozása, különös tekintettel a koraiságra, a termés nagyságára és biztonságára. Kandidátusi disszertáció, Martonvásár.
- Kovács I. – Szundy T. (1991): Fajtától a hibridkukoricáig. III. Beltenyésztéses kukoricahibridek, Martonvásár 91/4: 6-8 Marton, L. Cs. (1991): Kukorica beltenyésztett törzsek és hibridjeik hidegtűrése. Kandidátusi disszertáció, Martonvásár.
- Marton, L.Cs., Szóke, Cs., Pintér, J., Bodnár, E. (2009): Studies on the tolerance of maize hybrids to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). MAYDICA 54:(2-3) pp. 217-220.
- Marton L.Cs. – Szundy T. – Gyórfy B. – Berzsenyi Z. (1997): Genetic contribution to national maize yield increase in Hungary 1871-1995. Book of Abstracts Symp. The Genetics and exploitation of Heterosis in Crops. Mexico. 224-225.
- Nagy, E., Gyulai, G., Marton, L.Cs. (1999): Genetikai markerek felhasználása a kukoricanevelésben. In: Veisz, O. (szerk.) Ötven éves a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. 131-135.
- Nagy, E., Gyulai, G., Szabó, Z., Hegyi, Z., Marton, L. C. (2003): Use of morphological description and genetic markers in the study of maize polymorphism and genetic relationship. Acta Agron.Hung. 51, (3) 257-265.

- Pintér, J. (1994): Extra korai vonalak használata a kukoricanevelésben. Kandidátusi disszertáció, Martonvásár.
- Pók, I. (2002): Kukorica genotípusok vízleadás és szemtelítődése. In: Sutka, J., Veisz, O. (eds.) A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkciós mezőgazdaságában. 255-259.
- Russell, W.A. (1984): Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding. *Maydica* 29: 375-390.
- Russell, W.A. (1985): Evaluation for plant, ear, and grain traits of maize cultivars representing seven eras of breeding *Maydica*, 30: 1, 85-96.
- Shull, G.H. (1909): A pure line method of corn breeding. *Am. Breeders Assoc. Rep.* 5: 51-59.
- Shull, G.H. (1910): Hybridization methods in corn breeding. *Am. Breeders May.*, 1: 98-107.
- Szundy, T. (1981): Eltérő heterozigóta szintű szülőkön előállított kukoricahibridek néhány tulajdonsága. Kandidátusi disszertáció, Martonvásár.
- Szőke C., Rácz F., Spitkó T., Marton L. C. (2009): Data on the fusarium stalk rot. *Maydica*, 54:211-215.
- Szundy T. – Kovács I. (1991): Fajtától a hibridkukoricáig. II. A fajtahibridek. *Martonvásár* 91/3: 6-8.
- Troyer, A.F. (1995): Early Illini Corn Breeders. Their quest for Quality and Quantity. Prof. of. 50th. ASTA Conference, 56-67.
- Zsubori, Zs., Spitkó, T., Marton, L. Cs.(2003): Martonvásári silókukorica ibridek minőségének javítása. IX. Növénynevelési Tudományos Napok., Budapest, 150.

Kukoricatermesztési kutatások Martonvásáron: alapkérdésektől a precíziós gazdálkodásig

¹Arendás Tamás, ¹Berzsenyi Zoltán, ¹Bónis Péter, ¹Micskei Györgyi*,

²Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

¹Mezőgazdasági Intézet, Növénytermesztési Osztály

²Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: arendas.tamas@agrar.mta.hu

Összefoglaló

Martonvásáron az első beltenyésztéses hibridkukorica, az Mv 5 köztermesztésbe kerülését követően, az 50-es évek közepétől korszerű tartamkísérletekben, szabadföldi kispácellás technológiai adaptációs kísérletekben kezdődtek meg az agrotechnikai kutatások. Ezek jelentős hányada – alkalmasságuknak köszönhetően – ma is szolgálja a kukoricatermesztés fenntartható fejlesztését. A kutatások kezdeti időszakában a vizsgálatok a szántóföldi növénytermesztés intenzitásának növelésével, az élőmunka csökkentésével összefüggő tényezők megismerésére irányultak. Napjainkban a kísérletek hosszú idősoros eredményei, a fenológiai megfigyelések, az ökológiai, és ökofiziológiai mérések adatai a modell-szemlélet kiterjesztését szolgálják és egyre inkább összekapcsolódnak az intenzív műszaki fejlődés adta precíziós lehetőségekkel.

Bevezetés

A kukoricanevelés és a termesztési kutatások kezdettől fogva elválaszthatatlanok egymástól Martonvásáron. Az 1959 őszen megkezdett polifaktoriális kísérlet eredményei már a vizsgálatok kezdetén igazolták, hogy a kukorica terméshozadékára ható tényezők között a genotípus az egyik leginkább meghatározó. A hibridek genetikai potenciáljának minél nagyobb realizálása azonban elengedhetetlenné teszi a termesztési tényezők közötti kapcsolatrendszerek, kölcsönhatások vizsgálatát, azok egzakt, kísérletes számszerűsítését.

A Györfly Béla által közel fél évszázada megfogalmazott cél ma is igaz:

„a növénytermesztési javaslatokban is arra kell törekednünk, hogy ne a lehető legjobb megoldást keressük, hanem kísérleti adatok alapján több lehetséges, jó megoldást tudjunk felvázolni.”

Anyagok és módszerek

A MTA ATK Mezőgazdasági Intézetben a kukoricakutatások több évtizedes tartamkísérleteken és technológiai adaptációs kísérleteken alapulnak, amelyek egyedi lehetőséget adnak a kukoricahibridek agronómiai reakcióinak vizsgálatára.

Martonvásáron az 1950-es évek végétől kezdődően Gyórfy Béla állította be azokat a tartamkísérleteket, amelyek az országban a legrégebbiek közé tartoznak, és teljes mértékben megfelelnek a mai kor módszertani követelményeinek. A folyamatosan fenntartott és nemzetközileg is nyilvántartott martonvásári tartamkísérletek parcellaszáma több mint 700, területük mintegy 15 ha. A tartamkísérletek élő szabadföldi laboratóriumok. Kizárólag ilyen körülmények között, évtizedes eredmény sorok segítségével lehet tanulmányozni a talaj termékenységének változását, a növénytermesztési rendszerek hatékonyságát, az ezt befolyásoló tényezők szerepét.

A két- és többtényezős technológiai kísérletekben a kukorica agronómiai reakcióit, valamint a genotípus, a természetstechnológia és a változó környezeti tényezők közötti kölcsönhatásokat vizsgáljuk. Ezeknek a kísérleteknek az eredményei a kukoricatermesztés folyamatos fejlesztését szolgálják, amelyek közvetlenül hasznosulnak a mindennapi praktikumban.

Eredmények

Vetésforgó kísérletek

A hazai kukoricatermesztés intenzív fejlesztésének kezdetén alapkérdésként fogalmazódott meg, hogy a monokultúras termesztés arányának növelésével fokozható-e gabona-termesztés eredményessége. A vetésforgó vs. monokultúra kísérlet kezdeti időszakának eredményei is egyértelművé tették, hogy a kukoricának a lucerna rosszabb előveteménye, mint az őszi búza és hazai viszonyaink között a kukorica-őszi búza dikultúra még összhozam tekintetében is versenyképes lehet a monokultúrában termesztett kukoricához viszonyítva (Gyórfy 1975).

A hosszabb időszak adataival elkészített összehasonlító elemzések is megerősíteték, hogy a kukorica termése monokultúrában – a kukoricabogár elterjedését, károsítását megelőző időszakot tekintve is – minden esetben kevesebb volt, mint vetésforgóban, és a vetésforgó termésmenvelő hatása fordított arányban volt a kukorica részarányával a vetésforgóban. A trágyakezelések átlagában legnagyobb volt a termésmenvelő hatás a norfolki típusú (borsó-őszi búza-kukorica-tavaszi árpa) forgóban (NF: 0,904 t ha⁻¹). Csökkenő sorrendben ezt követte a kukorica-búza-lucerna trikkultúra (KBL: 0,853 t ha⁻¹), a kukorica-búza dikultúra (KB: 0,490 t ha⁻¹), és a kukorica-lucerna (KL: 0,376 t ha⁻¹) forgó. A vetésforgó termésmenvelő hatása műtrágyázás nélkül igazolhatóan nagyobb volt, mint a trágyázott parcellákon (KB: 0,715; KL: 1,254; KBL: 1,401; NF: 1,357 t ha⁻¹). Kukorica vetésforgókban a trágyázás közel 50%-kal csökkentette a rotációs hatást (Berzsenyi és mtsai 2000).

Műtrágyázási kísérletek

A vizsgálatok a kutatások kezdeti időszakában Martonvásáron is arra irányultak, hogy az istállótrágyákat kiegészítő, vagy azokat kiváltó műtrágyákkal növelhető-e a kukorica termése, megőrizhető-e a talajok termékenysége (Gyórfy 1958).

Makroelem kombinációk hatását vizsgáló trágyázási tartamkísérlet 44 évének átlaga szerint (Árendás és mtsai 2010) Martonvásáron a legnagyobb, igazolható termésmenvekedést kukoricában a N-műtrágya eredményezte (búza elővetemény: N vs. 0 – 0,87; NP vs. P – 0,75; NPK vs. PK – 1,09 t ha⁻¹; kukorica elővetemény: 1,64;

1,60; ill. 1,91 t ha⁻¹). Száraz években a nitrogénnek csak PK-trágyákkal együtt volt pozitív hatása a foszfor-igényes búza után vetett kukorica termésére. Csapadékos években a kukorica termése a foszforral gyengén, valamint jól ellátott parcellákon nem különbözött igazolhatóan, de aszályban a jobb P-ellátottság termésmenvelő hatású volt.

Dózis kísérletekben a N-műtrágyák hatása monokultúrában szignifikánsan befolyásolta a szemtermést. Az 1970-2002. évek átlagában a kukorica termés N-kezelésenként a következő volt (t ha⁻¹): N0 – 3,69; N80 – 6,97; N160 – 8,33; N240 – 8,34. A termésstabilitás a 160 kg ha⁻¹ N-dózissal volt a legnagyobb. Az évjáratokat tekintve csapadékos években – a száraz évekhez viszonyítva – a termésmenvekedés N-kezelésenként a következő volt (t ha⁻¹): N0 – 1,29; N80 – 1,96; N160 – 1,87; N240 – 1,65. A szemszám és a szemtermés között szoros volt a korreláció alacsony N-ellátottságnál (stressz-környezet) és laza volt kedvező N-ellátottságnál. Fordított volt a tendencia a szemtermés és az ezerszemtömeg között (*Berzsenyi 2009*).

Vetésforgóban nagyobb volt a termésszint és kisebb N-műtrágya dózisa volt szükség a maximális terméshez. 1995-2006 között monokultúrában és vetésforgóban beállított azonos hibridek terméseredményeit összehasonlítva az alábbi eredményeket kaptuk (t ha⁻¹): monokultúrában: N0 – 3,876; N80 – 7,128; N160 – 8,463; N240 – 8,556; vetésforgóban: N0 – 8,288; N80 – 9,556; N160 – 9,561; N240 – 9,422. Vetésforgóban a legnagyobb termést évjáratról függően 80 és 120 kg ha⁻¹ N-dózissal mértük.

Növényszám kísérletek

A beltenyésztéses kukoricahibridek megjelenésével egy időben a martonvásári kutatóintézet koordinálásával országos kísérleti hálózat alakult a köztermesztésben használt fajták és hibridek sűrítettségének vizsgálatára (*I'só 1958*). Ezeknek és a Martonvásáron, Győrffy Béla által alkalmazott metodikával beállított kísérletek eredményeinek köszönhetően a növényszám optimumok a negyvenes években javasolt 20.000 tő ha⁻¹ (70 cm x 70 cm) értékről az 50-es években 35-40, a következő évtizedben jellemzően 50, az 1970-es években 55-60.000 tő ha⁻¹-ra nőttek (*Győrffy 1979*). Az állománysűrűséggel kapcsolatos kísérletek a tenyésztésterület alakja jelentőségének vizsgálatára is kiterjedtek, amelyet víz- és tápanyagforgalmi mérések is kiegészítettek (*Győrffy 1958*).

A martonvásári nemesítésű kukoricahibridekkel a legutóbbi három évtizedben folytatott kutatások eredményei azt igazolják, hogy a túlsűrítés okozta relatív víz- és tápanyag-hiány kedvezőtlen hatású a termésmennyiségre és termésstabilitásra. A termésveszteség a növényenkénti variabilitás növekedésének és a nagyobb arányú meddőségnek tulajdonítható. A stabilitásanalízis regressziós módszerével elemezve 22 év eredményeit megállapítható volt, hogy – a kukoricahibridek terméreakciója alapján – öntözetlen körülmények között 60.000 tő ha⁻¹ növényzámmal volt a termés legstabilabb. 4,6 t ha⁻¹ környezeti átlag alatt a 40.000 tő ha⁻¹ növényszám stabilitása volt nagyobb, míg a 80.000 tő/ha növényszám nagyobb stabilitása 7,9 t ha⁻¹ környezeti átlag felett várható. A 100.000 tő ha⁻¹ növényszám stabilitása 13,6 t ha⁻¹-t környezeti átlag felett haladja meg a 80.000 tő ha⁻¹ stabilitását (*Berzsenyi és Lap 2006*).

Az 1981 és 2010 közötti időszakra vonatkozó elemzések szerint az évjáratnak jelentős hatása van mind a szemtermésre, mind pedig az optimális növényzámmra. Száraz években az optimális növényszám 64.630 tő ha⁻¹, a hozzá tartozó maximális termés

6,639 t ha⁻¹, míg csapadékos években 80.790 t ha⁻¹ és 9,864 t ha⁻¹ volt (*Berzsenyi és Totaklidis 2012*). A növényszám tartományok stabilitása a hibridek tenyészedejétől függően is változott (*Berzsenyi és mtsai 2011*). A stabil növényszám tartomány a FAO 200-299-es csoportban volt a legszélesebb (50-90 ezer növény ha⁻¹), a tenyészedő hosszabbodásával a stabil növényszám tartomány szűkült és a ritkább állományok irányába tolódott el (50-70 ezer növény ha⁻¹).

Vetésidő kísérletek

Az Mv 5 hibriddel végzett vetésidő vizsgálatok már az 1950-es évek végén igazolták, hogy a reakciókra jelentős hatást gyakorol az időjárás (*I'só 1962*). Ennek következtében az egyes kísérletek eredményei ellentmondásosak lehetnek. Így 1958-ban a május 1. és 2. dekádjában, 1959-ben az április 2. és 3. dekádjában vetett Mv 5 adta a legtöbb szemtermést. Az eredmények varianciaanalízise szerint 1960-ban a több genotípussal beállított vetésidő kísérletben a fajta hatása közel háromszor akkora volt, mint a vetésidőé.

Háromtényezős (N-dózis x vetésidő x hibrid) tartamkísérlet 2008-2011. évi eredményeit tekintve a környezeti átlagok szélsőértékei (2008: 10,84 t ha⁻¹ vs. 2009: 6,74 t ha⁻¹) szerint is jelentős (37,8%) volt az évjáratnak tulajdonítható termésingadozás (*Árendás és mtsai 2012*). Minden évben igazolható volt a vizsgált faktorok szemtermésre gyakorolt hatása. Az adott időszakban a N-trágyázás minden évben felülmúlta a vetésidő és a genotípus hatását. Ezek az eredmények megerősítik *Berzsenyi és Dang (2003)* korábbi megállapítását, mely szerint az év hatása a legerősebb, amit a N-műtrágyázás, a hibrid, majd a vetésidő követ.

A vetésidők és a hibridek átlagában meghatározott N-reakciók szerint három évben a 180 kg ha⁻¹ N-hatóanyaggal trágyázott parcellákon volt a legtöbb termést, amihez viszonyítva a 120 kg ha⁻¹ N-kezelések hatása szignifikánsan nem volt kisebb. A kukorica fejlődésének kedvező évben a 180 kg ha⁻¹ adagnak szignifikáns pozitív hatása volt a 120 kg ha⁻¹ dózishoz viszonyítva, de a hatóanyag dózis további növelése már nem befolyásolta igazolhatóan a szemtermést.

A hibridek – másik két tényező átlagában mért – produktivitása szerint a tenyészedőtől függő termőképességen túl a martonvásári hibridek genetikai előrehaladása is nyomon követhető.

A N-kezelések és hibridek átlagában számított szemtermés egy esetben, április 3. dekádjában volt a legnagyobb, három évben a 2. kezelés (04. 20.) eredményezte a legkedvezőbb hatást. A májusban vetett kukoricák teljesítménye négy évből háromszor volt igazolhatóan kisebb, mint a 10 nappal korábban, április végén vetett növényeké. Az optimális vetéstől való húsznapos késés hatására az átlagos napi termésnövekedés mértéke 46,9 kg ha⁻¹ volt.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését a Baross Gábor Program REG_KD_09-2-2009-0032., valamint az OTKA K105789 sz. projektjei támogatták.

*A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Árendás, T., Bónis, P., Csathó, P., Molnár, D., Berzsényi, Z. (2010) Fertiliser responses of maize and winter wheat as a function of year and forecrop. *Acta Agron. Hung.* 58. (Suppl.), 109-114.
- Árendás, T., Berzsényi, Z., Bónis, P. (2012) A szántóföldi gabonatermesztés lehetőségeinek kihasználását segítő agrotechnikai kutatások Martonvásáron. *Agrártud. Közl.* 49. 89-93.
- Berzsényi Z. (2009) Az ötven éves martonvásári tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. In: Berzsényi és Árendás (szerk.) *Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében.* MTA MGKI. Martonvásár, 37-49.
- Berzsényi, Z., Árendás, T., Bónis, P. (2011) A kukoricahibridek növényszám reakcióját meghatározó tényezők eltérő csapadékkellátottságú környezetben. *Agrofórum Extra.* 42: 47-52.
- Berzsényi, Z., Dang, Q.L. (2003) A N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben. *Növénytermelés.* 52, 389-408.
- Berzsényi, Z., Gyórfy, B. (1995) Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *Növénytermelés.* 44. 5-6: 507-517.
- Berzsényi, Z., Gyórfy, B., Lap, D.Q. (2000) Effect of Crop Rotation and Fertilisation on Maize and Wheat Yields and Yield Stability in a Long-term Experiment, *European Journal of Agronomy.* 13: (2-3) 225-244.
- Berzsényi, Z., Lap, D.Q. (2003) A vetésidő és a N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására. In: Nagy J. (szerk.): *Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása.* Civis-Copy, Debrecen. 39-62.
- Berzsényi, Z., Lap, D.Q. (2006) A növényszám hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek növekedésére a növekedésanalízis klasszikus módszerével. *Növénytermelés.* 55. 71-85.
- Berzsényi, Z., Tokatlidis, I.S. (2012) Density dependence rather than maturity determines hybrid selection in dryland maize production. *Agron. J.* 104: 1-6.
- Gyórfy, B. (1958) Trágyázási kísérletek (II.). In: I'só, I. *Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957.* Akadémiai Kiadó. Budapest. 145-162.
- Gyórfy, B. (1975) Vetésforgó – vetésváltás – monokultúra. *Agrártud. Közl.* 34: 61-90.
- Gyórfy, B. (1976) A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények.* 35: 239-266.
- Gyórfy, B. (1979) Fajta-, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények.* 38: 309-331.
- I'só, I. (1958) Országos tenyésztőterület-kísérletek eredményei. In: I'só, I. *Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957.* Akadémiai Kiadó. Budapest. 205-221.
- I'só, I. (1962) Vetésidő kísérletek kukoricával. In: I'só, I. *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960.* Akadémiai Kiadó. Budapest. 138-142.

A hazai fajtavizsgálat fejlődése és a martonvásári kukoricanevelés kapcsolata

Lukács József

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóság
1024 Budapest, Keleti K. u. 24.
e-mail: nki@nebih.gov.hu

Összefoglaló

A növényfajta a mezőgazdasági termelés egyik legfontosabb biológiai alapját képezi. A nevelési munka objektív megítélésében a magyar állam mindig meghatározó szerepet vállalt az új növényfajták állami elismerésével, és a vetőmag- és szaporítóanyag minősítési rendszer működtetésével.

1891-ben megalakult a Magyaróvári Magyar Királyi Gazdasági Akadémiához tartozó Növénytermelési Kísérleti Állomás, melynek feladata a fajták kipróbálása volt. 1901-től kezdődően három év alatt összesen 12 intézményi kísérleti telep létesült.

Az új növényfajták állami elismerését megőrkítő hazai törzskönyvet a hatóság 1916-tól folyamatosan vezeti. A törzskönyv a mai napig 6391 elismerést tartalmaz.

Az 1950-es években a hibridfajták térnyerése új alapokra helyezte az akkori fajtanevelést és fajtavizsgálati rendszert is.

Az Amerikában használt beltenyésztéses hibridkukoricák híre az 1930-as években már eljutott Magyarországra. Az 1940-es évek végén a heterózisos fajták előállítására már folyt, ezeket felváltotta a Dr. Pap Endre által előállított első beltenyésztéses vonalából nevelített Mv 5 hibrid. Az Mv 5 termésmennyisége áttörést jelentett, mert mind a 17 fajtakísérleti állomáson a vizsgált fajtákhoz mérve nagyobb volt. A sikerek hatására Martonvásáron az 1950-es években elindulhatott további kukorica hibridek nevelése. A hibridek kísérletbe állításával és az Mv 5 fajta 1953. évi állami elismerése rendkívüli változást hozott a kísérleti metodikában is. Nőtt a kísérleti helyek száma, bevezetésre kerültek a fenológiai, morfológiai, fiziológiai felvételezések, a betegségek és kártevők vizsgálata.

Az 1960-80 közötti időszakban történt újabb intézeti összevonások és névváltozások nem befolyásolták a szakmai tevékenység nemzetközi színvonalát.

Az 1980-as évek nagy eredménye az ország 1983. évi UPOV csatlakozása, ami az új fajták nemzetközi jogvédelmét (fajtaoltalmát) biztosította.

1990-es évektől a Martonvásári Intézet évenkénti hibridkukorica regisztrációk száma mindig meghaladta az ötöt, sőt a 2004. évi EU csatlakozás körüli években a tízes nagyságrendet is átlépte. Napjainkban az MTA Agrártudományi Központ a hazai hibridkukorica nevelés meghatározó központja lett, ahol az elmúlt hat évtized során több mint száz kukorica fajtát és hibridet állítottak elő. Jelenleg Nemzeti Fajtajegyzékben szereplő 406 elismert kukorica hibrid több mint 11%-a martonvásári nevelésű.

Az Mv 5, mint első kukorica hibrid állami elismerése óta a martonvásári kutatók és nevelők által végzett növénynevelés széles spektrumban sikeres pályát futott végig és jelentős szerepe van, hogy a magyar nevelésű fajtákat nagy számban termelik gazdálko-

dók. Megelégedéssel értékeljük, hogy a magyar nemesítés, ezen belül a martonvásári hibridkukorica nemesítés sikere és 60 éves eredménye mindig összefonódott az idén 121 éves magyar fajtaelismerési rendszer nemzetközileg is elismert magas színvonalával.

Fajtavizsgálatok kezdete és története Magyarországon az első hibridkukorica minősítéséig

A szántóföldi növények nemesítése olyan új fajták előállítását célozza, melyek valamilyen mérhető gazdasági értékkel rendelkeznek. A növényfajta a mezőgazdasági termelés egyik legfontosabb biológiai alapját képezi, a nemesítők ezt egyre magasabb színvonalon biztosítják. A növénytermesztés fejlődése érdekében végzett biológiai innováció objektív megítélésében az állam több mint 120 éve vállal meghatározó szerepet az új növényfajták állami elismerésével és 135 éve a vetőmag- és szaporítóanyag minősítési rendszerével. A hazai szántóföldi és kertészeti növénynemesítés elmúlt hat évtizede szervesen összefonódott a növényfajta-kísérletezés rendszerével.

A fajtavizsgálat kezdetei a XIX. század második feléig nyúlnak vissza. A fajták közötti különbségek megismerése, a fajták termőképességének összehasonlítása hamar a vizsgálatok középpontjába került. A teljesség igénye nélkül említést kell tennünk Pabst Henrikről, aki már az 18850-es években kísérleti tereket hozott létre és búzafajtákon kívül három kukorica fajtát is összehasonlító fajtakísérletekben vizsgált évekig. Az összehasonlító fajtakísérleteket első hazai búzanemesítőként Mokry Sámuel indította. A búza mellett a kukorica termésmennyisége is lényeges kérdésként vetődött fel, Réti János 1888-ban megemlítette, hogy az eredeti Székely kukorica kat. holdanként 4 mázsával kevesebbet termelt, mint a Bodzai kukorica.

Cserhádi Sándor 1886-1888 között hat silókukorica fajtával, három kísérleti helyszínen már tudatosan tervezett, értékelhető kísérletet állított be, elemezve a szár és levél arányát és több fajtával kémiai analízist is végzett. Ezt tekintjük az első olyan fajtakísérletnek, ahol a termés mennyiség mellett a minőséget is, figyelembe vették. Az értékelés eredményei jól kimutatták a fajták közötti különbségeket. A fajtavizsgálatok szükségességéről ezt írta Cserhádi:

„többféle tengerivel tettem kísérletet azon czélból, hogy megtudjam, mennyire igaz az, a mit a magkereskedők az egyes újabb fajtákról mondanak. Ilyesféle kísérleteknek nagy gyakorlati fontosságot tulajdonítok, mert a mióta a magvizsgáló állomások megnehezítik a magkereskedőknek a rossz mag eladását, más arányban kezd mindinkább lábrakapni a lelkiismeretlenség; egyes újabb fajtákat feldicsérnek, sok jó tulajdont mondanak el róluk, hogy a gazda azt megvegye, aki a legtöbb esetben csak saját kárán tudja meg, hogy rászedték. A gazdára éppen olyan baj, ha olyan magot kap, amiből nem az lesz, amit vetni akart, mintha a vásárolt mag valódi ugyan, de rosszul csírázik. A növénytermelési kísérleti tereknek kellene szerintem ez irányban az ellenőrzést gyakorolni.”

Véleményem szerint ez a gondolat minden időben, napjainkban is mottója lehet annak a munkának, amit a fajtakísérletezés és a vetőmag minősítés terén végzünk.

Egyre inkább igény mutatkozott arra, hogy a nagyon hasznos magvizsgálatot végző szervezet mellett olyan intézeti háttérrel kell létrehozni, ahol a fajták közötti különbségeket a fajták termesztési értékét meg lehessen határozni.

1891-ben megalakult a Magyaróvári Magyar Királyi Gazdasági Akadémiához tartozó Növénytermelési Kísérleti Állomás, melynek feladata a fajták kipróbálása volt.

„Egy ilyen rendeltetésű intézet kiegészítője lenne a magvizsgáló állomások munkájának, mert az ugyan sok kártól óvja meg a gazdákat, de a magok termelési értékére nem tud választ adni”

– írta szintén Cserhádi Sándor a kezdetekről. 1893-ban a kukoricafajtákat már az ország 41 helyén kihelyezve vizsgálták.

A magyar fajtakísérletezés fejlődésében a XX. század eleje újabb mérföldkönek tekinthető, 1901-től kezdődően három év alatt összesen 12 intézményi kísérleti telep létesült. Az 1905-ös év a farinográf bevezetésével új, minőségi szemléletet teremtett a minősítő vizsgálatok területén.

Az országos fajtakísérleti hálózatot szakmailag jól kiegészítette Ghillány Imre báró földművelésügyi miniszter javaslata, aki a magyar nemesített növényfajták állami elismerését és állami törzskönyvezési szabályzatát elkészíttette. Ez már biztosítékot jelentett a fajtatisztaság és fajtaazonosság mellett a nemesítés szakszerűségének is. Az új növényfajták állami elismerését megőrkítő hazai törzskönyvet a hatóság 1916-tól folyamatosan vezeti. A törzskönyv a mai napig 6391 elismerést tartalmaz. Ezzel elmondható, hogy Magyarország a világon elsők között foglalkozott a növényfajták minősítésével.

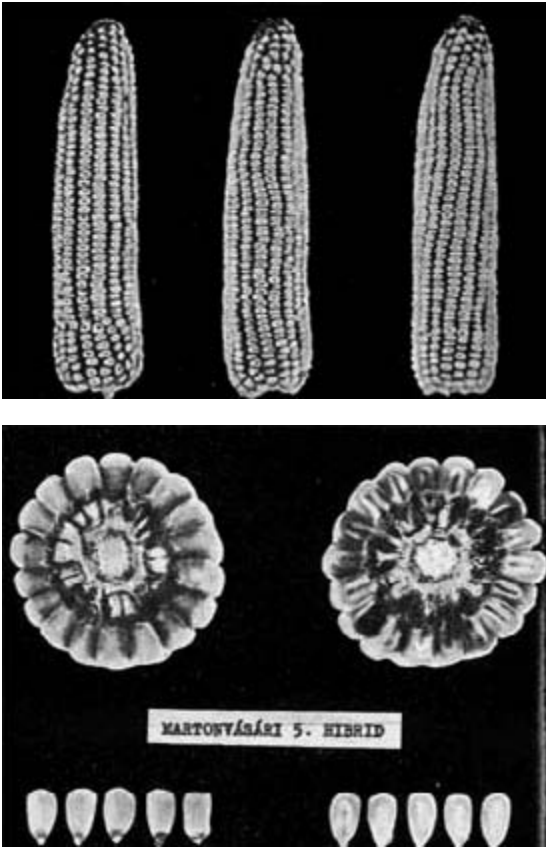
Az első világháború miatti megtorpanást követően, az 1920-as években Surányi és Villax Ödön bővítették a megkezdett fajtakísérletezést, kukorica fajták összehasonlítását. Munkájuk eredményeként 50 kukoricafajta fajtaleírását készítették el 1932-ben, mintegy két évtized munkáját összefoglalva.

A második világháborúig és azt követően rengeteg változáson ment keresztül az intézményi háttér, de Grábner Emil és Villax Ödön tevékenységének köszönhetően megteremtődött a korszerű alapokon nyugvó, országos hálózatot működtető fajtakísérleti rendszer.

Az MV 5 kukoricahibrid megszületésétől az 1983-ig eltelt időszak a nemesítésben és a fajtaelismerésben

A fajtakísérletezés a második világháború utáni visszaesést követően a Földművelésügyi Minisztérium alá tartozó Kísérletügyi Központ Fajtaminősítő Osztályán folyt tovább. Jánossy Andor közreműködésével az állami fajtaminősítés intézményessé vált a Növényfajtaminősítő Tanács létrehozásával. Az Európában szinte egyedülálló fajtakísérleti hálózat és minősítési rendszer akkori formájában minden tekintetben megfelelt a kor követelményeinek. A szántóföldi növények nagyüzemi kísérleti hálózata, módszertani kutatások eredményei alapján a kisparcellás kísérleteket kiegészítette, de annak helyettesítésére nem volt alkalmas.

Az 1953. év sok szempontból fordulópontot jelentett a biológia, ill. a növénygenetika szempontjából. Ekkor ismertük meg a DNS molekula szerkezetét, Magyarországon pedig a Martonvásári 5 néven 1953-ban állami minősítést kapott az első beltenyésztéses hibridkukorica fajta (1. ábra).



1. ábra. Mv 5 kukoricacső

Szántóföldi növényeink nemesítése és termesztése és így fajtavizsgálata is a XX. század első felében a szabad- elvirágzású fajtákra épült. Az átlagtermés fokozatos növekedését a gépesítés és a technológia fejlődése biztosította, jelentős termésnövekedésre akkoriban nem lehetett számítani.

A hibridfajták térnyerése új alapokra helyezte az akkori fajtanemesítést és fajtavizsgálati rendszert is. Amerikában már a '30-as években használtak beltenyészteses hibridkukoricákat, amelynek híre eljutott Magyarországra. Ennek hatására Dr Pap Endre már ezekben az években kísérletezett és állított elő beltenyészteses vonalakat. Ezt a munkát folytatva Martonvásáron az '50-es években elindulhatott a kukorica hibridek nemesítése.

Intézetünk jogelődje a háborút követően 1948-ban kezdte meg az ún. fajta-heterózisos kukoricák első vizsgálatát a Martonvásári FB fajtával. Az 1948-50 között 15-20 helyen elvégzett vizsgálatok a heterózisos fajta előnyét egyértelműen bizonyították az „F” mezőhegyesi sárga lófogú standard fajtával szemben.

Ezt a szabadelvirágzású fajtát azért választották standardnak, mert hosszú idő óta a legtöbbet és legbiztonságosabban termelt, és a szárazságot jól tűrte. Az et-

től többet termőnek mutatkozott első fajtaheterózisos hibrid korszakváltónak tűnt.

A Martonvásári 5 már beltenyészteses hibrid volt. Az Mv 5 termésmennyisége mind a 17 fajtakísérleti állomáson a vizsgált fajtákhoz mérve már nagyobb volt. A fajtaheterózisos hibridek kísérletbe állítása és az Mv 5 állami elismerése rendkívüli változást hozott a kísérleti metodikában is. Nőtt a kísérleti helyek száma, folyamatosak voltak a fenológiai, morfológiai, fiziológiai felvételezések, a betegségek és kártevők vizsgálata.

A Martonvásári 5 hibrid kivétel nélkül minden kísérleti helyen a szignifikánsan többet termő fajták csoportjába került. Ez a hibrid a különböző országgrészekben, különböző talajokon abban az időben verhetetlennek bizonyult. Az Mv 5 hibridet az 1960-as évek végéig 13 további kukorica hibrid követte Martonvásáron, évi 1-2 elismerésszámmal. 1970-től egy látványos áttörés ment végbe a regisztrációk számának tekintetében, a Martonvásári Kutató szinte minden esztendőben kapott állami elismerő oklevelet. Ezt követő húsz esztendőben a regisztrált martonvásári fajták száma az 1978. és 1982. évek kivételével nem haladta meg az évenkénti ötöt, de kukoricafajta mindig szerepelt az elismerések között.

A beltenyészteses hibridekkel beállított fajtavizsgálatok szükségessé tették tudományos alapokon nyugvó statisztikai és biometriai kiértékelő módszerek széleskörű alkalmazását. Ebben jelentős munkát végzett Sváb János majd Wellisch Péter, akik a világ

fejlett országokban akkor már ismert és használt varianciaanalízis elvei alapján végrehajtott adatkiértékelést vezették be. A varianciaanalízis azóta is alkalmazott megbízható statisztikai módszer, de gyors és hatékony alkalmazása akkor még évtizedekig váratott magára a rendelkezésre álló számítógép hiánya miatt. Szerencsére az akkori szakemberek hozzáértését dícsérendő, sikerült olyan matematikai kiértékelő eljárást találni, ami a célnak megfelelt és gyakorlatilag számológép nélkül is alkalmazható volt.

Az '50-es évek mozgalmas időszakot hoztak jogelőd intézeteink életében. Jánossy Andor vezetésével létrehozták az országos fajtakísérleteket végző és irányító FM Kísérleti Központ Fajtaminősítő Osztályát, 1954-ben pedig az Országos Növényfajtakísérleti Intézetet (ONI). Fontos időpont volt a jogelőd intézetek szervezetében az 1958-as év, amikor az ONI kettéválásával megalakult Tápiószelén az Országos Agrobotanikai Intézet, az intézet másik feléből pedig a Növényfajta Minősítő Tanács Titkársága. A '60-as években a mezőgazdaságban végbement nagyarányú fejlesztésekben része volt jogelőd intézeteink tevékenységének, a kukorica termesztés nagy eredményeket ért el a hibridkukoricák elterjedésével a köztermesztésben.

A '70-es években történt újabb összevonások és intézeti elnevezések nem befolyásolták a szakmai tevékenység akkora már nemzetközi hírű színvonalát. 1983-ban megalakult a Növénytermesztési Minősítő Intézet, a Vetőmagfelügyelőség és a Fajtaminősítő Intézet összevonásával. Eddig az időpontig a szántóföldi fajtakísérletezésben megújult a kísérleti technika, a kísérleti munkák nagy része gépesítetté vált és új módszertan is kialakításra került.

Az utóbbi harminc év fajtakísérleti tevékenysége és a martonvásári kukoricanevelés eredményei

Az 1980-as évek nagy eredménye az ország 1983. évi UPOV csatlakozása, ami az új fajták jogvédelmét (fajtaoltalmát) biztosította. Ennek eredményeként kidolgozásra és bevezetésre került a DUS vizsgálat, ami ettől kezdve kiegészítette a gazdasági értékvizsgálatot. A DUS vizsgálat 1986 óta része az állami elismerésnek, illetve a fajtavizsgálati rendszernek. Emellett CPVO vizsgálati irányelv szerint vizsgáljuk azon fajokat, melyekre a Közösségi Növényfajta Hivatal (Community Plant Variety Office) dolgozott ki DUS vizsgálati módszertant. Harmadik csoportba tartoznak azon fajok, melyekre a fent említett két szervezett által nem készült irányelv, ezeknél a NÉBIH és jogelődjei által kidolgozott nemzeti irányelv van érvényben.

A vizsgálatok másik része a gazdasági értékvizsgálatok (teljesítményvizsgálatok) köre, amelyek a DUS vizsgálatok mellett az állami elismerés feltétele a gazdaságilag meghatározó növényfajok esetében.

1993-tól az elmúlt 20 évben a martonvásári intézet évenkénti fajtaelismeréseinek száma mindig meghaladta az ötöt, sőt a csatlakozás előtti és utáni években a tízes nagyságrendet is átlépte. Volt olyan év, amikor ezen belül a kukorica elismerés dominált messzemenően. Magyarországon 2003. óta a növényfajta állami elismerését a *növényfajta állami elismeréséről, a szaporítóanyagok előállításáról és forgalomba hozataláról*” szóló 2003. évi LII. törvény, valamint annak végrehajtásáról szóló 40/2004. (IV.7.) FVM rendelet szabályozza. A növényfajta állami elismeréséhez és a növényfajta-oltalom megszerzéséhez szükséges kísérleti vizsgálatokat – a Fajtaminősítő Bizottság által jóváhagyott módszertan szerint – a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal végzi. Meg kell említeni, hogy a kísérleti munka végzését a kísérleti metodika korszerűsíté-

sét, fejlesztését a '40-es évektől napjainkig folyamatosan segítették a korábban fajtaminősítő tanácsnak vagy bizottságnak nevezett testületek, amely feladatot napjainkban kiváló elméleti kutatókból, oktatókból és elismert gazdasági szakemberekből álló Fajtaminősítő Bizottság látja el.

Az EU csatlakozást követő 2005. esztendőben 14 martonvásári kukorica hibrid került fel a Nemzeti Fajtajegyzékre és ekkor már automatikusan az Európai Unió Közöségi Fajtakatalógusára is.

A fajtakísérleti metodika legutolsó nagyszabású reformjára 2005-2006 között, az Európai Unió csatlakozást követően került sor. A szántóföldi növényfajták közös katalógusáról szóló 53/2002/EC Tanácsi Irányelv alapján hazánk a 87 állami elismerésre kötelezett növényfajra egységesítette a DUS és teljesítményvizsgálati módszertant.

Összefoglalva a Dr. Pap Endre által előállított Martonvásári 5 hibrid kiemelkedő teljesítményét követően a jelenlegi nevén MTA Agrártudományi Kutatóközpont szellemi műhelyeiben az elmúlt hat évtized során több mint száz kukorica fajtát és hibridet állítottak elő (1. táblázat). Ez az eredmény azt jelenti, hogy a Nemzeti Fajtajegyzékben 2013-ban szereplő 406 elismert kukorica hibrid több mint 11%-a – ami 47 elismerést jelent – martonvásári nemesítésű.

	1953-1962	1963-1972	1973-1982	1983-1992	1993-2002	2003-2012
hibridkukorica fajtaszám	8	19	12	11	33	42

1.táblázat. Államilag elismert martonvásári hibridkukoricák száma (1953-2012)

A fent leírt ismertetőből jól látható, hogy az 1953-as első kukorica hibridjének állami elismerése óta a martonvásári kutatók és nemesítők által végzett növény-nemesítés milyen széles spektrumban, milyen sikeres pályát futott végig és hogy ennek jelentős szerepe van abban, hogy a hazai nemesítésű fajták ilyen számban képviselve vannak a Nemzeti Fajtalistánkon és így a köztermesztésben is.

A magyar nemesítés, ezen belül a martonvásári hibridkukorica nemesítés sikere, eredményei összefonódnak az idén 121 éves magyar fajtaelismerési rendszer nemzetközileg is elismert magas színvonalával.

A siker velünk folytatódik tovább

Oross Dénes

Bázismag Kft.

2464 Martonvásár- Erdőhát 096/36 Hrsz.

e-mail: oross.denes@bazismag.hu

Összefoglaló

A Bázismag Kft ügyvezetőjeként 2005 évben azt a feladatot kaptam, hogy a több éve tartó hibridkukorica piaci részarány csökkenést állítsam meg, s a céggel nyereséges növekedést érijünk el. A vállalat átalakítása több évet vett igénybe, de az alkalmazott módszereknek köszönhetően a martonvásári érdekeltségű hibridkukoricák piaci részaránya 2013 évben megközelítette a teljes magyar kukorica piac 7%-át, s a cég folyamatosan és nyereségesen növekszik.

Bevezetés

Az agráripari szektor a multinacionális vállalatok nagy küzdőtere, különösen Magyarországon, mivel mezőgazdasági kibocsátásunk európai viszonylatban is igen jelentős, s a vetőmagtermelés területén is meghatározóak vagyunk Európában. A vetőmag üzletág jövedelmezősége (elsősorban a hibridnövényeké) még mindig elég jó más üzletágakhoz viszonyítva. Az üzletágba való be-, és kilépési korlátok magasak, a világban lezajlott vállalati koncentráció következtében a versenytársak száma ugyan csökkent, de a létrejött multinacionális vállalatok minél nagyobb piaci részarány megszerzéséért folytatott küzdelme miatt a verseny igen erős.

Érezhető, hogy valami más is meghúzódik a háttérben, hiszen a piac nagy, a jövedelmezőség kielégítő, miért hát ez a gyilkos küzdelem? A választ megkapjuk, ha a vetőmag piacon aktív multinacionális vállalatok stratégiai üzletágait megvizsgáljuk: vegyszer és növényvédőszer gyártás és forgalmazás, gyógyszer és genetikai kutatások.

A vetőmag stratégiai hordozóeszközzé vált, s a piacok és a genetikai alapok megszerzéséért világméretű versenyfutás indult meg.

Anyagok és módszerek

Ebben a versenykörnyezetben kell vállalatunk számára olyan marketingstratégiát kidolgozni, és alkalmazni, amely az egyetlen lehetséges alternatívát, a növekedést teszi lehetővé.

Megvizsgáltam és elemeztem a vállalat külső és belső környezetét, SWOT analízist végeztem, s újrafogalmaztam a célpiac választás és a szegmentálás menetét. Fontos volt annak elemzése, hogy a versenysztratégiák és a növekedési stratégiák közül melyek alkalmazhatóak egy magyar vállalat esetében, amely a magyar piac kisebb szereplői közé tartozik.

A termékstratégia meghatározása és kidolgozása kulcseleme a piaci fejlődésnek, s a megkülönböztető versenyelőnyök kommunikálása sokkal könnyebb, mint azok

megtalálása homogén termékek esetén. A pozicionálás versenytárs termékek idősoradataival sok időt és fáradságot igényel, de ennek során megtalálhatjuk a versenytársak gyenge pontjait is.

Az árak tükrözik a termékek értékét, s a progresszív árképzés alkalmazása teszi lehetővé a jövedelmezőség növelését.

A vállalat új márkasstratégiája fontos szerepet játszik a jövő és a fejlődés szempontjából. Különösen azért, mert a márkatermékek versenyében nincs jövő erős kereskedelmi márká nélkül.

Eredmények és következtetések

A martonvásári nemesítésű hibridkukoricák piaci részaránya a többi magyar nemesítő részarányával együtt néhány százalékra csökkent az évezred elejére. Ez a helyzet ugyanakkor lehetőséget adott az új vezetésnek arra, hogy szabadon elemezze a vállalat helyzetét, piaci lehetőségeit és bátran döntsön operatív és stratégiai kérdésekben is.

Nyilvánvalóan új marketingstratégia kialakítására és alkalmazására volt szükség, de ezt megelőzően számos olyan változtatást kellett végrehajtani, amelyek feltételei voltak a vállalat megmaradásának, és siker esetén természetesen feltételei voltak egy új marketingstratégia befogadásának és alkalmazásának is. Mindezekben belül a saját vállalati márká felépítését kellett elindítanunk, amelyről ugyan tudjuk, hogy nem túl gyorsan végbevihető folyamat, de siker esetén a hosszú távú értékteremtés záloga lehet.

A termékek

A hibridnövények esetében a termékek meglehetősen homogénnek tekinthetők, mindegyik ugyanazt a hasznosságot nyújtja, bár a termékjellemzők (tenyészedő, növények mérete, színe, betegségekkel szembeni ellenállósága) szempontjából természetesen vannak eltérések.

A teljesítménykísérletek adatai alapján azonban nehezen eldönthető az, hogy a termék milyen értéket képvisel és hasznossága eléri-e, vagy meghaladja a versenytárs termékek hasznosságát. A teljesítménykísérletek ugyanis általában 2-3 évig tartanak, s főként a fajthatások vizsgálatára koncentrálódnak, s kevésbé alkalmasak a „fajta-teremőhely-évjárat” hatás megítélésére. A teremőhelyi viszonyok, a talajadottságok, az adott év hőmérsékleti és csapadékviszonyai (aszály) sokkal nagyobb eltéréseket eredményeznek az elérhető terméshozamra, mint a fajták között meglévő hozambeli különbségek. Az alkalmazott termesztéstechnológia (talajművelés, műtrágyázás, növényvédelem) szintén sok egyedi faktort ad hozzá a vizsgálandó kérdéskörhöz, s ebből szinte egyértelműen adódik a következtetés, hogy egy fajta értékének megítélésében rendkívül sok az egyedi és a szubjektív elem. Az összes tényező vizsgálata alig lehetséges, s még a legprecízebben végzett szántóföldi kísérletben is a legtöbbször alig mutatható ki szignifikáns differencia.

A piacon a legnagyobb sikereket azok a termékek érték el, amelyeknek az általános alkalmazkodó képessége a legjobb. Ez a tulajdonság azonban a legnehezebben mérhető, s természetéből adódóan a leghosszabb idejű vizsgálatokra van szükség a jó alkalmazkodóképességű hibridek megtalálásához, és a legtöbb esetben csak utólag, a piaci bevezetés megindulása után dől el egy termékről, hogy milyen jól alkalmazkodik szűkebb, vagy tágabb mezőgazdasági környezetünk viszonyaihoz.

Az értékesítési módszerek és a piacra jutás lehetőségei

Az alkalmazható értékesítési módszerek kiválasztását megelőzően a célpiacokat kellett meghatározni földrajzi elhelyezkedés szempontjából. Mivel vállalatunk létszáma és erőforrásaink nem tették lehetővé nagy területek lefedését, s kereskedelmi tapasztalataink és ismereteink főként Magyarországra és a környező országok magyarok lakta területeire korlátozódtak, ezért a fő hangsúlyt a belföldi, magyarországi tevékenység-re helyeztük. Ennek megfelelően tevékenységi területünket három részre osztottuk:

- Magyarország, valamint Szlovákia és Románia magyarok lakta területei
- Európai Unió egyéb területei (Csehország, Franciaország, Németország, Spanyolország, Bulgária)
- Európai Unión kívüli területek (Oroszország, Ukrajna, Irán)

A piacra jutás szempontjából figyelembe kellett vennünk, hogy olyan termékekről van szó, amelyeknek sok versenytársa van, és ismereteink a legtöbb piac esetében korlátozottak (*Kotler és Keller 2006*).

A stratégia felépítéséhez meg kellett határozni a vállalat erőseit, amelyre építeni lehetett, s a külső környezeti, vagy piaci lehetőségeket, amelyek kihasználása elérhetőnek tűnt.

A vállalatunk résztulajdonosa egy nemesítő intézet, amely rendelkezik a szükséges tárgyi eszközökkel, genetikai háttérrel és nemesítési alapanyaggal, valamint szellemi kapacitással a folyamatos nemesítéshez. A nemesítés sikeres, hiszen az utóbbi néhány évben több mint 20 új hibrid kapott állami elismerést, s a régi és az új termékek a teljes hibridkukorica piac lefedésére alkalmasak. A termékeink előállíthatósága jó, s az előállítás gazdaságossága is elfogadható, s a versenytársakkal összehasonlítva is jónak tekinthető. Nemzetközi együttműködéseink száma nagyobb lett, jelentőségünk, piaci súlyunk – mint hatékony nemesítő és független kereskedelmi partner – növekedett.

Az új, alkalmazkodóképes, szárazságtűrőbb termékek iránti igény fokozottabban jelentkezik, s a mi termékeinkre is nagyobb az igény. Az energiaipar új terméktulajdonosságokat fogalmazott meg, amelyre kutatási háttérünk kihasználásával megfelelő választ tudunk adni, termékeinket az új igényekre vonatkozó információk segítségével szélesebb körben tudjuk értékesíteni. A környezeti hatások és az ipar igénye miatt a vevők nyitottabbak az új termékek kipróbálására, így a mi újabb termékeinket is nagyobb valószínűséggel tudjuk kipróbáltatni és bevezetni. A GMO termékek termesztése továbbra sem engedélyezett Magyarországon, ez a szegmens továbbra is zárva marad versenytársaink előtt is.

A környezeti hatások azonban (öntözés hiánya, aszály miatt bekövetkező termés kiesés, a kukorica árak hektikus mozgása) felerősítik a termelők félelmeit, s keresik azokat a termékeket, amelyek az energiaipar igényeit is kielégítik, és jó alkalmazkodóképességük révén jobban tolerálják az éghajlatváltozás miatt gyakrabban előforduló aszályt.

A két lehetőség figyelembevételével fogalmazható meg leginkább az, hogy ma mit szeretne a vevő, s ezek alapján lehet a közeljövő értékesítési szezonjaira vonatkozóan a leghatékonyabb marketingstratégiát kialakítani.

A külső és a belső környezet, a verseny és a versenytársak elemzése után látható, hogy a Porter szerinti öt tényező közül vállalatunkra legnagyobb veszélyt az ipar-

ágon belüli verseny jelenti (Kotler és Keller 2006). Az üzletágba belépni szándékozó új versenytársak vagy nincsenek, vagy nagyon magas belépési korláttal találják magukat szemben. Helyettesítő termékek fenyegetésétől jelenleg nem kell tartani, de a szállítók alkupozíciója erős. Az üzletmenet fenntartásához jelentős tőke szükséges, a készletek forgása lassú, s a stratégiai készletek szintjét kívánatos magas tartani. A vevők alkupozíciója is erős, s a márkák iránti elkötelezettség komoly korlát. Ugyanakkor a piaci potenciál bővíthet is, a gazdasági-, politikai környezet általában kedvező, s az éghajlatváltozás egyébként negatív hatását javunkra lehet fordítani. A nemesítési tevékenységünk eredményes, s az új termékek bevezetését sikeresen végezzük.

A kitűzött célok (kukorica piaci részarány növelése, nyereséges növekedés) elérése érdekében építettem fel a vállalat marketingstratégiáját, melynek néhány eleme érdemel kiemélést.

Vállalatunk differenciáló alapstratégiát követ, és arra törekszik, hogy a vevők számára előnyt biztosító termékeinket a versenytársaktól megkülönböztessük, s ezáltal kimagasló teljesítményt érhesünk el. A vállalatunk saját erősségeire koncentrálna (széles termékpaletta, termékek kiváló alkalmazkodóképessége, jó vetőmagminőség, gyors kiszolgálás) és ezeket hatékony kommunikációval hozza a vevők tudomására.

Vállalatunk az európai vetőmagipar aktív szereplőjeként pozicionálja önmagát, aki képes kiváló minőségű termékek nemesítésére, azok vetőmagjainak előállítására és széles célpiacok kiszolgálására. A konvencionális nemesítés aktív és dinamikus kereskedelmi tevékenységgel párosul, s a termelők igényeinek leginkább megfelelő, kiváló alkalmazkodóképességű termékekkel kívánunk eredményt elérni, s mindezt a mezőgazdasági termelőkkel és forgalmazókkal kialakított kölcsönösen előnyös együttműködés útján.

Alapelvként fogalmaztuk meg, hogy a kukorica piaci részarányunkat növeljük, s ez a növekedés nyereséges legyen. A termék és a piac újdonságtartalmát figyelembe véve a növekedési lehetőségek feltárására az Ansoff termék/piac expanziós mátrixot is felhasználtuk (Kotler és Keller 2006).

Amennyiben a vállalatunk egészét nézzük, több stratégia együttes alkalmazása kényszerültünk: a keleti, nem EU országokban a Piacfejlesztés stratégiáját alkalmazzuk, meglévő termékeinkkel (hibridkukorica) új piacokra léptünk be. Nyugat-Európa országaiban a Piacfejlesztés stratégiáját alkalmazzuk, azzal a különbséggel, hogy ide a vetőmagot mi szállítjuk. Magyarországon Termékfejlesztési stratégiát alkalmazunk. A vevők igényeinek minél tökéletesebb kielégítése érdekében a kukorica termékpalettaunkat folyamatosan továbbfejlesztjük, növeljük termékpaletta belüli termékpaletta számát. Termékpalettaunkat szélesítjük, új termékpalettaakkal, repcével és napraforgóval egészítettük ki portafóliónkat.

A vállalat megfogalmazott küldetésének, hosszú távú növekedésének és általában a vállalati érték növekedésének alapeleme lehet egy sikeres márka (Doyle 2002).

A piacon mindenképpen szükségesnek éreztük a saját márka megteremtését, különösen mivel termékünk, a hibridkukorica meglehetősen homogén termék, s a megkülönböztetés legjobb eszköze a márka (Randall 2000).

A Marton Genetics márka bevezetését a fenti elvek figyelembe vételével indítottuk el, s célpiacaink legtöbbször már több éve használjuk. A logó, amely a márka képi megjelenítője, sikerrel vette az első akadályt, fogadtatása kedvező volt. Az ezt követő időszakban az új márkához új arculatot teremtünk, s elindulunk a márkaépítés több-letértéket teremtő útján.

Konklúziók

Az eltelt néhány évben sikerült növekedési pályára állítani a Bázismag Kft.-t egy igen erős nemzetközi versenyben. A cég piaci részaránya Magyarországon számottevően emelkedett, s a martonvásári érdekeltségű Marton Genetics (MG) hibridkukoricák 2013-ban már a 4. helyezést érték el a nemzetközi versenytársak mögött. Az MG napraforgók és repcevetőmagok egyre nagyobb ismertségre tesznek szert Magyarországon. A Bázismag Kft. kukorica vetőmag exportja az utóbbi három évben folyamatosan növekszik, s Magyarországon kívül 7 országba szállítjuk vetőmagjainkat. A vállalat forgalmazói és vevőkapcsolatai erősödnek, árbevétele és eredményessége növekszik.

A vállalat a nyereséges növekedés szakaszába ért.

Irodalomjegyzék

- Kotler, P., Keller, K. L. (2006) Marketing menedzsment. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 91-92; 94-96; 452-453.
- Doyle, P. (2002) Értékvezérelt marketing. Panem Könyvkiadó Kft., Budapest
- Randall, G. (2000): Márkázás a gyakorlatban. Geomédia Kiadói RT., Budapest

Kukorica Iránban

Amir Ansari, Mohammad Reza Sharifi

Adineh Group,

Irán

Irán Ázsia délnyugati részén fekszik az úgynevezett Közép-Keleten. Területe: 1.648.195 négyzet-kilométer, ezzel 18. terület szempontjából a Föld országai között. Népsége a 2011. évi népszámlálási adatok alapján 76.091.000 fő.

Irán szomszédos országai északról Azerbajdzsán és Türkmenisztán, keletről Afganisztán és Pakisztán, nyugatról Törökország és Irak. Északon, a fenti országokon túl a Kaszpi-tenger, míg délen a Perzsa-öböl és a Mákrán-öböl határolja.

Kiterjedése, égövi elhelyezkedése és földrajzi viszonyai miatt Irán területén akár egy időben több, egymástól lényegesen különböző klíma található.

Jellemző időjárási viszonyok az alábbiak:

Fagyos, hideg, párás esős, közepesen párás és esős, közepesen száraz, meleg és száraz, forró és száraz, valamint forró és párás.

Az ország harmadik legnagyobb jövedelemtermelő ágazata a mezőgazdaság az olaj és földgáz kitermelés forgalmazás után. Irán legfontosabb agrár export termékei a pisztácia és a sáfrány.

Irán vetési területe 14.717.500 ha. A vetési terület 81,5%-án gabonatermelés folyik. Legjellemzőbb termelt növény a búza, az árpa, a rizs és kukorica.

A kukorica az élelem és takarmány termelésen belül a 3. legfontosabb növényi kultúra. Szemes kukorica termelése 265.000 hektáron folyik, ami a vetési terület 2,2%-a. Silókukorica termesztés 164.056 hektáron, azaz a vetési terület 1,3%-án zajlik.

A kukorica termesztés a száraz és közepesen száraz területeken, jellemzően öntözéses gazdálkodással történik Khozesztan, Farsz, Kermansah, Kerman, Qazvin nevű tartományokban.

A kukorica komoly tradícióval bír az iráni gazdák körében. Tapasztalatainknak köszönhetően az öntözött területeken a szemes kukorica átlaghozama 7200kg/ha, míg a silókukoricáé 57346 kg/ha. A szemes kukorica átlag hozama nem öntözött területeken 2380 kg/ha, míg a silókukoricáé 18023 kg/ha. Az elmúlt évek aszályos időjárása komoly kihívás elé állította a termelőket.

Az ország vetőmag szükséglete 15000–16000 t. Ebből helyi előállítás 13000 t, a különbség, azaz 2000-3000 t import vetőmag. Fajták szempontjából 3 fő csoport határozható meg: késői (FAO 600–700, közepesen késői (FAO 500–600) és közepesen korai (FAO 450–500). A késői fajták reprezentálják a piac 58%-át, a közepesen késői fajták a piac 30%-át, a közepesen korai fajták pedig a piac 12%-át teszik ki.

Az iráni nagy termelők és nemesítők figyelmét évtizedekkel ezelőtt felkeltette a kelet-közép európai országok kedvező klimatikus, gazdasági és tradicionálisan kiemelkedő szakmai háttérrel rendelkező nemesítőinek eredményei. A hosszú távú kapcsolatok alapján jelenleg Irán legfontosabb vetőmag importőrei: Magyarország, Szerbia és Horvátország.

Magyarország a kedvező mezőgazdasági adottságai alapján a vetési terület közel 60%-a vetőmag előállítására alkalmas. Ismeretünk szerint a vetési terület 80%-án búza és kukorica termelése folyik. Ismert, hogy a fenti két növényen túl természetesen komoly tapasztalatok vannak egyéb kultúrák, például a napraforgó termesztés területén is.

Magyarországon 30-as években kezdődött a hibrid vetőmag nemesítés, és 60-as évektől már a legtöbb helyen hibrid vetőmag került vetésre. Információink szerint Magyarország évente az előállított vetőmag 25%-át exportálja. Az elmúlt évek szakmai munkájának köszönhetően Irán az egyik kiemelkedő vetőmag felvevő piaccá vált és jelenleg Magyarország a 3. legnagyobb exportőre Iránnak.

Az Arman sabz Adineh Iránban a magyar kukorica kizárólagos importőre. Kulcs szerepet játszik a magyar fajták piacra vezetésében, ismertségének bővítésében.

Az első import ügyletre 2010-ben került sor, 118 mt kukorica vetőmag kiszállítással. Társaságunknak kiterjedt eladói hálózata segítségével gyorsan és hatékonyan sikerült a gazdák figyelmét a magyar vetőmagra irányítani, így már az első ügylet sikeresen zárult.

Iránban a legelterjedtebb, és a gazdák körében hagyományosan termelt fajta az Sc 704 megnevezésű kukorica. A Maxima azonban rövidebb érési idejével, és alacsonyabb vízigényével sikeres termékké tudott válni. Kiválóan alkalmas másod vetésre, illetve olyan helyeken, ahol bármilyen okból, a megszokottól később kezdődhet a vetés.

A már széles körben alkalmazott Maxima és Siloking a hűvös időjárási viszonyok között, mint Gazvin, Hamedam, Chaharmaha és Bakhiari tartományokban kiemelkedően magas hozamot produkált. Meleg időjárási viszonyok között, mint Farsz és Ilam tartományokban jó stressz tűrő képességének, alacsony vízigényének köszönhetően mind a Maxima, mind a Siloking sikeresnek mondható

Kitartó, aprólékos, a magyar szakmai háttérrel lépésről-lépésre haladó munkánk eredményeként a magyar vetőmagok exportja növekszik Irán felé és ez a növekedés dinamikus folytatódhat.

Az Arman Sabz Adineh több, mint 5 millió dollárt fordított vetőmag ipari beruházásokra. A beruházások magukba foglalják saját vetőmag feldolgozó üzem létrehozását, szárítók, raktárak logisztikai központok felépítését. A cég fejlesztései nemzeti projectnek számítanak. Jelenleg az Arman sabz Adineh vetőmag feldolgozó üzeme az ország egyetlen magánkézből lévő ilyen üzeme.

Összefoglalva a fentiek elmondható, hogy az iráni piacon tapasztalható dinamikus növekvő élelmiszer és takarmány igény gyorsan bővülő importot és a jelentős helyi előállítást indukált. A növekvő termelés alapján Irán potenciális és ígéretes piaca a magyar vetőmagoknak. Az Arman sabz Adineh célja a magyar vetőmagok piacának bővítése a jelenleg már forgalomban lévő fajták volumenének növelésével és új fajták piacra történő bevezetésével. Munkánkunknak még az elején tartunk, de a piac felvevő képességének határától még messze vagyunk. Hosszú távon együttműködésünk sikerének kulcsa, hogy magyar partnereinkkel az iráni időjárási körülményekhez jól alkalmazkodó és termelési technológiájában az iráni viszonyok között könnyen adaptálható kultúrákat találjunk.

Filozófiánk és véleményünk a Lfy hibridek nemesítéséről

Francis Glenn¹, Sietse Pen²

¹Glenn Seed Ltd, RR#1, Blenheim, ON, Canada, NOP 1 A0

²Glenn Maize France BV, 81 Rte de la chapelle de Rousse, 64290 Gan, France

A Lfy silókukorica fajták kifejlesztése a gondolatok és a genetikai alapanyagok olyan fejlődésének eredménye volt, amely a silókukorica termesztés forradalmához vezetett. A kettős hasznosítású hibridek kora leáldozóban van, amióta a termesztők megtapasztalták, hogy a Lfy silókukorica hibridek mire képesek termés és takarmányérték tekintetében.

A kukorica nemesítése elsősorban a beltenyésztett vonalak (szülői komponensek) nemesítését jelenti. Egy keresztezett populációból kiválasztjuk azokat az alvonalakat, melyek azon tulajdonságok sokaságát hordozzák, amit a végtermékben látni szeretnénk, és amelyek a legjobb genetikai háttérrel rendelkeznek. A beltenyésztés során a keresett tulajdonságokra szelektálunk, és próbáljuk megtalálni azt a genotípust, amely a legtöbb kívánatos tulajdonságot magában hordozza. Valóban csodálatos, amit látunk munkánk eredményeként. Silónemesítéskor amit a szülők esetében keresünk: jó csírázóképesség; jó kezdeti fejlődés, mind meleg, mind hideg körülmények között; gyors tavaszi fejlődés a minél előbbi zárt lombzat kifejlődéséhez; nagy termet, nagy és extra levelek; nagy cső, egészséges szemekkel; lágy magok, kedvező keményítő összetétellel; rugalmas, nem törékeny, vékony héjú szár; az érett levelek jó betegség ellenállósága, hogy a növény sokáig zöld és termőképes maradjon; korai virágzás; hosszabb szemtelítődési periódus, és silóérettségben lágy magok.

Több mint húsz generáción keresztül szelektáltunk normál és több levélszámú családokra, amelyek hordozzák a fent említett tulajdonságokat, aminek eredményeként több olyan stabil beltenyésztett vonalat állítottunk elő, melyek alkalmasak lettek a Lfy leveles hibridek előállítására.

A termék, amit a termelő megvesz, az a hibrid. Tehát olyan különböző családokból származó vonalakat keresztezünk össze, amelyekről tudjuk, hogy belőlük életerős, bőtermő hibridek állíthatók elő. Több éves kísérleti eredmények, valamint a farmerek visszajelzése alapján elmondhatjuk, hogy olyan „ideotípus” hibrideket sikerült előállítanunk, melyek tökéletesen megfelelnek a termelők elvárásainak. Amikor hibridjeöltjeinket teszteljük, olyanokat keresünk köztük, melyek rendelkeznek az „ideotípus” tulajdonságaival, s melyek jobban teljesítenek, mint azok, amelyeket korábban használtak a silótermesztők.

A Lfy típusoknál azt találtuk, hogy az alacsony csőeredés következtében a cső alatti keményebb szárrész aránya kisebb, a csövet tápláló fotoszintetizáló levélfelület nagyobb, kisebb a szártörés és gyökérdőlés mértéke, mivel a növény súlypontja alacsonyabban van. A szár tudatos szelekciója a rugalmasság illetve a zöldszáron érés irányába azt eredményezte, hogy az abban lévő lignintartalom alacsonyabb, mint a szemes típusú hibrideknél. A lignin gátolja az emésztést, az alacsony lignintartalmú szár viszont könnyebben emészthető.

A Lfy hibrideknek a cső felett több fiatal levelük van (1.ábra), aminek eredményeként mind a szárbán, mind pedig a levélben a betakarítás idején nagyobb a cukortarta-

lom. A termelők beszámoltak arról, hogy Lfy hibridjeink gyorsan fermentálódnak és egy édes illatot adnak a silónak. A tehenek nagyon szeretik, és a farmerek szerint többet vesznek fel belőle, ami növeli a tejhozamot.

Tudatosan szelektáltunk olyan hibridekre, melyeknek betakarításkor lágyabb a magszövege. A puha típusú keményítő hatására a szemek könnyebben feltáráshatók a szecsázás során és így a keményítő gyorsabban alakul át cukorra.

Olyan hibrideket választottunk ki, melyeknél hosszabb a szemtelítődés időtartama és betakarításig egészséges levelekkel rendelkeznek. A növény lassabban éri el a silóérettség állapotában mért, teljes növényre vetített 65%-os nedvességtartalmat, és hosszabb ideig marad a 60 és 70% közötti ideálisnak tartott nedvességtartományban, mint a szemes típusú hibridek. Ez az elnyújtott betakarítási időperiódus nagyon hasznos tulajdonság a termelők számára.

Kívánatos tulajdonság a szemek nagy részaránya a szilázsban. Szelektálunk ugyan a nagy csőméretre és a nagy szemtermésre, de ezt nem a szemes kísérletek alapján tesszük, s így nem is ajánljuk Lfy hibridjeinket kettős hasznosítás céljára. A szár minőségére is szelektáljuk a hibridjeinket, hogy az jó legyen a silóérettségig, de ez kritériumként csak a szemes hibrideknél bír jelentőséggel. A lassú érés is fontos szempont, ami valószínűleg a lassú vízleadással van kapcsolatban a feketereteg kialakulása után.

Szántóföldi kísérleteinket 69 000 tő/ha növény számmal végezzük, és olyan típusokat szelektálunk, melyek nagy növekedésűek, nagy szemarányval rendelkeznek és nagy termést adnak. A kutatások azt mutatják, hogy a növekvő tőszám nagyobb termést ad a legjobb körülmények között, de átlagos vagy az alatti körülmények mellett a magasabb tőszám eredménye, hogy a szemarány csökken, és a teljes szilázson belül a növény szárrésze kevésbé emészthető. A kísérleteink azt mutatják, hogy a versenytárs szemes hibridek, melyeket sztenderdként használunk, nem teljesítenek jobban átlagos környezetben, magas tőszám mellett. Az általunk alkalmazott 69 000 tőszámnál Lfy hibridjeink meglehetősen nagy lombozatot képeznek, ezzel biztosítva a megfelelő mennyiségű és minőségű silótermést száraz talajon is.

A farmerek szerint a Lfy hibridek száraz években nagyobb csövet fejlesztenek, mint az ugyanott termesztett szemes hibridek. Mi is ezt figyeltük meg számtalan alkalommal. Annak ellenére, hogy a Lfy növénynek nagyobb a lombozata és a levélfelülete, száraz körülmények között mégis jobban teljesít. Ez csak az általunk kiválasztott fajtákra vonatkozik, kizárva azokat a Lfy hibrideket, melyek nem rendelkeznek ezzel a szárazságtűrő tulajdonsággal. Addig teszteljük hibridjeinket számtalan kísérleti helyen, amíg meg tudjuk határozni termesztési területének határait, s meg tudjuk, hogyan teljesít stressz körülmények között. És nem utolsó sorban megbizonyosodunk róla, hogy az általunk kívánatosnak vélt tulajdonságok legjobb kombinációját hordozza.

A siló céljára történő nemesítés ezen célkitűzésekkel tehát nem az az út, melyet a szemes hibridek nemesítői követnek. Azok a marketing szakemberek, akik „kettős haszno-



1.ábra. Lfy hibridek főbb jellegzetességei



2. ábra. Silóking, a legnépszerűbb Lfy hibrid

sítású” szemes/siló hibrideket forgalmazó cégeknek dolgoznak, egyszerűen a lassú vízleadású hibrideket nevezik siló hibrideknek, és a kettős hasznosítás csak egy reklámfogás.

A betakarított és silónak betárolt teljes növény egy komplex termék, és nehéz meghatározni az értékét a termelők felé. Az értéke a hektáronkénti tehozamban mérhető. Hogy is határozható meg ez az érték, és a különböző hibridek egymáshoz viszonyított értéke?

A zöldtermést megfelelő kísérleti technikák alkalmazásával mérhetjük, több évben és több termőhelyen tesztelve a hibrideket. Egy olyan kísérleti, betakarítási, mintavételezési és szárítási eljárást

dolgoztunk ki, melynek segítségével a kísérletek pontosan és hatékonyan menedzselhetők, négy ember akár napi 550 parcellát képes betakarítani.

A minőség meghatározása egy másik történet. Az elmúlt években nagyon sok takarmányozási szakértővel és takarmánykémikussal konzultáltunk. Arra a végső következtetésre jutottunk, hogy a beltartalmi paraméterek közül az NDF (Neutrál Detergens Rost), illetve annak emészthetősége a legfontosabb. Az ADF (savdetergens Rost) nincs összefüggésben semmivel, bár a hektáronkénti tejtermelés paraméterenként és a relatív tápérték meghatározásaként használják. Azért kezdtük vizsgálni az illó zsírsavakat, hogy meglássuk, hogyan fermentálódik a cukor illó zsírsavakká, amik a Lfy és a kettős hasznosítású hibridek közötti nagy különbséget okozzák az ízletességben és az emésztés kezdeti szakaszában. A farmerek gyakran jelezték vissza, hogy a Lfy hibridekből készült szilázs tárolásánál, illetve etetésénél édes illat érződik. Ez a jobb minőségű szilázs nagyobb tápanyagfelvételt, ezáltal nagyobb tejtermelést eredményez.

Tehát, hogy szelektáljunk a kiváló minőségű silóhibridekre? Személyes meggyőződésünk, és hipotézisünk a következő:

1. Olyan beltenyészett vonalakkal dolgozzunk, melyek extra levélszámmal rendelkeznek, s melyek a hibridekben a cső felett minimum két plusz levelet produkálnak, s így a cső feletti összes levélszám elérje a 11 darabot.
 2. A fajták tesztelését maximum 69 000 tó/ha-on végezzük.
 3. Helyezzünk hangsúlyt az agronómiai karakterekre, a növekedési rátára, a gyökér és szárdőlés ellenálló képességre.
 4. Szelektáljunk még jobb rugalmasabb, vékonyabb héjú szárra.
 5. Szelektáljunk nagy csőméretre, és lágy magszerkezetre.
 6. Figyeljünk, hogy a nagy csőméret a több termőhelyes kísérletekben mindenhol megjelenjen, mert ez a termésstabilitás biztosító.
 7. Lassú érésű fajtákat keressünk, amelyek a termelők számára széles betakarítási időtartamot biztosítanak a tárolás és a takarmányozás szempontjából ideális nedvességtartalom mellett.
- A fenti kritériumok alapján válasszuk ki a legnagyobb termést biztosító hibridet.

- Figyeljük a takarmányozási kísérletekben meghatározott új emészthetőségi eredményeket, hogy a legjobb emészthetőségű és a fentebb említett kritériumoknak megfelelő hibridet válasszuk ki.

A Lfy hibridek megváltoztatták a farmerek szemléletét. Azok a gazdálkodók, akik Lfy hibridet választanak, tisztában vannak vele, hogy egyértelműen silóhibridet akarnak. Azt is tudják, hogy ezekkel a silóhibridekkel egy magasabb minőségű takarmányt állíthatnak elő, mint a szemes hibridekkel. Ennek érdekében megváltoztatják a termesztési technológiájukat, hogy ezen típusú leveles silóhibridekben rejlő magasabb minőséget maximálisan érvényesíteni tudják. Hazánkban napjainkban a legnépszerűbb Lfy hibrid a Silóking (2. ábra)

Jelenleg a silókukorica forradalma zajlik, aminek a Lfy hibridek kiemelkedően jelentős részesei.

Hozzászólás és csatlakozás a 60 éves ünnepi megemlékezéshez

Gyulavári Oszkár

Gabonakutató Nonprofit Kft Szeged

Növénynemesítő Kutatóállomás, Táplánszentkereszt

Mindenekelőtt a martonvásári kukoricanevelés 60 éves eredményeihez szívből gratulálok. Úgy érzem, hogy az elhangzottakhoz helyes, ha néhány gondolattal hozzájárulok. Ugyanis abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy az Mv 5 fajta elismerésekor már kukoricanevelő voltam és nevelőtőjét, Pap Endrét nemcsak hogy ismertem, hanem több irányú nevelői együttműködésünk is volt. Ezek közül csak egyet említek. Ő volt a kukoricanevelő kollektíva elnöke. Az eredmények kiértékelését és a következő év munkatervének kidolgozását egy három személyből álló csoport végezte. Örömmre szolgál, hogy ennek a csoportnak Pap Endre és Berzsényi László mellett én voltam a harmadik tagja.

Pap Endrénél különös érdeme, hogy figyelemmel kísérte világviszonylatban, milyen új módszerekkel érnek el kiváló eredményeket, és érzett magában annyi ambíciót és képességet, hogy ő is tud nagy termőképességű hibridkukoricákat kinemesíteni. Lehetőségei akkor sem voltak nagyok. Útja nagyon is göröngyös volt. Most elismeréssel szólunk róla, akkor sokan nagyon kétséges munkának vélték. Emlékszem az USA-ból hazánkba látogató Garszt Úr véleményére, amit sokan magukénak is tettek. Ő úgy vélekedett. Nagy tisztelettel tekint Pap Endre hihetetlen erőfeszítéseire, de ismerik Uraim a megcsúnt malacnak a példáját: az sohasem érheti el a többi fejlettségi állapotát. Ez a helyzet az amerikai és Pap Endre részéről szárnyat bontogató nevelés közt. Pap Endre azonban minden akadályt legyőzve diadalra vitte munkáját.

Pap Endre hazánkban való távozásával a kukoricanevelő kollektíva megszűnt, pedig munkájával hathatósan hozzá tudott volna járulni kukoricanevelésünk eredményességéhez. A Földművelési Minisztériumhoz tartozó kukoricanevelők anyagát Keszthelyre koncentrálták, ahol évekig el voltunk foglalva a nevelés alapfeltételeinek megteremtésével.

Martonvásáron viszont zavartalanul dolgozhattak tovább és halhatatlan érdemeket szereztek az egész ország jó termőképességű hibridek vetőmagellátásával.

Az 1960-as évek végén Berzsényi László megindította a magyar-német kukoricanevelői együttműködést, amely a lengyel nevelők csatlakozásával trilaterálissá bővült. Ebben a kollektív munkában nagy szerepe volt a martonvásári kukoricanevelésnek is. A kollektív hibridekből nagyobb volt a vetőmag-export, mint az egész hazai hibridkukorica vetőmag szükséglet, sőt egyes években annak többszörösét tette ki.

A rendszerváltással ez a munka megakadt. Új utakat kell keresni. Tudom, hogy Martonvásáron komoly módszertani kísérleti munka folyik az in vivo haploid indukciós módszerrel kapcsolatban, amelyet egyes világcégek eredményesen alkalmaznak. Keletre való nyitással kapcsolatban sok martonvásári hibrid van külföldi kísérletben és az eredmények biztatóak a vetőmag-export kilátásokkal kapcsolatban.

Kívánom a martonvásári kukoricanevelő kollégáknak, hogy jól ismerjék fel a jelen és jövő lehetőségeit. Lankadatlanul tudjanak dolgozni a kitűzött célok megvalósításán. Nagyon bízom benne, hogy a dicső múlt után, egy igen reményteljes jövő elé néz a martonvásári kukoricanevelés, és amint a múltban, a jövőben is ki tudjuk építeni eredményes munkakapcsolatainkat.

Szekció előadások
1. szekció

A kukorica N-, P- és K-reakciója erdőmaradványos csernozjom talajon beállított trágyázási tartamkísérletben

Árendás Tamás¹, Berzsenyi Zoltán¹, Bónis Péter¹, *Micskei Györgyi¹, Csathó Péter²
MTA Agrártudományi Kutatóközpont

¹Mezőgazdasági Intézet, Növénytermesztési Osztály
2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

²Talajtani és Agrokémiai Intézet, Agrokémiai Osztály
1022 Budapest, Herman O. u. 15.

e-mail: arendas.tamas@agrar.mta.hu

Összefoglaló

1959-ben megkezdett trágyázási tartamkísérletben, erdőmaradványos csernozjom talajon vizsgáltuk a kukorica termésreakcióit. A 14 kísérletet magába foglaló elemzéseket arra az időszakra (1988-2013) terjesztettük ki, amelyben a Norma SC kukoricahibriddel végeztük a vizsgálatokat. Azokban az években, amikor bizonyítható volt a műtrágyák pozitív hatása (9), mindig kimutatható volt a N, illetve az esetek egyharmadában a P és K produktivitást fokozó szerepe. Jelentős eltérések voltak a kukorica termésreakcióit tekintve az évjárat és az elővetemény függvényében. Száraz, csapadékhiányos években a búza után vetett kukoricában nem volt igazolható a makroelemek hatása. Azoknak az éveknek az átlagában, amelyekben a tenyészdőszak csapadékmennyisége meghaladta a 350 mm-t, búza elővetemény után a N, a P és a K is szignifikánsan növelte a szemtermést.

Bevezetés

A műtrágyák érvényesülését, azok növényre, környezetre gyakorolt hatását számos tényező befolyásolja. A talajtulajdonságok, a légkör állapota, a termesztett növényfajok, azok sorrendje, illetve a fajták jellemzői egyaránt meghatározó jelentőségűek a növényi produktivitás szempontjából (Nagy 2007).

A magyarországi trágyázási tartamkísérletek kukoricával folytatott vizsgálatainak több évtizedes eredmény sorai azt igazolják, hogy a makroelemeket tekintve leggyakrabban és legnagyobb mértékben nitrogén-hatások mutathatók ki. A kukorica a széles sortávú kultúrákra jellemzően jobban reagál a talaj K-ellátottságának javulására a kalászos gabonákhoz viszonyítva. Ezzel szemben a növényfajra jellemző P-reakció mértéke, a kukorica P-igénye is kisebb, mint a búzáé (Csathó és mtsai. 2009).

A vetésváltás – az egymást követő, kultúrák eltérő víz- és tápanyagfogyasztásával is összefüggésben – jelentősen befolyásolja a műtrágyák produktivitásra gyakorolt hatását. Amíg a búza vetésforgók termésmenővelő hatása a trágyázástól függetlenül érvényesül, addig kukorica vetésforgókban a trágyázás közel 50%-kal csökkenti a rotációs hatást (Berzsenyi és mtsai 2000)

Anyagok és módszerek

Martonvásáron, erdőmaradványos csernozjom talajon, 1959 őszén állította be Krámer Mihály azt a trágyázási tartamkísérletet, amelyben kukorica-búza dikultúrában vizsgáljuk N-, P- és K-műtrágyák, azok kombinációi hatását a növény-talaj rendszerben. 1975-ig az évenként kijuttatott hatóanyagok mennyisége 64 (N), 39 (P_2O_5), és 61 (K_2O), 1975 őszétől 160, 80 és 80 $kg\ ha^{-1}$ volt.

A kezelések hatását véletlen blokk elrendezésű, 6,5 m x 7,7 m = 50,05 m² méretű parcellákon, négy ismétlésben vizsgáljuk. A N-hatóanyag felét, valamint a P és K teljes mennyiségét ősze, az alapozó talajművelés előtt, a N második felét tavasszal, vetés előtt szórjuk ki pétisó, vagy NH_4NO_3 (27, ill. 34% N), szuperfoszfát (18% P_2O_5) és kálisó (40, ill. 60% K_2O) formájában.

A kísérlet elindításakor a talaj felső (0-20 cm) rétegében a pH_{H_2O} 7.2, a humusztartalom 3.0%, a $CaCO_3$ -tartalom 0.8%, az AL-oldható P_2O_5 mennyisége 30-40 $mg\ kg^{-1}$; az AL- K_2O 150-200 $mg\ kg^{-1}$ volt. A kezelések átalakítását követően a foszforral trágyázott parcellák a MÉM NAK (1979) kategóriarendszere szerint 1984-től a „jó”, a káliummal kezelték 1980-tól az „igen jó” ellátottsági kategóriába tartoztak (*Árendás és mtsai. 2003*).

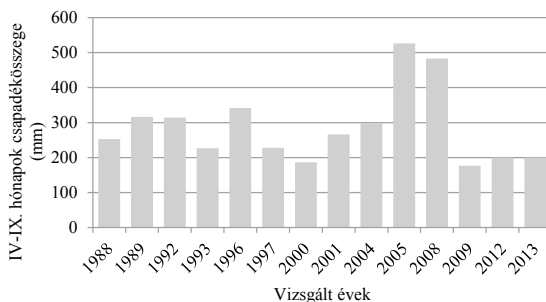
A négyéves trágyázási ciklusok első két szakaszában kukoricát, 3-4. évében őszi búzát termesztünk. Közleményünkben az 1988-2013 közötti időszak, azaz 7 trágyázási ciklus kukorica kísérleteinek eredményeit dolgoztuk fel. A 14 év során a genetikai háttér állandó volt, azaz folyamatosan a martonvásári nemesítésű Norma SC (FAO 390) termésreakciói alapján hasonlítottuk össze a kezeléseket. Az évjárat-csoportokat a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége (1. ábra) szerint, azokat a vizsgált évek átlagához viszonyítva, *Harnos* (1993) határértékeit figyelembe véve alakítottuk ki. Ennek alapján a kísérletben kukorica vegetációs időszakát tekintve Martonvásáron száraz év volt 1988, 1993, 1997, 2000, 2009, 2012 és 2013, csapadékos volt 1989, 1992, 1996, 2001, 2004, 2005 és 2008.

Az adatokat *Sváb* (1981) útmutatása alapján, egytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérletek varianciaanalízisével dolgoztuk fel. Az egyes kezelések termésstabilitását a CV% kiszámításával jellemeztük.

Eredmények és következtetések

A kukorica termésreakciói szerint a 14 évből 9-ben lehetett szignifikáns műtrágya hatásokat igazolni a vizsgált kezelések között (1. táblázat). Ezek közül minden évben bizonyítható volt a N terménövelő hatása, és 3-3 évben a P és K pozitív szerepe.

A kontroll parcellákat tekintve a kísérlet adott időszakában nem volt különbség az elővetemények szerint csoportosított átlagtermések között (1. szakasz: búza vs. 2. szakasz: kukorica elővetemény).



1. ábra. A kukorica tenyészidőszakának (IV-IX.) csapadéka (mm). Martonvásár, 1988-2013

A középérték százalékában kifejezett szórások (CV%) szerint a kukorica után vetett kukoricában volt jelentős a műtrágyák termésstabilizáló hatása, azok közül is a N és a P együttes alkalmazása járult hozzá leginkább az ingadozások mérsékléséhez.

A 14 kísérlet átlagában az NPK kezelés eredményezte a legtöbb szemtermést. Az kezeléspárok különbségei szerint foszforral és káliummal jól ellátott erdőmaradványos csernozjom talajon a 160 kg ha⁻¹ N-hatóanyag termésmenvelő hatása 28.6%. A P-hatások nagysága (NPK-NK=0,46 t ha⁻¹) és egymáshoz viszonyított relatív mértéke (100xNK/NPK=94%) kisebb volt, mint a kísérlet korábbi periódusában (*Árendás és mtsai. 2003*), illetve mint a hasonló körülmények között beállított hazai szabadföldi kukorica kísérletek 1-10. évében (Csathó 2002). A K-hatás átlagos értéke a korábbi időszakban kimutatott értékekkel azonos volt, vagyis a terméskülönbség (NPK-NP) 0,44 t ha⁻¹, a relatív mennyiség (100xNP/NPK) 94% volt az 1988-2013 közötti időszakban is.

A kiemelkedő adaptációs tulajdonságokkal rendelkező, szárazságtűrő Norma SC hibrid tápanyag-reakcióit a vizsgált évek felében száraz-aszályos vegetációs periódusban

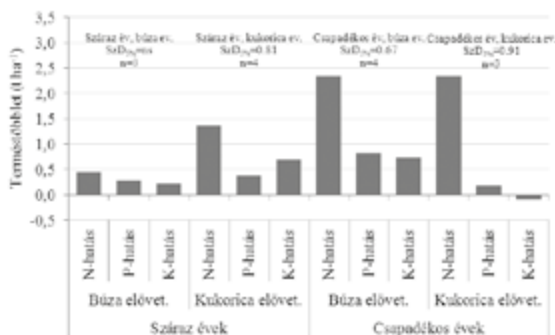
Trágyázási ciklus	Év	Szakasz	Kezelés					SzD _{5%}
			O	NP	NK	PK	NPK	
VIII.	1988	1.	4,93	5,90	5,08	5,20	5,38	ns
	1989	2.	4,92	9,11	7,99	5,45	8,37	1,44
IX.	1992	1.	2,95	3,67	3,93	4,31	4,39	ns
	1993	2.	3,68	4,10	4,70	4,38	4,09	ns
X.	1996	1.	6,90	8,58	8,28	6,82	10,04	1,34
	1997	2.	6,58	9,84	8,56	7,15	10,17	1,32
XI.	2000	1.	5,53	7,39	7,02	5,82	7,71	0,91
	2001	2.	6,97	10,32	10,04	8,55	10,17	1,12
XII.	2004	1.	5,65	7,86	7,64	5,81	8,05	0,71
	2005	2.	7,52	9,01	9,51	7,11	9,61	1,68
XIII.	2008	1.	6,41	9,54	9,39	6,27	10,13	0,45
	2009	2.	4,23	5,27	6,07	4,69	6,49	0,68
XIV.	2012	1.	5,65	3,83	4,85	5,44	4,72	ns
	2013	2.	4,91	4,54	5,64	4,79	5,77	ns
Átlag (1. szakasz)			5,43	6,68	6,60	5,67	7,20	
CV% (1. szakasz)			13,3	13,3	12,0	9,8	13,0	
Átlag (2. szakasz)			5,54	7,46	7,50	6,02	7,81	
CV% (2. szakasz)			18,0	8,9	12,3	18,3	9,2	
Átlag (VIII-XIV.)			5,49	7,07	7,05	5,84	7,51	

ns = nem szignifikáns

1. táblázat. Műtrágya NPK-kombinációk hatása a kukorica termésreakciójára. Martonvásár, 1988-2013

végeztük. A csapadékhiány a búza után vetett kukorica kísérletekben a teljes periódus átlagához (287 mm) viszonyítva 74 mm volt (-26%). Ezekben az években a trágyázatlan kontroll parcellákon mért szemtermés 5,37 t ha⁻¹ volt. A deficit a kukorica után vetett száraz években ezzel azonos nagyságrendű volt (79 mm), amelyekben átlagosan 4,85 t ha⁻¹ kukorica termett. A csapadékos években a búzák után 359, a kukoricák után 370 mm volt az összes csapadék átlagos mennyisége a IV-IX. havi időszakban. Ekkor a nem trágyázott kezelésekben 5,48, illetve 6,47 t ha⁻¹ szemtermést mértünk.

Száraz években a búza után vetett kukorica produktivitását a három makroelem közül a N növelte a legnagyobb, a K a legkisebb mértékben, a hatások azonban egyik tápelemet tekintve sem voltak szignifikánsak (2. ábra). Kukorica után vetett, csapadékhiányos kukorica kísérletekben a K termésmenővelő hatása háromszor nagyobb volt, mint búza elővetemény után (0,69 vs 0,23 t ha⁻¹ év⁻¹), de nem érte el a P=5%-os valószínűségi szinten megadott határértéket (0,81 t ha⁻¹ év⁻¹). A kukorica önmaga után történő vetése során a 160 kg ha⁻¹ nitrogén igazolt termésmenővelő hatása száraz körülmények között 1,38 t ha⁻¹ volt. Csapadékos években ez a pozitív hatás jelentősen nőtt (2,35 t ha⁻¹), ugyanakkor P- és K-reakciókat nem lehetett kimutatni a kukorica szemtermése alapján. Azokban az évjáratokban, amelyek átlagában a tenyészidő csapadéka meghaladta a 350 mm-t, nem volt különbség a kukorica és a búza után termesztett kukorica N-reakciójában. A kukorica fejlődésének kedvező években a búza után vetett Norma SC hibrid szemtermését a P- és a K-trágya is igazolhatóan növelte. A 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ pozitív hatása 0,84, a 80 kg ha⁻¹ K₂O-é 0,74 t ha⁻¹ volt.



2. ábra. A Norma SC kukoricahibrid évjáratától és előveteménytől függő NPK-reakciói. Martonvásár, 1988-2013

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését a Baross Gábor Program REG_KD_09-2-2009-0032., valamint az OTKA K105789 sz. projektjei támogatták.

*A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Árendás, T., Bónis, P., Csathó, P., Molnár, D., Berzsényi Z. (2010) Fertiliser responses of maize and winter wheat as a function of year and forecrop. Acta Agronomica Hungarica. 58. (Suppl.), pp. 109-114 (2010).
- Árendás, T., Sarkadi, J., Bónis, P., Molnár, D. (2003) A kukorica P- és K-reakciójának vizsgálata erdőmaradványos csernozjom talajon. In: Marton, L. Cs., Árendás, T. (Szerk.) 50 éves a magyar hibrid kukorica. MTA MGKI, Martonvásár. 55-60.

- Berzsenyi, Z., Győrffy, B., Lap, D.Q. (2000) Effect of Crop Rotation and Fertilisation on Maize and Wheat Yields and Yield Stability in a Long-term Experiment. *European Journal of Agronomy*, 13: (2-3) 225-244.
- Csathó P. (2002) Az AL-P korrekciós modell értékelése a hazai szabadföldi őszi búza P kísérletek adatbázisán, 1960-2000. *Agrokémia és Talajtan*, 51: 351-380.
- Csathó, P., Árendás, T., Fodor, N., Németh, T. (2009) Az intenzív és a fenntartható tápanyag-gazdálkodás összehasonlító értékelése. SZIE, Gödöllő. Kézirat
- Harnos, Zs. (1993) Időjárás és időjárás-termés összefüggéseinek idősoros elemzése. In: Baráth, Cs-né, Győrffy, B., Harnos, Zs. (szerk.) *Aszály 1983*. AKAPRINT, Budapest. 9-46.
- Nagy, J. (2007) *Kukoricatermesztés*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Sváb J. (1981) *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

A kukorica termésreakcióinak vizsgálata Győrffy Bélától napjainkig

Berzsenyi Zoltán, Árendás Tamás, Bónis Péter, Marton L. Csaba

MTA ATK Mezőgazdasági Intézet, Növénytermesztési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: berzsenyi.zoltan@agrar.mta.hu

Összefoglaló

A martonvásári tartamkísérletek több évtizedes adatai alapján vizsgáltuk az N-trágyázás, a vetésideő és a növényszám hatását és kölcsönhatását a kukorica hibridek termésére és termésstabilitására. Vetésforgóban $2,25 \text{ t ha}^{-1}$ -ral nagyobb termést értünk el, $40\text{--}80 \text{ kg ha}^{-1}$ -ral kevesebb N-műtrágya felhasználásnál, összehasonlítva monokultúrával. Optimálistól eltérő vetésideőben nemcsak a termés, hanem az N-műtrágyázás hatékonysága is csökkent. A kukorica hibridek optimális növény száma 1981 és 2010 között 10 évenként $8\ 000 \text{ t ha}^{-1}$ -ral nőtt. A kísérletekben szignifikáns N-műtrágyázás \times hibrid és N-műtrágyázás \times növény szám \times hibrid kölcsönhatást tártunk fel. A kukorica hibridek növekedési jellemzőinek meghatározása lehetővé teszi az agronómiai reakciók pontosabb feltárását. Az évjárat hatásának vizsgálata különösen fontos a klímaváltozás várható hatásával összefüggésben.

Bevezetés

A martonvásári kukoricatermesztési és kukoricanevelési kutatásokat kezdettől fogva szoros együttműködés jellemezte. A kukoricatermesztési kísérletek eredményei már az 1950-es években rámutattak arra, hogy a termés, illetve a termésnövekedés több tényező együttes hatásának eredménye, melyek közül a fajta csak egy termesztési tényező. Világossá vált, hogy a hibridek térhódítását, a bennük rejlő terméspotenciál kialakítását csak a modern agrotechnikát megalapozó kutatások teszik lehetővé. Több évtizedes kísérleti adatok, illetve a martonvásári kutatók által kidolgozott termesztési eljárások és javaslatok az 1960-as évektől kezdve váltak a magyar kukoricatermesztés alkotó elemeivé (Győrffy, 1979). A kukoricatermesztési kutatások fontos területe volt kezdettől fogva az új martonvásári nemesítésű kukorica hibridek agronómiai reakcióinak (műtrágya-hasznosítás, növény szám-, vetésideő reakció) tanulmányozása két- és többtényezős kísérletekben. E kutatások célja az agronómiai reakciók optimális tartományának és a várható termésszinteknek a meghatározása, illetve előrejelzése. A növénytermesztési kutatásokban a tényezők közvetlen hatásának mérése mellett egyre fontosabb két vagy több faktor kölcsönhatásának vizsgálata különböző típusú faktoriális kísérletekben.

Anyagok és módszerek

A kukorica hibridek N-műtrágya reakcióját két eltérő környezetben, 50 éves monokultúra tartamkísérletben (stressz-környezet) és norfolki típusú vetésforgó kísérletben (optimális környezet) vizsgáltuk. Mindkét kísérletben különböző N-dózisokat állítottunk be,

azonos P- és K-ellátottságnál. Kukorica monokultúra kísérletben az N-műtrágya dózisa a következő volt (kg ha^{-1}): 0, 80, 160 és 240 (jelölésük: N_0 , N_{80} , N_{160} és N_{240}). A P- és K-műtrágya dózisa minden kezelésben azonos, 160 kg ha^{-1} volt. Vetésforgóban (kukorica, tavaszi árpa, borsó, őszi búza) a kukorica hibridek N-műtrágya reakcióját 0 és 280 kg ha^{-1} N-dózis tartományban, 40 kg ha^{-1} kezelésenkénti különbséggel vizsgáltuk. A P- és K-műtrágya mennyisége azonos (120 kg ha^{-1}) volt. Kukorica monokultúrában vizsgáltuk az évjárat hatását az N-műtrágyareakcióra 1970 és 2009 között, valamint az N-műtrágyázás \times kukorica hibrid kölcsönhatást. 1995-2007 között összehasonlítottuk a kukorica hibridek N-műtrágyareakcióját monokultúrában és vetésforgóban, mindkét kísérletbe beállított 5 eltérő tenyészidejű kukorica hibrid N-műtrágya reakciója alapján, 4 N-műtrágyaszinten (N_0 , N_{80} , N_{160} és N_{240}).

A vetésidő és az N-műtrágyázás hatását a kukorica hibridek szemtermésére egy 1980-ban beállított N-műtrágyázási tartamkísérletben tanulmányoztuk 1991 és 2009 között. A háromtényezős, kétszeresen osztott parcellás kísérletben N-műtrágyázás volt a főparcella, a vetésidő az alparcella és a kukorica hibrid az al-alparcella. Az N-kezelések a következők voltak: 0, 60, 120, 180 és 240 kg ha^{-1} . A vetésidő-kezelés négy időpontot foglal magában: az optimális időpontnál 10 nappal korábban (korai), az optimális időpontban (április 24. körül), az optimális időpont után 10 nappal (késői) és az optimális időpont után 20 nappal (igen késői). A kukorica hibridek eltérő tenyészidő csoportokat képviseltek.

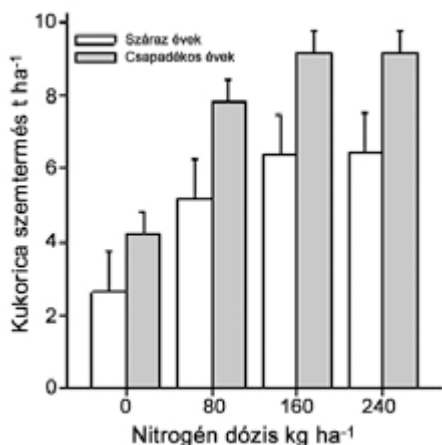
A növényszám hatását a kukorica szemtermésére sávossal elrendezésű kísérletsorozatban, $20\,000$ és $100\,000$ tő ha^{-1} növényszám-tartományban, kilenc különböző növény számnál vizsgáltuk (1000 tő ha^{-1}): 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 és 100. Az évjárat és a növény szám hatását a kukorica termésére és termésstabilitására az 1981-2010. évi adatok alapján, évente 20–45 hibrid átlagában mutatjuk be.

A műtrágyázás és a növény szám hatását a kukorica hibridek termésére 1989 és 1999 között, háromtényezős tartamkísérletben tanulmányoztuk. A kísérlet elrendezése kétszeresen osztott parcellás, az ismétlések száma négy. A kísérleti kezelések az alábbiak voltak: három trágyaszint (A, C, E) az alábbi NPK dózissal (kg ha^{-1}): A: $N_0P_0K_0$, C: $N_{100}P_{48}K_{87}$, E: $N_{300}P_{144}K_{261}$; három növény szám (10^3 db ha^{-1}): 40, 70, 100; három eltérő tenyészidejű kukorica hibrid: *Mara* (FAO 297), *Norma* (FAO 380) és *Maraton* (FAO 450). A 2001–2003. években a növekedésanalízis módszerével vizsgáltuk a kísérletben a trágyázás, a növény szám és a hibrid hatását a kukorica növekedésére és produkciójára. A növekedésanalízishez Hunt-Parsons (1974) növekedésanalízis programját (HP modell) használtuk. A következő növekedési mutatókat számítottuk ki: abszolút növekedési sebesség (száranyag: AGR, levélterület: ALGR), nettó asszimilációs ráta (NAR), növényenkénti levélterület és összes száraztömeg.

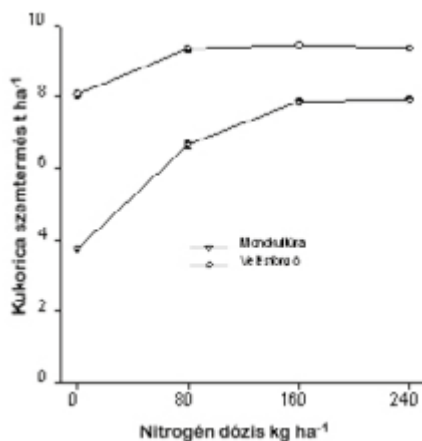
Eredmények és következtetések

A kukorica hibridek N-műtrágyareakciójának vizsgálata

Az agrotechnikai tényezők közül a nitrogén (N) műtrágyázás a kukorica termésmenésének egyik legfontosabb tényezője. Ugyanakkor viszonyaink között a vízhiány-stressz rendszeresen limitálja a növényi produkciót és a tápanyag hasznosítást. A N-műtrágyázás és az évjárat hatását a kukorica szemtermésére 1970 és 2009 között 14 száraz és 26 csapadékos évjárat adatai alapján mutatjuk be (1. ábra). Látható, hogy a kukorica ter-



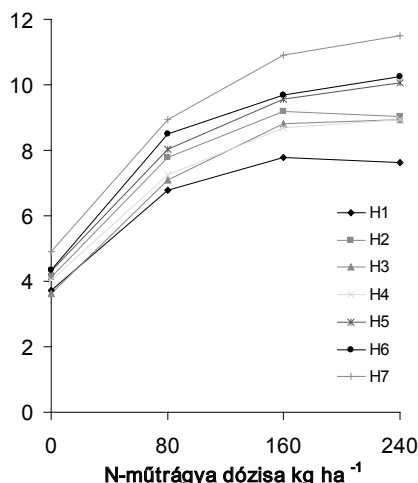
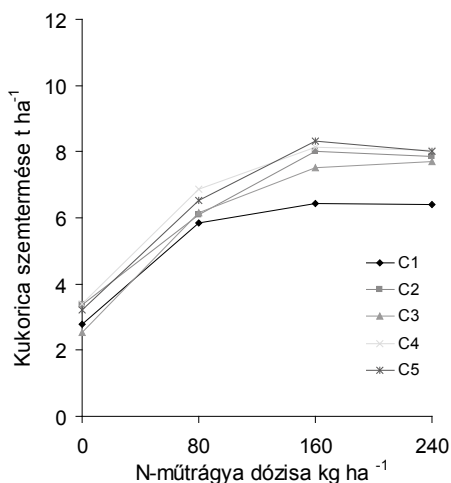
1. ábra. A N-műtrágyázás hatása a kukorica szemtermésére száraz (14 év) és csapadékos években (26 év) 1970–2009 közötti időszakban



2. ábra. Kukorica hibridek N-műtrágya reakciója monokultúrában és vetésforgóban (1995–2007)

mése mindkét évjáratban az N_0 kezelésben volt a legkisebb és szignifikánsan nőtt az N_{80} és N_{160} kezeléseknél. A legnagyobb termést 160 kg ha^{-1} N dózisonál kaptuk. A száraz és csapadékos éveket összehasonlítva, csapadékos években a terméshozadék N-kezelésenként a következő volt (t ha^{-1}): N_0 : 1,567; N_{80} : 2,616; N_{160} : 2,764; N_{240} : 2,74.

Az N-műtrágyázás \times kukorica hibrid kölcsönhatását a termésre kukorica monokultúrában az 1985–1994 közötti években (öt azonos hibrid) és az 1995–2002 közötti években (hét azonos hibrid) az évek figyelembevételén alapuló kombinált variancia-

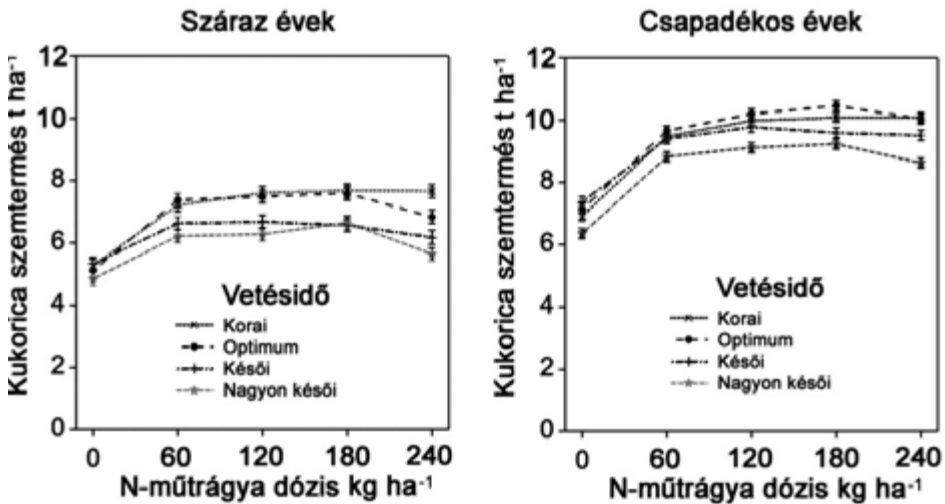


3. ábra. A N-műtrágyázás \times kukorica hibrid interakció az 1985–1994 és az 1995–2002 közötti időszakban a mérési adatok alapján (Berzsenyi és Lap, 2003)

analízissel értékeltük (Berzsenyi és Lap, 2003). A varianciaanalízis eredménye alapján mindhárom faktor (év, N-műtrágya, hibrid) hatása szignifikáns. Az MQ értékek nagysága alapján a fő hatások egyértelműen a legfontosabbak. A szignifikáns interakció a N-műtrágya és a kukorica hibridek között arra utal, hogy a hibridek közötti különbségek nem ugyanazok a különböző N-műtrágyaszinteken. A N-műtrágya × hibrid kölcsönhatás SQ további felbontása az ortogonális polinomok módszerével rámutatott arra, hogy a N-műtrágya × hibrid interakció elsősorban a különböző hibridek N-műtrágyára adott termésreakcióinak lineáris szakaszában meglévő különbségnek tulajdonítható. Szignifikáns különbség lehet azonban a másodfokú vagy a harmadfokú komponensben is (3. ábra).

A kukorica hibridek vetésidő reakciójának vizsgálata

A 4. ábra a vetésidő × N-műtrágyázás kölcsönhatását mutatja száraz (12) és csapadékos (7) éveken. Jól látható, hogy az optimálisnál későbbi vetésidőben mindkét évjáratban csökken a N-műtrágyázás hatékonysága, melynek mértéke nagyobb a száraz éveken. A kezelések átlagában, csapadékos éveken 2,553 t ha⁻¹-ral nagyobb volt a termés, mint száraz éveken.



4. ábra. A N-műtrágyázás × vetésidő kölcsönhatása a kukorica szemtermésére száraz (7 év) és csapadékos (12 év) éveken (1991-2009).

Száraz éveken legnagyobb volt a termés a korai és az optimális vetésidőben (7,083 és 6,880 t ha⁻¹), és szignifikánsan csökkent a 10 nappal és a 20 nappal későbbi vetésidőben (6,273 és 5,925 t ha⁻¹). Száraz éveken a 60 kg ha⁻¹ N-dózis felett a N-műtrágyának már nem volt termésnövelő hatása, sőt az N₂₄₀ kezelésben szignifikánsan csökkent a termés. Legnagyobb termést 60 kg ha⁻¹ N dózisonál kaptuk és az N₂₄₀ kezelésben szignifikánsan csökkent a termés. Csapadékos éveken szignifikánsan legnagyobb volt a termés (t ha⁻¹) az optimális (9,5) és a korai (9,312) vetésidőben, szignifikánsan csökkent a késői (9,131) és igen késői (8,431) vetésidőben. Csapadékos éveken az optimális N-műtrágya dózis 120 kg ha⁻¹ volt és ennél magasabb dózisonál a termés szignifikánsan

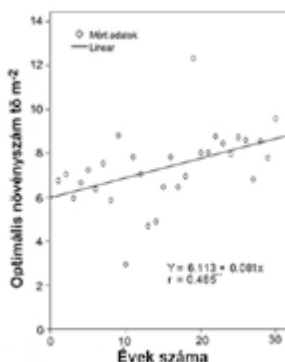
nem változott. Az optimális és a 10 nappal későbbi vetésidőnek, illetve a 60 és 120 kg ha⁻¹ N-műtrágya dózisa volt a legnagyobb a termésstabilitása.

A kukorica hibridek növényszám reakciójának vizsgálata

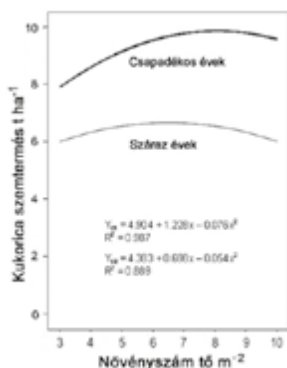
A növényszám képviseli azt az agrotechnikai faktort, amely legtöbbet változott az elmúlt évtizedekben. A növényszám növelése és magas növényzámnál nagy genetikai termőképességgel rendelkező hibridek identifikálása fontos komponensei voltak az elmúlt évtizedekben a kukorica termésnövekedésének.

A martonvásári növényszám kísérlet 1980–2010. évi adatai alapján vizsgáltuk az *optimális növényszám változásának időbeni trendjét*. Másodfokú függvény illesztése alapján kiszámítottuk az évenkénti optimális növényszámot és megvizsgáltuk időbeni változását. Szignifikáns ($P < 0,01$) lineáris összefüggés jellemezte az optimális növényszám időbeni trendjét (5. a. ábra). A függvény alapján az optimális növényszám 1981 és 2010 között 10 évenként 8100 tő ha⁻¹-ral nőtt. Eszerint a vizsgált hibridek általában az optimális növényszám az 1980-as években 64000 tő ha⁻¹ volt és a 2010-ben 80000 tő ha⁻¹-re nőtt.

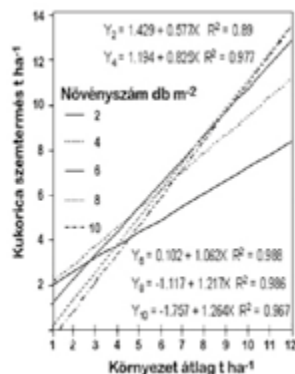
Kísérleti körülményeink között a csapadék ingadozása jelentősen befolyásolja az *optimális növényszámot és a termést*. Az 1981 és 2010 közötti időszakban a hibridek általában megvizsgáltuk az évjárat hatását a kukorica optimális növényszámára és szemtermésére. A kísérleti adatokhoz a másodfokú függvény jól illeszkedett. A 5. b. ábra szemlélteti, hogy az évjáratnak jelentős hatása van a szemtermésre és az optimális növényszámra. Száraz években az optimális növényszám 64630 tő ha⁻¹ és hozzá tartozó maximális termés 6,639 t ha⁻¹ volt. Csapadékos években 80790 tő ha⁻¹ és a maximális termés 9,864 t ha⁻¹ volt. Megállapítható, hogy kedvezőtlen években a termés mintegy 1/3-dal kevesebb volt, mint kedvező években, miközben az optimális növényszám 20%-kal volt alacsonyabb. Száraz években az optimálisnál nagyobb növényszám jelentősebb termésnövekedést eredményezett (mutatja a két görbe közötti távolság növekedése).



5. a. ábra. Az évenkénti optimális növényszám változásának lineáris trendje 1981 és 2010 között



5. b. ábra. Az évjárat hatása a kukorica szemtermésére és optimális növényszámára 1981 és 2010 között



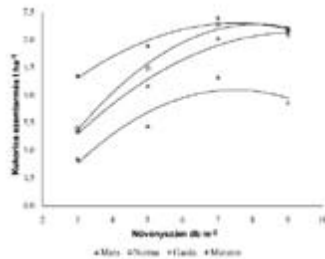
5. c. ábra. A kukorica hibridek termésstabilitása eltérő növényzámnál 1981 és 2002 között

A termésstabilitás 22 év (1981–2002) eltérő időjárási feltételeit figyelembe véve, 60 000 tő ha⁻¹ növény számnál volt a legnagyobb, 4,6 t ha⁻¹ környezeti átlag alatt a 40 000 tő ha⁻¹ növény szám stabilitása nagyobb, míg a 80 000 tő ha növény szám nagyobb stabilitása 7,9 t/ha környezeti átlag felett várható. Ahhoz, hogy a 100 000 tő/ha növény szám stabilitása felülmúlja a 80 000 tő/ha stabilitását, >13,6 t/ha környezeti átlag szükséges (5. c. ábra).

A növény szám kísérletsorozat (1981–2005) adatainak elemzése alapján feltártuk, hogy a növény szám tartományok stabilitása változott a hibridek tenyészidejétől függően. Legszélesebb (50-90 ezer növény ha⁻¹) volt a stabil növény szám tartomány a FAO 200–299-es csoportban. A tenyészidő hosszabbodásával a stabil növény szám tartomány szűkebb lett és az alacsonyabb növény szám irányába tolódott el (50-70 ezer növény ha⁻¹ a FAO 400–499 és FAO 500–599 csoportokban).

Növény szám × N-műtrágyázás és növény szám × hibrid kölcsönhatás

Az interakciók többféle típusa közül növénytermesztési szempontból legfontosabbak azok, amelyek a genotípusok relatív teljesítményét jellemzik eltérő környezetben. A 6. ábra mutatja a hibridek növény szám reakcióját 200 kg ha⁻¹ N alkalmazásakor. A másodfokú egyenletek alapján az optimális növény szám 7,48; 8,11; 9,22 és 7,53 növény m⁻² volt a *Mara*, *Norma*, *Gazda* és *Maraton* hibridekre. Az ennek megfelelő maximális szemtermés pedig 6,09; 7,28; 7,13 és 7,30 t ha⁻¹ volt. Ezek az eredmények mutatják, hogy e négy hibrid összehasonlító értékelése a terméspotenciálra nem lehetséges egyetlen növény számnál, az erős hibrid × növény szám interakció miatt. Jóllehet a *Norma* és a *Gazda* hibrideknek egyenlő terméspotenciálja van a *Maraton* hibriddel, az utóbbi a maximális szemtermést jelentősen alacsonyabb növény számnál éri el. Ezek az eredmények jelzik, hogy a *Maraton* hibrid képes magas terméspotenciált elérni viszonylag széles, 6–9 növény m⁻² növény szám tartományban, míg a *Norma* és a *Gazda* ezt 8,11



Hibrid	Illesztett másodfokú függvény	Optimális növény szám (tő m ⁻²)	Potenciális termés (t ha ⁻¹)
<i>Mara</i>	$y = -0.0661x^2 + 0.989x + 2.3954$ ($R^2 = 0.88$)	7,48	6,09
<i>Norma</i>	$y = -0.0733x^2 + 1.189x + 2.4593$ ($R^2 = 0.99$)	8,11	7,28
<i>Gazda</i>	$y = -0.0475x^2 + 0.8758x + 3.0957$ ($R^2 = 0.98$)	9,22	7,13
<i>Maraton</i>	$y = -0.0485x^2 + 0.7305x + 4.5529$ ($R^2 = 0.96$)	7,53	7,30

6. ábra. Négy kukorica hibrid szemtermés reakciója a növény szám változására 200 kg/ha N-dózisnál és 10 év átlagában

és 9,22 növény m²-nél éri el. Ez mutatja, hogy a Maraton összehasonlíthatóan kevésbé növényes számától függő hibrid. Összehasonlítva a hibrideket ugyanabban az érécsoportban, a Maraton hibridnek 1,7 növény m²-rel alacsonyabb az optimális növényesszáma, mint a Gazdának (*Berzsenyi, Tokatlidis, 2012*).

A műtrágyázás és a növényesség hatása a kukorica hibridek növekedésének dinamikájára és termésére.

A műtrágyázás és a növényesség hatását a kukorica hibridek növekedésére és termésére háromtényezős tartamkísérletben tanulmányoztuk a 2001–2003. években. A növekedési mutatók és a termés átlagos értékeit a növényesszámtól, trágyázástól, hibridtől és évről függően az 1. táblázat tartalmazza.

Kezelések és évek	NAR	AGR _{max}	AGR _{átlag}	ALGR _{max}	Levél-terület _{max}	Szemtermés	
	g/m ² /nap	g/növény/nap	cm ² /növény/nap	cm ² /növény	g/növény	t/ha	
Növényesség							
40 000	8,16	4,31	1,91	164,7	5740	141,0	5,38
70 000	7,61	3,33	1,49	142,6	5028	110,9	7,08
100 000	6,75	2,83	1,34	135,4	4917	85,4	6,81
Trágyázás							
A	7,57	3,01	1,35	125,5	4468	91,3	5,17
C	782	3,82	1,73	153,1	5432	130,9	7,48
E	712	3,63	1,67	164,2	5784	115,2	6,62
Hibrid							
Mara	7,45	3,23	1,48	140,8	4763	104,8	5,65
Norma	7,71	3,62	1,66	146,7	5317	118,9	6,56
Maraton	7,35	3,61	1,61	155,2	5605	113,7	7,05
Év							
2001	7,64	3,85	1,58	155,9	5844	140,5	8,63
2002	7,57	4,18	1,86	176,1	6107	119,3	7,93
2003	7,31	2,44	1,31	110,8	3734	76,6	2,71

1. táblázat A növekedési mutatók és a termés átlagos értékei a kísérleti kezelésekben és években

A növényesség növelésére valamennyi növényegyre vetített növekedési mutató átlagos értéke és az egyedi szemtermés produkció (g növény⁻¹) csökkent, a forrásokért folytatott kompetíciónak tulajdoníthatóan. Növényállományra vetített szemtermés (t

ha-1) 70 ezer tő ha⁻¹-nél volt a legnagyobb, ennél nagyobb, illetve kisebb növényszám-nál a termés szignifikánsan csökkent. A trágyázás hatására az abszolút növekedési sebesség (AGR) és a nettó asszimilációs ráta (NAR) növekedési mutatók és a szemtermés C trágyaszinten (N100P48K87), a levél növekedési mutatói (maximális levélterület, levélterület növekedési sebessége) az E trágyaszinten (N300P144K261) érték el maximális értéküket. A hosszabb tenyészidejű hibridekre a növekedési mutatók magasabb értékei és a nagyobb termésprodukciónak volt jellemző. Jelentős volt az évjáráthatás, a mutatók átlagos értékei és a termés az aszályos 2003. évben volt a legkisebb. A termés (t ha-1) 2003-ban mindössze egyharmada volt a kedvező évek (2001, 2002) termésének.

Irodalomjegyzék

- Berzsényi Z., Lap, D.G.: 2003. A N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 42: 1. 49-62.
- Berzsényi, Z., Tokatlidis, I. S.: 2012. Density dependence rather than maturity determines hybrid selection in dryland maize production. *Agron. J.* 104: 331-336.
- Gyórfy B.: 1979. Fajta-, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények*, 38: 309-331.
- Hunt, R. – Parsons, I. T.: 1974. A computer program for deriving growth functions in plant growth analysis. *J. Appl. Biol.*, 11: 297-307.

Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica termésére és a betakarításkori szemnedvességére

Gajdos Éva¹, Végh András¹, Vályiné Széles Adrienn², Víg Róbert²

¹Bázismag Kft. 2462 Martonvásár-Erdőhát, 096/36 Hrsz.

e-mail: gajdos.eva@bazismag.hu

²DE-AGTC, 4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

Összefoglaló

A növénytermesztés eredményességét befolyásoló, egyetlen pénzügyi befektetést nem igénylő *agrotechnikai elem*, amely hatással lehet a jelentős költségeket zsebben hagyó betakarításkori szemnedvességre is, a *helyes vetésidő megválasztása*. Ennek meghatározását azonban számos tényező befolyásolja, legfőképpen a talajhőmérséklet, a talaj nedvesség tartalma, a kukorica hibridek hideg tűrése.

Bevezetés

A kukorica vetésideje, viszonylag tág intervallumban mozog április 5. és május 10. között. Az optimális vetésidő meghatározása a fent említett 3 fő tényezőtől függ és a későbbiekben az eredményességét jelentős mértékben befolyásolja az évjárat hatása. A korai vetés veszélye a hideg talaj, azonban (Marton és mtsai. 1997) megállapították, hogy a mai hibridek keléskori hőküszöb értéke 8 °C, némely hibridnél jóval alacsonyabb 4 °C. A korai vetés másik hátránya, hogy a kelés ideje elhúzódik (Pásztor, 1962). Azonban, ha az optimális vetésidő intervallumon belül (megfelelő talajhőmérséklet, nedvesség tartalom) választunk egy korai vetést az számos előnyt nyújthat. Egyrészt kedvezőbb lesz a csírázás, a gyökerek mélyebbre hatolnak, ezáltal jobban viselik az aszályos periódusokat, illetve a termékenyülés is kedvezőbb nedvesebb feltételek között valósulhat meg (Aldrich 1970), illetve a korai vetés kedvezően hat a vegetatív növekedésre is (Berzsenyi és mtsai. 1998), amely a fotoszintézis hatékonyságát növeli.

A késői (május 10 után) vetett kukoricák szintén lassabban fejlődnek, ennek oka, hogy a talaj nedvesség tartalma erre az időszakra már jelentősen csökken; továbbá a kukorica HI értéke is rosszabb, kevesebbet terem (Kováts és Sárvári, 1992). A késői vetésekben a tenyészidőszak első fele (vegetatív periódus) lerövidül, míg az érési periódus, a vízleadás mértéke az évjáratathatástól függően megnyúlhat, vagyis az érést kevésbé befolyásolja a vetésidő (I'Só és Szalayné, 1969).

Anyag és módszerek

A vetés idő hatását 2010 és 2012 között a Debreceni Egyetem látóképi kísérleti telepén vizsgálták, 8 eltérő tenyészidejű martonvásári kukorica hibrid termésére és érésdina-

mikájára vonatkozóan. A kísérlet során három vetésidő volt egy korai (I.), egy kései (III.) és egy optimális vetésidő (II.), melynek paraméterei az alábbi táblázatban láthatóak összefoglalva.

A kijuttatott műtrágya 300 kg/ha (34% N-tartalmú) Ammónium-nitrát volt, a vetéskori magszám 73.000, a sortávolság 76 cm, a tőtávolság 18 cm volt. A vizsgált évek csapadékmennyiségének alakulása április és szeptember között (a KSH/STADAT- debreceni megfigyelőállomás időjárási adatai alapján) a következő: 2010-ben 570 mm, 2011-ben 296 mm, 2012-ben 261 mm.

	2010	2011	2012
I. vetésidő	április 6.	április 6.	április 6.
II. vetésidő	április 24.	április 27.	április 19.
III. vetésidő	május 10.	május 10.	május 7.
Öntözés	0 mm	25 mm 29.jún	35 mm 13.júl
Betakarítás	október 14.	szeptember 26.	szeptember 18.

Eredmények és következtetések

A kísérlet 3 éve alatt volt csapadékos évjárat (2010) és egy enyhén aszályos (2011) és egy aszályos (2012) évjárat. A kukorica vízigénye a teljes vegetációs periódus alatt 430-550 mm ebből a legtöbb vizet a termékenyülés és szemtelítődés időszakában (július, augusztus) igényli. A kísérletbe bevont Martonvásári hibridek terméseredményeinek átlaga, valamint a betakarításkori szemnedvességük átlaga az 1. táblázatban láthatóak összevonva a 3 év átlagában a vetésidők függvényében.

Vetésidő	3 év átlaga	
	Termés (t/ha)	Nedvesség (%)
I.	11,17b	16,3c
II.	11,99a	17,8b
III.	11,57ab	20,8a
F-érték	3,5*	23,6***

1. táblázat: Kukorica hibridek termésének és betakarításkori szemnedvességének átlaga a vetésidő függvényében (*:p<0,05; ***:p<0,001 szinten szignifikáns különbség)

Az eredmények azt mutatták, hogy az optimális vetésidőhöz képest, mind a korai, mind a késői vetések termésátlaga csökkent, azonban a korai vetés okozta termés kiesés jelentősebb volt, mint a késői. A betakarításkori szemnedvesség tartalom a vetésidőkre jellemzően alakult, azaz a vetési idő kitolódásával, csökkent a kukorica vízleadása. A továbbiakban az évjáratok hatását vizsgáltuk a termés és

a betakarításkor mért szemnedvesség alakulására a vetésidők függvényében (2. táblázat). Azt tapasztaltuk, hogy az évjárat, illetve a tenyészperiódusban hullott csapadék mennyisége és eloszlása hatással van a különböző vetésidőben adott hozamokra, és a szemnedvességekre egyaránt.

Vetés idő	Termés (t/ha)			Betakarításkori szemnedvesség (%)			Vetés idő
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	
I.	9,64b	10,94b	12,91a	20,5b	15,0c	13,4b	I.
II.	10,79a	12,81a	12,37a	21,3ab	17,9b	14,2b	II.
III.	10,46ab	12,86a	11,39b	22,6a	20,5a	19,3a	III.
F-érték	3,8*	10,1***	11,7***	2,4*	17,3***	82,3***	F-érték

2. táblázat: Az évjárat hatása a termésre és betakarításkori szemnedvességre a vetési idő függvényében (*:p<0,05; ***:p<0,001 szinten szignifikáns különbség)

Ez megegyezik *Sárvári*, (2000) eredményeivel, mely szerint a vetésidő és a termés kapcsolatát nagymértékben befolyásolja a tenyészidőn belüli csapadék eloszlása, illetve a betakarításkori szemnedvesség tartalom a korai vetésidőben 5-8%-kal kevesebb, a késői vetés időpontokéhoz képest.

Mivel a vetésidő hatása az eltérő genetikai adottságú hibridek termésére különböző hatással bír ezért az alábbi táblázatokban (3., 4., 5. táblázat) ezeket szemléltetjük az egyes évjáratokban. A 3. táblázatban a hűvös, csapadékos 2010-es év vetésidő kísérletének eredményei azt tükrözik, hogy a nagyobb terméspotenciállal rendelkező, hosszabb tenyészidejű hibridek a legtöbb termést a II. (optimális) vetésidő mellett adják. Az ilyen hűvösebb, csapadékosabb években a rövidebb tenyészidejű hibrideknél (Mv 277) célszerűbb a kései vetést előtérbe helyezni.

2010	Mv 277	Mv 350	Mv 343	Kamaria	Mv Tarján	Mv Koppány	Mv 500
FAO	310	350	360	370	380	420	510
I. vi	6,6	10,5	9,0	10,7	9,1	7,5	10,5
II. vi	8,7	10,3	10,0	12,2	9,9	10,2	11,3
III. vi	9,3	10,3	9,0	11,9	9,9	9,8	11,2

3. táblázat: Martonvásári kukorica hibridek termésének (t/ha) alakulása 2010-ben

A 2011-es év tekintetében (4. táblázat), amikor egy meleg száraz tavaszt, egy meleg, ugyanakkor csapadékosabb nyár követett (legtöbb csapadék júliusban hullott – 163 mm), szintén az optimális vetésidőnél tapasztaltuk a legnagyobb terméshozamokat. A nagyobb terméspotenciállal rendelkező hibridek esetében (Kamaria, Mikolt) jelentős különbségek adódtak a korai és az optimális vetésidő között.

2011	Mv 255	Mv 350	Mv 343	Kamaria	Mikolt	Mv Koppány	Mv 500
FAO	290	350	360	370	410	420	510
I. vi	9,2	10,2	11,0	9,7	10,4	11,0	12,8
II. vi	10,2	11,8	11,8	13,3	14,3	13,1	14,0
III. vi	11,7	11,7	11,7	13,2	14,4	13,4	14,3

4. táblázat: Martonvásári kukorica hibridek termésének (t/ha) alakulása 2011-ben

Az olyan aszályos években, mint a 2012-es, amit extrém meleg tavasz (áprilisban 30°C-os napok) jellemzett, kevés csapadékkal; folytatódott egy meleg, száraz nyárral a termékenyülés, szemtelítődés időszakában (július-augusztus hónapokban gyakorlatilag alig hullott csapadék) a legtöbb hibrid esetében a korai vetésidő bizonyult eredményesebbnek (5. táblázat). A hosszabb (FAO 400 felett) tenészsídejű hibrideknél az optimális vetésidőhöz képest jelentősen kedvezőbben alakultak a termésátlagok a korai vetéseknél.

2012	Mv 255	Mv 350	Mv 343	Kamaria	Mikolt	Mv Koppány	Mv 500
FAO	290	350	360	370	410	420	510
I. vi	12,4	12,9	12,5	12,1	14,7	13,4	13,7
II. vi	11,4	12,7	12,6	12,7	14,0	11,3	12,7
III. vi	11,5	11,6	11,6	12,4	14,1	11,9	9,5

5. táblázat: Martonvásári kukorica hibridek termésének (t/ha) alakulása 2012-ben

Összegzés képen megállapítható, hogy a megfelelő csapadék ellátottságnál a normál, illetve késői vetések voltak eredményesebbek, a nyári aszályos periódust is figyelembe véve; míg a csapadék hiányos, meleg évjáratokban a korai vetések mutattak kedvezőbb hozamokat.

Irodalomjegyzék

- Aldrich, S. R. (1970) In: Inglett, G. E.: Corn Culture, Processing, Products. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Berzsenyi, Z., Ragab, A. Y., Dang, Q. L. (1998) A vetésidő hatása a kukorica hibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. Növénytermelés 47: 165-180.
- I'só, I., Szalay D.-né. (1969) Egyedfejlődési vizsgálatok a kukorica vetésidő kísérletekben. In: Kukoricatermesztési Kísérletek 1961-1964. (Szerk.) I'só I., Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 233-239.
- Kováts, Sárvári, M. (1992) Szántóföldi növénytermesztés. Szerk. Botcz E. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Marton, L. Cs., Szundy, T., Nagy, E. (1997) A kukorica (*Zea mays* L.) fiatalkori hidegtűrésének értékelése hőmérsékleti gradiens kamrában. Növénytermelés. 1997 Tom. 46. 6: 549-557.
- Sárvári, M. (2000) Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. Agrofórum. 11. 3: 53-55.

A kukorica kén tartalmának vizsgálata agrotechnikai kísérletekben

Győri Zoltán¹, Boros Norbert²

¹ Szent István Egyetem

Regionális Gazdaságtani és Vidékfejlesztési Intézet

2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

e-mail: gyori.zoltan@gtk.szie.hu

² Debreceni Egyetem

Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék

4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

e-mail: nboros@eng.unideb.hu

Összefoglaló

Egy műtrágyázási és öntözési kísérletben vizsgáltuk különböző NPK műtrágya adagok hatását a két kukorica hibrid szemtermésének kén tartalmára. Meghatároztuk továbbá több hibrid kénfelvételi dinamikáját is. A mészlepedékes csernozjom talajon (Látókép) termesztett kukorica kén tartalmának mérését ICP-OES készülékkel végeztük el. A kapott eredmények alapján a kénfelvétel dinamikájára, az egyes hibridek szemtermésének kén tartalmára, továbbá az öntözés és NPK műtrágyázás módosító hatására kaptunk adatokat.

Bevezetés

A kén a negyedik makroelem, amely nagyrészt szerves formában, mint a kén tartalmú aminosavak (metionin, cisztin, cisztein) alkotórésze fordul elő az általunk vizsgált növényi termésekben. Számos esetben ezek az aminosavak a limitáló aminosavak a lizinnel együtt.

A műtrágyázási gyakorlatban elsősorban a repcénél, továbbá az őszi búzánál javasolják használatát. Az őszi búzánál a sikérkomponensek (cisztin) S–S keresztkötése nagyon fontos a megfelelő kenyérbélzet kialakításában. A kukorica kén tartalma kevésbé kutatott terület Magyarországon, ezért lehetőségeinkhez mérten igyekeztünk minél több adattal rendelkezni, mind a műtrágyázás, (egy termőhely egy hibrid) mind a hibridek, mind pedig az itt nem bemutatott termőhely különbségek (OMTK) vonatkozásában.

A kukorica termésátlaga és nyersfehérje-tartalma között lineáris, gyengén negatív, a termésátlag és a nyersfehérje-hozam között pedig erősen pozitív lineáris összefüggés igaz a kén tartalomra is (Bálint 1977; Dudley és mtsai. 1977; Bhatia és Rabson 1987; Sander és mtsai. 1987). Továbbá rámutatnak a kéntrágyázás és az emelkedő metionintartalom jelentőségére, valamint a karotintartalom és a kénellátás kapcsolatára. Mások a nitrogén és a kén együttes alkalmazása során elsősorban a nitrogén hatásának tulajdonítják a nyersfehérje-tartalom növekedését (Soliman 1989; O'Leary és Rehm, 1990). Aszályos tenyészidőszak alatt – a termés mintegy 50%-os csökkenése mellett – a kukorica fehérjetartalma magasabb volt és ez a kén tartalomban is megnyilvánult (Lilburn és mtsai. 1991).

A kukorica kénfelvétele a foszfor-kalcium-kén trágyakezelés hatására nőtt a legnagyobb mértékben *Tölgyesi (1991)* kísérletében. A kéntrágyázás növelte a kukorica kén tartalmát (*Reneau 1983, Buttrey és mtsai. 1987a,b*), a nitrogén:kén arány pedig a kénhiány jó indikátorának bizonyult. A kukorica kén tartalmára *Allen is (1979)* 0,14 g/100 g értéket ad meg. Ezzel egyező adatot közöl *Salunkhe és mtsai. (1985)* is. Ezzel szemben *Loch és Nosticzius (1992)* a következő értéket adja meg: 0,17 g/100g. *Fageria és mtsai. (1991)* több elem, köztük a kén elemfelvételi dinamikát közli kukoricánál, eszerint 30 t/ha szárazanyag hozam esetén 40 kg/ha a kénfelvétel.

Anyagok és módszerek

A kísérleti telep talaja löszön képződött mély humuszcsereszély alföldi mészlepedékes csernozjom. A talaj nitrogén- és foszforellátottsága közepes, káliumtartalma pedig magas (humusztartalom 2,8-3,0%; össznitrogén = 0,14-0,18%; AL-P₂O₅ = 130-200 mg/kg, AL-K₂O = 240-280 mg/kg). A humuszcsereszély vastagsága 70-90 cm. A pH (KCl) = 6,2, az Arany-féle kötöttségi szám 43, a mikroelem tartalomban hiány nem mutatható ki. A talajvízszint 6-8 m között helyezkedik el.

Látóképen az egyes kísérleti táblák fő parcelláit öntözési változatok és talajművelési módok szerint ismétlés nélkül, az alparcellákat pedig különböző műtrágyázási szinteken (1. táblázat) négy ismétlésben osztották meg, a parcellák mérete 46 m² volt. A polifaktoriális kísérletben különböző vetésváltások vannak, maghüvelyes-búza-kukorica tri-, búza-kukorica di-, és kukorica monokultúra. Az öntözés 80 mm-es víznormával történt.

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0
2	60	45	45
3	120	90	90
4	180	135	135
5	240	180	180

1. táblázat A kísérletekben alkalmazott műtrágyakezelések (kg/ha), Ruzsányi L. kísérlete

Ismeretes, hogy a műtrágyák számos kísérőelemet tartalmaznak s ezek egyike a kén, amelyből a szuperfoszfát 10,9%-ot tartalmazott és e mennyiség mellett szinte elhanyagolható a nitrogénműtrágya 0,13%-os és a káliumklorid 0,23%-os kén tartalma. Az alkalmazott műtrágyakezelésekkel a fentiek szerint tehát a következő kénmennyiséget juttatjuk ki a talajba: 24,9; 49,8; 74,6; 99,5 kg/ha. Ennek hatására a szulfátkén mennyisége a kontroll kezelésnél mért 2,1 mg/kg-hoz képest közepes adagnál 23,3 mg/kg szulfát-kén, míg a legnagyobb adagú NPK kezelésnél 38,9 mg/kg volt.

A meglévő analitikai kapacitás és teljesítő képesség lehetővé tette, hogy rendszeres kén tartalom-méréseket végezzünk mind talajból, mind pedig a növényi részekből.

A tisztítás, és igény szerinti szárítás után a mintákat Retsch Sk-1, illetve Sk-3 típusú darálón daráltuk 1-2 mm szemcseméretűre. A növényminták elemtartalmának

meghatározásához $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ nedves roncsolási módszert, az analitikai meghatározáshoz induktív csatolású plazmaemissziós spektrométert (ICP-OES) használtunk Kovács (1998). BCR CRM 189 jelölésű teljes őrlésű búzaliszt hiteles anyagminta szolgált a mérések megfelelő ellenőrzésére.

Eredmények értékelése

Mérési eredményeink szerint a műtrágyák növekvő adagjai növelték a kukorica szem kéntartalmát, a hatás azonban évjárártól és előveteménytől függően szignifikáns, illetve csak tendenciaszerű. A Pannónia hibridnél csak di-, míg a Furió hibridnél csak a trikultúránál igazolt statisztikailag a műtrágyázás kéntartalmát növelő hatása. Az öntözés hatása a Pannónia hibridnél csak a monokultúrában, míg a Furió hibridnél mindhárom vetésváltásban kéntartalom csökkentő hatású volt. Ekkor azonban az öntözés hatására a termés megtöbbszöröződött (2. táblázat).

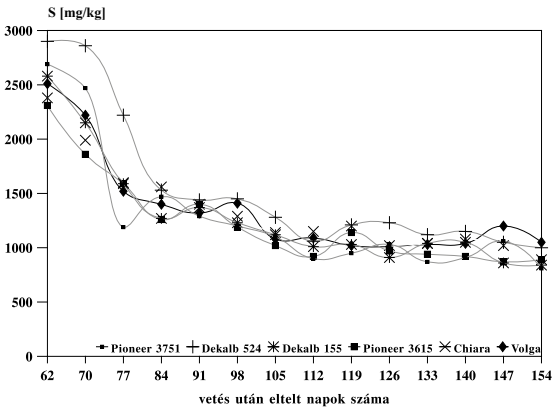
		Kezelés 1	Kezelés 2	Kezelés 3	Kezelés 4	Kezelés 5	Átlag	
Pannónia	monokultúra	Öntözetlen	798	838	853	893	900	856
		Öntözött	810	780	798	800	758	789
		Átlag	804	809	825	846	829	
		SzD5% öntözések között: 64***						
		SzD5% kezelések között: 55						
Pannónia	dikultúra	Öntözetlen	748	683	718	868	898	783
		Öntözött	748	775	748	840	810	784
		Átlag	748	729	733	854	854	
		SzD5% öntözések között: 40						
		SzD5% kezelések között: 42***						
Pannónia	trikultúra	Öntözetlen	790	820	818	838	840	821
		Öntözött	853	830	845	803	870	840
		Átlag	821	825	831	820	855	
		SzD5% öntözések között: 21						
		SzD5% kezelések között: 35						
Furió	monokultúra	Öntözetlen	1151	1184	1190	1101	1163	1158
		Öntözött	975	914	927	955	934	941
		Átlag	1063	1049	1059	1028	1048	
		SzD5% öntözések között: 77***						
		SzD5% kezelések között: 54						

		Kezelés 1	Kezelés 2	Kezelés 3	Kezelés 4	Kezelés 5	Átlag	
Furió	dikultúra	Öntözetlen	1134	1097	1224	1254	1187	1179
		Öntözött	897	939	1039	1004	988	974
		Átlag	1015	1018	1132	1129	1087	
		SzD5% öntözések között: 71***						
		SzD5% kezelések között: 112						
Furió	trikultúra	Öntözetlen	1014	1311	1334	1351	1252	1253
		Öntözött	861	924	971	969	933	932
		Átlag	938	1117	1153	1160	1093	
		SzD5% öntözések között: 37***						
		SzD5% kezelések között: 58***						

2. táblázat A műtrágyázás és öntözés hatása a kukoricaszem kéntartalmára (mg/kg)

Egy ilyen ritkán vizsgált elemnél, ha a megfelelő mérési kapacitás rendelkezésre áll, joggal vetődik fel az a kérdés, hogy milyen a növény felvételi dinamikája ezen elemről. Ennek megállapításához olyan adatsorra van szükség, amely felvilágosítást nyújthat az adott időbeni elemkoncentrációról és az adott fenofázisig felvett elem mennyiségéről.

A több évben végzett a sűrűbb, ill. ritkább (hetente, kritikus fenofázisokban) mintavételek adataiból egy olyan adatsor szerepel az 1. ábrán, ahol több hibrid tenyészidőszak alatti kéntartalmának változását követhetjük nyomon. Ez az adatsor olyan kukorica hibridek elemzéséből származik, ahol a vízellátottság sem volt limitáló tényező. A minták elemzési adatai szerint a korai fenofázisokban (10 leveles) a 2500 mg/kg szárazanyag kénkoncentrációk a kifejlett növényekben 1000 mg/kg-ra csökkennek és az intenzív szárazanyag beépülés időszakában, szemképződés és



1. ábra Különböző kukorica hibridek kéntartalmának változása a tenyészidőszak alatt

az érés időszakában is ilyen értéken vannak. Eredményeink szerint a folyamatos kénellátás biztosított volt az intenzív szárazanyag képződés időszakában is.

A kukorica kénmérlegének megállapításához nagyon fontos adatokat kaptunk, hiszen a teljes növényt elemeztük. Az eltérő hibridek föld feletti tömege jelentősen különbözik, így az eltérő hibridek eltérő mennyiségű kén vonnak ki a talajból. Az eltérő szárazanyag termelésű hibridek által kivont kénmennyiség 15-25 kg/ha között (PI3615 15 kg/ha, Volga 20 kg/ha, Chiara 25 kg/ha) ingadozik.

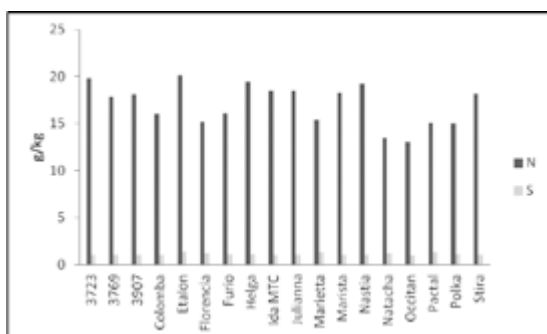
Kísérleti adatainkból a szemterméssel kivont kén számított mennyisége 8-13 kg/ha közötti volt (7-10 t/ha szemtermés esetén) (3. táblázat). Figyelembe véve a korábban említett teljes növényvel kivont 15-25 kg/ha ként a szár hasznosításától függően kell a mérlegben figyelembe venni ezen adatokat. Ugyanakkor fel kell hívni arra is a figyelmet, hogy az 5 t/ha szemtermés esetén is mintegy 15 kg/ha ként vonunk ki a talajból, amit már 30-35 kg/ha P_2O_5 -nek megfelelő szuperfoszfáttal pótolhatunk.

		Átlagtermés (kg/ha)	Átlag S (g/kg)	Terméssel kivont kén (kg/ha)	
Pannónia	monokultúra	öntözetlen	10968	0,856	9,39
		öntözött	11849	0,789	9,35
	dikultúra	öntözetlen	12257	0,783	9,59
		öntözött	11638	0,784	9,12
	trikultúra	öntözetlen	12210	0,821	10,02
		öntözött	12524	0,840	10,52
Furió	monokultúra	öntözetlen	1666	1,158	1,93
		öntözött	10668	0,941	10,04
	dikultúra	öntözetlen	7565	1,179	8,92
		öntözött	13027	0,974	12,68
	trikultúra	öntözetlen	3824	1,253	4,79
		öntözött	12936	0,932	12,05

3. táblázat A kukorica szemterméssel kivont kén mennyisége

A kukorica esetén is fontos, hogy a termesztett hibridek szemtermésének átlagos kén-tartalma milyen értéket mutat. Ezekről ad átfogó képet a 2. ábra, amely szerint a közölt hibridek átlagában az átlagos kén-tartalom $1,1 \text{ g/kg} \pm 0,1$. Így a tápelem pótlási és a takarmányozási szaktanácsadásban ezzel az értékkel javasolom figyelembe venni.

A nitrogén és a kén mérési adatok segítségével információt kaphatunk arról, hogy milyen a két elem aránya. Az arányra a külföldi irodalomban kritikus értékeket adnak meg, kísérleteink és vizsgálataink szerint a kukoricánál a nitrogén-kén arány döntően 15-16 (4. táblázat), ami megfelelő, ill. jó kénellátottságra utal.



2. ábra Nitrogén és kén-tartalom különböző hibrideknél (g/kg)

		Átlag N (g/kg)	Átlag S (g/kg)	N:S	
Pannónia	monokultúra	öntözetlen	13,06	0,856	15,25
		öntözött	12,21	0,789	15,48
	dikultúra	öntözetlen	12,66	0,783	16,18
		öntözött	12,24	0,784	15,61
	trikultúra	öntözetlen	13,32	0,821	16,22
		öntözött	12,77	0,840	15,20
Furió	monokultúra	öntözetlen	18,28	1,158	15,79
		öntözött	14,04	0,941	14,92
	dikultúra	öntözetlen	15,68	1,179	13,30
		öntözött	14,07	0,974	14,45
	trikultúra	öntözetlen	14,20	1,253	11,34
		öntözött	13,66	0,932	14,66

4. táblázat A N:S arány a kukoricaszemben

A hibridek közötti különbséget mutatja, hogy a Furió hibridnél az arány 15 alatti, ugyanis a vizsgált évben nagy volt a termésingadozás (3. táblázat). Ugyanakkor, ekkor volt a legmagasabb az öntözött kezeléseknél a szemmel kivont kénmennyiség, több mint 12 kg/ha.

Elvégeztük a nitrogén-kéntartalom összefüggésének vizsgálatát is. Az eredmények szerint lineárisan nő a kén tartalom mindhárom vetésváltásnál ($y=0,21x+0,71$; $y=0,62x+0,16$; $y=0,51x+0,38$).

Eredmények és következtetések

Az NPK műtrágyázással talajba jutó kén nem csak a talaj kén tartalmát, hanem a kukorica kén tartalmát is növelte a fehérjetartalommal arányosan. A vizsgált hibridek átlagában a szem kén tartalma 1,1 g/kg volt. Adataink szerint a hibridekkel kivont kén mennyisége kisebb, mint a *Fageria és mtsai. (1991)* cikkben közölt adat. A nitrogén-kén arány 15-16 között ingadozott, ami az irodalmi adatokkal megegyezett, s így jó kénellátottságra utal. Az öntözés hatása a terméseredményen és a nitrogén tartalom változásán keresztül ítélnélhető meg.

Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítését a KTIA_AIK_12-1-2012-0012 számú projekt is támogatta.

Irodalomjegyzék

- Bálint A. (1977): A kukorica jelene és jövője. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Bhatia, CR., Rabson, R. (1987): Relationship of Grain Yield and Nutritional Quality 11-44. In: Nutritional Quality of Cereal Grains Eds. Olson R. A., Frey K. J., ASA, CSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Dudley, J. W., Lambert, R. J., Roche, J. A. (1977): Genetic analysis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein Crop Sci. 17(1), 111-117.
- Sander, D. H., Allaway, W. H., Olson, R. A. (1987): Modification of Nutritional Quality by Environment and Production Practices 45-82. In: Nutritional Quality of Cereal Grains Eds. Olson R. A., Frey K. J., ASA, CSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Soliman, M. F. (1989): Effect of nitrogen and sulfur fertilizers on Fe, Mn and Zn uptake by corn plants grown in coarse-textured calcareous soil. Agrochimica 33(4-5), 219-229.
- O'Leary, M. J., Rehm, G. W. (1990): Nitrogen and sulfur effects on the yield and quality of corn grown for grain and silage. Journal of Production Agriculture 3(1), 135-140.
- Lilburn, M. S., Ngidi, E. M., Ward, N. E., Llames, C. (1991): The Influence of Severe Drought on Selected Nutritional Characteristics of Commercial Corn Hybrids. Poultry Science 70(11), 2329-2334.
- Tölgyesi Gy. (1991): A kukorica kénfelvétele és kapcsolata a többi elem koncentrációjával. Növénytermelés, 40(5), 425-433.
- Reneau, R. B. Jr. (1983): Corn response to sulphur application in Coastal Plain soils. Agronomy Journal 75(6), 1036-1040.
- Buttrey, S. A., Allen, V. G., Fontenot, J. P., Reneau, R. B. Jr. (1987a): Corn forage yield and chemical composition as influenced by sulfur fertilization. Communications in Soil Science and Plant Analysis 18(8), 875-895.
- Buttrey, S. A., Allen, V. G., Fontenot, J. P., Reneau, R. B. Jr. (1987b): Sulphur fertilization improves corn silage yield, chemical composition and utilization by sheep. Sulphur in Agriculture 11, 12-14.
- Allen, R. D. (1979): Ingredient analysis table. Feedstuffs 51, 29.
- Salunkhe, D. K., Chavan, J. K., Kadam, S. S. (1985): Postharvest Biotechnology of Cereals. CRC Press, Inc., Florida, USA.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., Jones, C. A. (1991): Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker Press Inc..
- Loch J., Nosticzius Á. (1992): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kovács, B., Dániel, P., Györi, Z., Prokisch, J. (1998): Studies on Parameters of Inductively Coupled Plasma Spectrometer. Communications in soil science and plant analysis 29(11-14), 2035-2054.

A martonvásári kukorica hibridek agrotechnikai vizsgálata a debreceni tartamkísérletekben

Pepó Péter, Sárvári Mihály

Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet

4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

e-mail: pepopeter@agr.unideb.hu, sarvari@agr.unideb.hu

Összefoglaló

Hajdúsági csernozjom talajon különböző genotípusú kukorica hibridek herbicidtoleranciáját (posztemergens, optimális és megkésett kezelések) vizsgáltuk. Vizsgálataink azt bizonyították, hogy valamennyi herbicidkezelés stresszhatást jelent a kukorica növekedése, fejlődése szempontjából, amely a terméseredményben is kisebb-nagyobb terméscsökkenéssel jelentkezik. A kukorica hibridek herbicidtoleranciáját a genotípus, a herbicid hatóanyaga és kijuttatási ideje egyaránt befolyásolta, amely a hibridspecifikus herbicidhasználat fontosságát bizonyítja.

Megállapítható, hogy az agrotechnikai tényezők között nagyon szoros interakciók vannak, amelyek termést befolyásoló tényezők. Hibridspecifikus termesztéstechnológiát kell alkalmazni, ahol a műtrágyaadagot, a vetésidőt és a tőszámot is az adott hibridre kell adaptálni.

Bevezetés

A hazai növénytermesztésben meghatározó szerepet játszanak a gabonanövények, ezen belül az őszi búza és a kukorica termesztése. A hazai kukoricatermesztés jelentős változáson ment keresztül az elmúlt évtizedek során. Az 1960-as évek elején a rendkívül gyorsan bevezetésre kerülő beltenyésztéses hibridek megfelelő genetikai alapot biztosítottak az ipari eredetű inputok széleskörű elterjedésének és használatának. A '60-as évektől dinamikusabban növekedett a műtrágya felhasználás, széleskörűen elterjedt a kémiai gyomirtás, modern gépek, eszközök kerültek alkalmazásra. A kukorica termesztéstechnológiájában az egyes agrotechnikai tényezők szerepét Gyórfy (1976) az alábbiakban határozta meg: trágyázás 27%, fajta 26%, ápolás 24%, növényszám 20%, mélyművelés 3%. A termesztési tényezők közötti kölcsönhatások mellett a klímaváltozás miatt különösen fontos az agrotechnikai tényezők közötti pozitív interakciók biztosítása (Pepó és Sárvári 2013, Sárvári és mtsai. 2008).

A kukorica termesztéstechnológiájának egyik igen fontos eleme a gyomirtás. A korszerű gyomszabályozásnak az integrált elvekre kell épülnie (Berzsenyi 2000, Széll és mtsai. 1985, Chui és mtsai. 1997). A hazai kukoricatermesztésben az utóbbi időben jelentős mértékben növekedett a korai és normál posztkezelések jelentősége, amelyek esetében ismert a gyomosodás mértéke és a gyomösszetétel. A posztemergens kezelések hatása és hatékonysága a környezeti feltételektől (Tapia és mtsai. 1997, Fayolle 1996) és a hibridek érzékenységétől (Bónis és mtsai. 2000, Hart és Wax 1999) függ. Az utóbbi években igen jelentős mértékben növekedett hazánkban az államilag elismert sze-

mes- és silókukorica hibridek száma, amely együttesen megközelíti a 400-at. Ezek az eltérő genotípusok jelentős mértékben különböznek agrotechnikai reakciójukban, így eltérő herbicidreakciót mutathatnak.

A Martonvásári Kutató Intézet hat évtizede folyamatosan foglalkozik a szántóföldi növényfajok nemesítésével. Az őszi búza fajtái és a kukorica hibridjei Magyarországon és külföldön is nagy népszerűségnek örvendenek. A Kutató intézet pedig a fajtákat az eltérő ökológiai viszonyokra való adaptálás céljából tesztelteti egyetemekkel, kutatóintézetekkel. A Ph.D. doktoranduszaink is vizsgálják a martonvásári kukorica hibridek agrotechnikai reakcióját (pl. NPK műtrágyareakciót, vetésidő és a termés-terméshibridizáció közötti összefüggést, a kukorica hibridek tőszámsűrűségét stb.).

A klímaváltozás következtében nő az időjárási szélsőség. Egyre jobban felerősödnek az agrotechnikai tényezők közötti kölcsönhatások, melyeket célszerű optimalizálni.

Anyagok és módszerek

Gyomszabályozási kísérlet:

A kisparcellás, szántóföldi kísérleteket a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén, mészlepedékes csernozjom talajon végeztük. A kísérlet előveteménye őszi búza volt. Az agrotechnikai elemek megfeleltek a korszerű termesztés követelményeinek. A kísérletben az alábbi martonvásári hibridek herbicidérzékenységi vizsgálatát végeztük el: Gazda, Maraton, Norma. A kísérlet vetését 2002. április 22-én végeztük el egysegesen 68.000/ha csíraszámmal.

A kísérletben az alábbi herbicidkezeléseket állítottuk be:

1. Gyomos kontroll
2. Kapált kontroll
3. Escort 4,0 l/ha (early post)
4. Merlin SC 0,22 l/ha+Dezormon 1,0 l/ha (early post)
5. Escort 4,0 l/ha (normál post)
6. Merlin SC 0,22 l/ha+Dezormon 1,0 l/ha (normál post)
7. Motivel 1,0 l/ha+Cambio 3,0 l/ha (normál post)
8. Titus 25 DF 40 g/ha+Callisto 0,25 l/ha+Trend 0,1% (normál post)
9. Motivel 1,0 l/ha+Cambio 0,25 l/ha (megkésített post)
10. Titus 25 DF 40 g/ha+Callisto 0,25 l/ha+Trend 0,1% (megkésített post)

A kísérleti kezeléseket a következő időpontokban és fejlettségi állapotban végeztük el:

Kézi kapálás:	2002. május 24.	
	2002. június 02.	
Early posztemergens:	2002. május 07.	2-3 leveles fejlettség
Normál posztemergens:	2002. május 14.	5 leveles fejlettség
Megkésített posztemergens:	2002. május 20.	7-8 leveles fejlettség

A kísérlet betakarítását 2002. október 9-én végeztük el Sampo parcellakombájjal.

A kutatási projekt keretében állománydinamikai, agronómiai, növényegészségügyi, gyomdinamikai, fitotoxikusság, termésképző elemek vizsgálatát végeztük el, mértük a terméseredményeket, a betakarításkori szemnedvesség értékeket.

Agrotechnikai kísérletek:

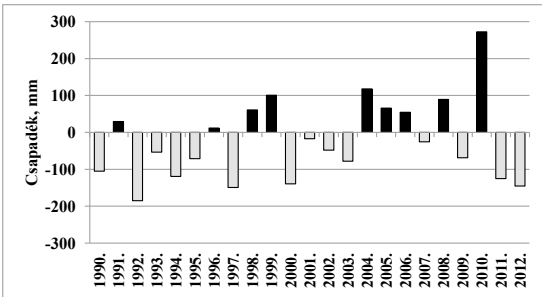
2004-2006 között mészlepedékes csernozjom talajon vizsgáltuk az Mv Maraton (FAO 450) és az Mv Vilma (FAO 510) NPK műtrágyareakcióját, termőképességét, termésbiztonságát. Továbbá 2005-2007 között teszteltük az Mv Maraton tőszámsűrítettségét és a vetésidő hatását a termésre, valamint a betakarításkori szemnedvesség tartalmára.

Az NPK műtrágyázási kísérletnél kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett 5 különböző műtrágyadózist alkalmaztunk. Az alapkezelés N 40 P₂O₅ 25, K₂O 30 kg/ha hatóanyag, a legnagyobb dózis pedig ennek ötszöröse volt.

A vetésidő kísérletben IV. 08-án, IV. 20-án és V. 15-én állítottuk be a kísérletet. A tápanyagkezelés a vetésidő és a tőszámsűrítési kísérletben egységesen N 120, P₂O₅ 90, K₂O 110 kg/ha hatóanyag volt.

A tőszámsűrítési kísérletben az állománysűrűség 45, 60, 75, 90 ezer tő/ha volt. A parcella méretek bruttó 25,2 m², nettó: 16,8 m². A talajelőkészítés, növényvédelem az üzemi körülményeknek megfelelően volt végezve.

Az évi csapadékösszegek eltérése az 565,3 mm-es 30 éves átlaghoz viszonyítva az elmúlt 23 évben -525 mm. Az évek 61%-a volt aszályos (1. ábra).



1. ábra: Az éves csapadékösszeg eltérése a 30 éves átlagtól. Debrecen, 1990-2012

Eredmények és következtetések

Gyomszabályozási kísérlet

Hajdúsági csernozjom talajon vizsgáltuk vegyes gyomösszetétel mellett (*Echinochloa* ssp., *Setaria* ssp., *Hibiscus trionum*, *Xanthium* ssp., *Amaranthus* ssp., egyéb) a különböző genotípusú martonvásári kukorica hibridek eltérő hatóanyagú herbicidekkel szembeni érzékenységét, valamint a herbicidek optimális és megkésített idejű kijuttatásának komplex (gyomokra, ill. hibridekre gyakorolt) hatásait.

A kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a vegetációs periódus előrehaladtával a gyomborítottsági értékek – herbicidkezelésektől függően – fokozatosan növekedtek (1., 2., 3. táblázatok). A tenyészidőszak végére a gyomos kontroll (1. kezelés) gyomborítottsági értékei 7,8-8,6% között változtak, míg a kapált kontroll gyomborítottsága 4,9-5,1%-ot mutatott. A herbicidkezeléseket követően a gyomborítottság jelentős mértékben csökkent (05.14., 05.20., 06.02. mérések). A tenyészidőszak végén a herbicidkezelésekben a gyomborítottság mértékét részben a herbicid hatóanyaga, részben annak kijuttatási ideje, részben a kultúrnövény jelenléte, ill. fejlettsége (5. kezelésben teljes pusztulása valamennyi hibridnek) határozta meg. A herbicidkezelések megfelelő hatékonysággal voltak jellemezhetőek

kísérleteinkben, amit a betakarítás előtt (09.29. mérésidő) végzett gyomfelvételezések bizonyítottak:

3. kezelés	4,9-5,1% gyomborítottság
4. kezelés	1,5-1,7% gyomborítottság
6. kezelés	1,5-1,7% gyomborítottság
7. kezelés	1,1-1,4% gyomborítottság
8. kezelés	1,0-1,1% gyomborítottság
9. kezelés	2,2-2,3% gyomborítottság
10. kezelés	2,1-2,2% gyomborítottság

Az optimálishoz képest megkésett, drasztikus hatóanyagú 5. kezelésben (Escort 4,0 l/ha, normál posztemergens) a kezelést követő 2-3 hét múlva valamennyi kukorica hibrid elpusztult. A kultúrnövény borításának hiánya miatt a tenyészidőszak végére a kontroll kezeléseket meghaladó gyomborítottság alakult ki (09.29. mérésidőben 12,9-14,7% gyomborítottság). A herbicidkezeléseket követően egy hét múlva meghatároztuk a különböző kijuttatási idejű (korai, normál, megkésett posztemergens) kezelések fitotoxikusságának mértékét az eltérő genotípusú kukorica hibrideknél (1., 2., 3. táblázatok). Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy kisebb-nagyobb mértékben valamennyi herbicid, valamennyi hibridnél fitotoxikusságot okozott. A fitotoxikusság mértéke jelentősen különbözött

- a herbicid hatóanyagának
- a kijuttatás idejének (optimális, megkésett)
- a hibrid herbicidtoleranciájának függvényében.

Kezelés	Gyomborítottság (%)*					Fitotoxikusság (%)**		
	05.07.	05.14.	05.20.	06.02.	09.24.	05.14.	05.20.	06.02.
1.	0,4	1,0	2,7	3,9	7,8	0	0	0
2.	0,4	0,7	1,4	3,1	5,1	0	0	0
3.	0,5	0,6	0,5	1,8	5,0	24	34	56
4.	0,5	0,5	0,5	0,7	1,5	0	2	4
5.	0,4	0,9	2,5	0,3	14,7	-	49	-
6.	0,4	1,1	2,4	0,4	1,6	-	2	9
7.	0,4	1,2	2,5	0,1	1,4	-	5	15
8.	0,4	1,1	2,6	0,1	1,1	-	10	21
9.	0,5	0,9	2,8	2,1	2,3	-	-	21
10.	0,5	1,1	2,9	2,0	2,2	-	-	29

* Gyomborítottság a talajfelület %-ában

** Fitotoxikusság a levélterület %-ában

1. táblázat. Gyomirtás hatása a gyomborítottságra és a fitotoxikusságra
Gazda (Debrecen, 2002)

Kezelés	Gyomborítottság (%)*					Fitotoxikusság (%)**		
	05.07.	05.14.	05.20.	06.02.	09.24.	05.14.	05.20.	06.02.
1.	0,4	0,9	2,6	4,1	8,4	0	0	0
2.	0,4	0,6	1,4	2,9	4,9	0	0	0
3.	0,5	0,4	0,4	1,7	4,9	6	8	10
4.	0,4	0,4	0,4	0,7	1,7	0	6	8
5.	0,5	1,1	2,5	0,4	13,1	-	42	-
6.	0,5	1,2	2,6	0,3	1,7	-	4	5
7.	0,6	1,1	2,5	0,1	1,2	-	8	17
8.	0,6	1,0	2,4	0,2	1,0	-	2	14
9.	0,5	0,9	2,9	2,1	2,3	-	-	22
10.	0,5	1,1	2,8	1,9	2,1	-	-	20

* Gyomborítottság a talajfelület %-ában

** Fitotoxikusság a levélterület %-ában

2. táblázat. Gyomirtás hatása a gyomborítottságra és a fitotoxikusságra Maraton (Debrecen, 2002)

Kezelés	Gyomborítottság (%)*					Fitotoxikusság (%)**		
	05.07.	05.14.	05.20.	06.02.	09.24.	05.14.	05.20.	06.02.
1.	0,5	1,0	2,6	4,1	8,4	0	0	0
2.	0,6	0,6	1,4	2,9	5,0	0	0	0
3.	0,6	0,5	0,4	1,9	5,1	26	42	68
4.	0,5	0,4	0,4	0,8	1,5	0	9	21
5.	0,5	1,1	2,6	0,3	12,9	-	47	-
6.	0,5	1,2	2,5	0,3	1,5	-	4	7
7.	0,6	1,0	2,6	0,2	1,1	-	8	14
8.	0,5	1,2	2,4	0,2	1,4	-	5	11
9.	0,6	1,1	2,8	2,0	2,2	-	-	12
10.	0,5	1,0	2,7	1,9	2,2	-	-	25

* Gyomborítottság a talajfelület %-ában

** Fitotoxikusság a levélterület %-ában

3. táblázat. Gyomirtás hatása a gyomborítottságra és a fitotoxikusságra. Norma (Debrecen, 2002)

A legnagyobb mértékű fitotoxicitást a speciális hatóanyagú herbicid (Escort = imizamox + pendimetalin) megkésített (normál post) kijuttatása eredményezte. Az 5. kezelésben valamennyi hibrid totális letalítását lehetett tapasztalni a kezelést követő

2-3 hét múlva. E herbicid optimális időben kijuttatva is jelentős fitotoxicitást idézett elő (3. kezelés 10-68% fitotoxicitás), amely a terméseredményben is jelentkezett. A hibridek közül különösen érzékenynek bizonyult az Escort-tal szemben a Norma és a Gazda hibrid, míg relatíve kedvező toleranciát mutatott a Maraton hibrid. A többi herbicidkezelések lényegesen kisebb mértékű fitotoxikusságot okoztak a hibrideknél (20% alatti fitotoxikusság, kivéve rimszulfuron hatóanyagú kombináció [10. kezelés] megkésett kijuttatását, melynél egyes hibridek 20% feletti fitotoxikussági értékeket mutattak).

A kísérletünkben kedvező terméseredményeket értünk el. A termések (az extrém herbicidkezeléseket nem számítva) 7-13 t/ha között változtak genotípustól, valamint a herbicidek kijuttatási idejétől és hatóanyagától függően. A legkedvezőbb terméseredményeket a Maraton hibrid adta (10-13 t/ha terméseredmények) (4. táblázat).

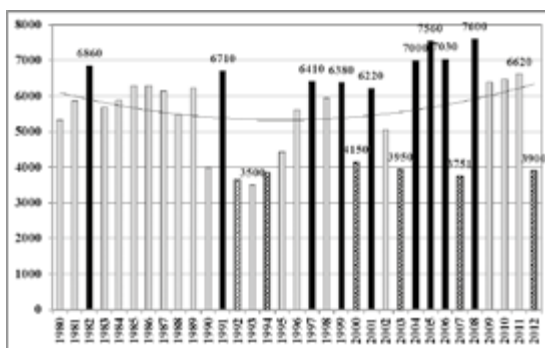
Kezelés	Termés (14% nedv.) kg/ha		
	Gazda	Maraton	Norma
1.	9 447	12 531	9 445
2.	10 514	13 022	10 178
3.	7 213	11 924	3 997
4.	10 263	10 152	8 670
5.	-	-	-
6.	9 812	12 166	10 097
7.	10 062	10 690	10 136
8.	9 513	12 698	10 049
9.	9 281	10 874	10 047
10.	8 802	10 835	9 812

4. táblázat. Herbicidkezelések hatása a kukorica termésére (Debrecen, 2002)

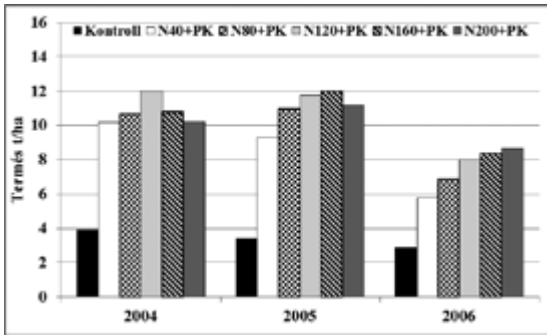
Kísérleti eredményeink szerint az eltérő genotípusú kukorica hibridek herbicidtoleranciája (hatóanyaggal, kijuttatási idővel szemben) jelentős mértékben különbözött egymástól. A vizsgálatba bevont herbicidek esetében kedvező herbicidtoleranciával rendelkezett a Norma hibrid, míg érzékenynek bizonyult a Gazda és a Maraton hibrid.

Agrotechnikai kísérletek

Magyarországon az utóbbi évtizedekben csak a csapadékos években volt az országos termésátlag 6,5-7,5 t/ha, aszá-

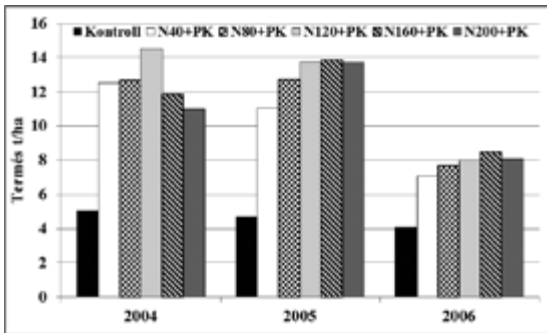


2. ábra: A kukorica termésátlagai (kg/ha) Magyarországon. 1980–2012 (Kiss Erzsébet nyomán)



Trágyázás SzD5%-a 2004-ben 0,68 t/ha,
2005-ben 0,48 t/ha, 2006-ban 0,33 t/ha

3. ábra: Az évjárat és a műtrágyázás hatása az Mv Maraton hibrid termésére. Debrecen, 2004–2006 (El Hallof Nóra adatai alapján)



Trágyázás SzD5%-a 2004-ben 0,68 t/ha,
2005-ben 0,48 t/ha, 2006-ban 0,33 t/ha

4. ábra: Az évjárat és a műtrágyázás hatása az Mv Vilma hibrid termésére. Debrecen, 2004–2006 (El Hallof Nóra adatai alapján)

és 2007-es kedvezőtlen évjáratban a 75 ezres tőszámnál termésé 9-11 t/ha volt (6. ábra).

Az eredmények bizonyítják, hogy a maratonvásári hibridek kiemelkedő biológiai alapokat biztosítanak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

lyos években a legtöbb esetben 4 t/ha alá csökkent (2. ábra). Ez azt jelenti, hogy a termésingadozás 50-60%-ot is eléri.

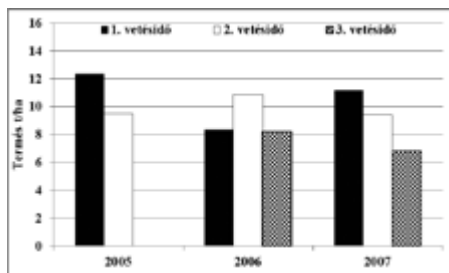
A maratonvásári hibridek termésátalga – tartamkísérletben – még az aszályos 2007-ben is 10 t/ha felett volt. Jó genetikai alapot jelentenek, egyéb jó tulajdonságokkal együtt.

A műtrágyázás és a hibridek termése közötti összefüggés a 3. ábrán látható. Az Mv Maraton termése műtrágyázás nélkül 3-4 t/ha körül alakult. Termését az alapműtrágya kezelés (N40+PK) 2-3 t/ha-ral is növelte. Termésmaximuma 2004-2005-ben 12 t/ha volt, az agroökológiai műtrágyaoptimuma pedig N 120, P₂O₅ 75, K₂O 90 kg/ha hatóanyag.

Az Mv Vilma termése 2004-2004-ben 14-15 t/ha-t is elérte, kiváló termőképességű és jó műtrágyareakciójú hibrid. A 2006. évi kisebb 8-9 t/ha-os terméseredmények a július 22-i jégeső következményei (4. ábra).

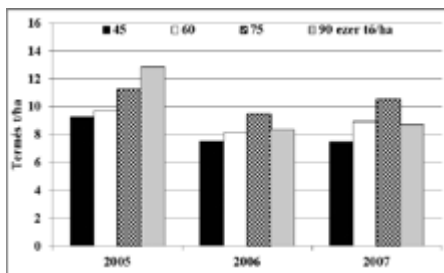
Az Mv Maraton 2005-ben és 2007-ben az első vetésidőben (április 8.) érte el a 11-12 t/ha-os termésmaximumát, míg 2006-ban az április 20-i (második) vetésidőben (5. ábra).

Az Mv Maraton jó egyedi produkcióval rendelkező, többcsövűségre hajlamos hibrid volt. A 2005-ös átlagon felüli csapadékos évben a 90 ezer tő/ha-os állománysűrűségnél érte el a 13 t/ha-os maximális termését, míg 2006



A vetésidő SzD5%-a 2005-ben 5,37 t/ha, 2006-ban 1,84 t/ha, 2007-ben 1,43 t/ha

5. ábra: Az évjárat és a vetésidő hatása az Mv Maraton hibrid termésére. Debrecen, 2005–2007 (Molnár Zsuzsa adatai alapján)



A tőszám SzD5%-a 2005-ben 0,85 t/ha, 2006-ban 0,62 t/ha, 2007-ben 0,54 t/ha

6. ábra: Az évjárat és a tőszám hatása az Mv Maraton hibrid termésére. Debrecen, 2005–2007 (Molnár Zsuzsa adatai alapján)

Irodalomjegyzék

- Berzenyi, Z. 2000. Gyomszabályozási stratégiák a fenntartható növénytermesztésben. – Weed management strategies for sustainable crop production. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 1.3-21.
- Bónis, P., Árendás, T., Berzenyi, Z., Marton, L.C. 2000. Kukoricahibridek szülői komponenseinek herbicidtoleranciája. – Herbicide tolerance of parental components of maize hybrids. Növényvédelem, 36: 12.633-638.
- Chui, J.N., Kahumbura, J.M., Kusewa, T.M. 1997. On farm weed control in maize using cultural, physical and chemical methods. Britisc Crop Protection Council, Farnham.
- Fayolle, C. 1996. Weed control in maize. Post-emergence on trial. Cultivar Rueil Malmaison, No. Hors Serie, 55-56., 58-59.
- Győrffy, B. 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. Agrártudományi Közlemények, 35: 239-266.
- Hart, S.E., Wax, L.M. 1999. Review and future prospectus on the impacts of herbicide resistant maize on weed management. Maydica, 44: 1.25-36. 4 pp.
- Pepó, P., Sárvári, M. 2013. Agrotechnikai változások a kukoricatermesztésben. Magyar Mezőgazdaság 68. évf. 14. sz. 24-26 és 31.
- Sárvári, M., El Hallof, N., Molnár, Zs. 2008. Felértékelődő biológiai alapok. Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 6. 18-20.
- Széll, E., Csala, I., Fodor, F., Kőmíves, T., Dutka, F. 1985. Comparative study of a new class of herbicide antidotes. Cereal Research Communication, 13: 1.55-61.
- Tapia, L.S., Bauman, T.T., Harvey, R.G., Kell, J.J., Kapusta, G., Loux, M.M., Lueschen, W.E., Owen, M.D.K., Hageman, L.H., Strachan, S.D. 1997. Postemergence herbicide application timing effects on annual grass control and corn (Zea mays) grain yield. Weed Science, 45. 1.138-143.

A szárazság mint az egyik legerőtejesebb stressztényező hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére

Széles Adrienn, Ragán Péter, Nagy János

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet

H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

e-mail: szelesa@agr.unideb.hu

Összefoglaló

Debreceni szántóföldi kísérletben – mészlepedékes csernozjom talajon – hat különböző N dózist (0–150 kg ha⁻¹) alkalmaztunk azzal a céllal, hogy a kukorica (*Zea mays* L.) SPAD-502 mérőműszer által meghatározott klorofill (Chl) koncentrációját összevessük a talaj nitrát-N tartalmával és következtessünk a talaj N ellátottságára, valamint a szemtermésre száraz és csapadékos évjáratokban.

Száraz évjáratban a felszíntől (8,5–9,5 v/v%) a mélyebb rétegek felé növekvő nedvességprofil mutattunk ki (15–20 v/v%). Csapadékos évjáratban ezzel ellentétes nedvességprofil volt jellemző.

A vetés előtt kijuttatott nitrát-N jelentős része aszályos évjáratban a talajszelvény 0–0,2 m-es rétegében halmozódott fel és mennyisége számottevően nem csökkent a tenyészidőszak során. Mélyebb rétegek felé történő elmozdulást nem mutattunk ki. Csapadékos évben a felhalmozódási zóna ezzel szemben a mélyebb, 0,4–0,6 m-es rétegben helyezkedett el. Ezzel párhuzamosan a talaj könnyen felvehető ásványi N-készlete a virágzásig jelentősen mérséklődött.

A CMR-érték száraz évjáratban R1 növekedési szakaszban 0,1%-os megbízhatósági szinten utalt a talaj könnyen felvehető N készletére és a termésre. Csapadékos évjáratban már a V12 fejlődési szakaszban a termés megbízhatóan előre jelezhető (P<0,001) és következtetni lehet a talaj N készletének alakulására (P<0,01).

Bevezetés

Az éghajlati tényezőkben (pl. hőmérséklet, csapadék) történő változás és a szélsőséges időjárási jelenségek (szárazság, árvíz, viharok) nagyobb gyakorisága jelentősen befolyásolják a növénytermesztés hozamait (Láng 2005, Nováky 2007). A nyári félév csapadék mennyisége 2011 és 2020 között 10–30 mm-el csökken, míg 2031 és 2040 között ez az érték már 40–50 mm lehet (Gaál 2007).

Hazánkban a betakarított kukorica mennyisége 2000–2012 közötti évek átlagában 7,049 millió tonnát tett ki, a szélsőségeket a 2005. év (9,050 millió tonna) és a 2007. év (4,027 millió tonna) képviselte. 2007-ben az országos átlagtermés az utóbbi évek egyik leggyengébb eredményének számító 3,7 t/ha értéket érte csak el. A kedvező időjárás következtében 2008-ban duplája volt a hektáronkénti átlagtermés (7,4 t/ha) az egy évvel korábbinak. 2011-ben az 1,230 millió hektár kukoricaterületről 7,992 millió tonna

termény került betakarításra. A kedvezőtlen időjárásnak köszönhetően 2012-ben a termés mennyisége (4 millió 741 ezer tonna) 41%-kal maradt el a 2011 évitől, és a hektárkénti termésátlag (3,9 t/ha) is 39%-kal csökkent.

Az évjáratoktól függő terméshozások elkerülése érdekében elengedhetetlenül szükséges lesz a csapadék minél jobb megőrzése és hasznosítása, amihez szorosan kapcsolódik a talajművelés, a növény igényéhez, tápanyagfelvételi dinamikájához igazodó ésszerű tápanyag-utánpótlás valamint szárazságtűrő, illetve a szárazságtűrő fajták termesztése (*Rátonyi 1998, Gyuricza és Birkás 2000, Marton és mtsai. 2003, Csete 2005, Jolánkai és Birkás 2010, Nagy 2011, Birkás és mtsai. 2012, Ványiné Széles és mtsai. 2012*).

A melegeedés nagymértékben befolyásolja a tápanyagok hasznosulását. Tartós aszályban a műtrágya hasznosulása csökken, illetve terméscsökkenítő hatású. Aszály esetén a túlzott tápanyag-utánpótlás hátrányos tápanyag-koncentrációt eredményez (*Szell és mtsai. 2005, Víg és mtsai. 2010, Nagy 2012*).

Jelen dolgozat célja értékelni, a száraz és a csapadékos évjárat befolyásoló hatását a N műtrágyázásra, a talaj víz- és nitrát-N tartalmára, a kukorica klorofill-tartalmára valamint a szemtermésre.

Anyagok és módszerek

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, löszön kialakult, mély humuszos rétegű középkötött alföldi mészlepedékes csernozjom talajon beállított töbttényező, négyismétléses, sávos elrendezésű kispárcellás szántóföldi kísérletben végeztük a 2004 és 2011 közötti tenyészidőszakában. A parcellák mérete 15 m² volt.

Az időjárást a kísérleti területen elhelyezett automata időjárás állomás által mért és rögzített – a levegő és a talaj hőmérséklet (°C), a levegő relatív páratartalma (%), a szélsebesség (m s⁻¹), a beérkező sugárzás (W m⁻²), a csapadék mennyiség (mm) – adatok alapján értékeltük.

A talaj átlagos pH_{KCl} értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 39, a vízben oldható sók (anionok és kationok) összes mennyisége 0,04% volt. A szénsavas mésztartalom a talaj felső 80 cm-ében 0% körül volt, míg 100 cm-től a 12%. A szervesanyag-tartalom a talaj felső 20 cm-es rétegében 2,3%, a 120 cm-es mélységében nem haladja meg az 1,00%-ot. A talaj kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepes.

A kísérletben a kukoricalevél relatív klorofill koncentrációját az irodalmi hivatkozások értelmében (*Yadava 1986, Berzsényi és Lap 2005*) SPAD-502 (Minolta, Japán) típusú hordozható klorofill mérőműszerrel mértük. A méréseket minden évben már a kukorica vegetatív 6 leveles (V6) szakaszában (*Ritchie és mtsai. 1997*) megkezdjük. A további CMR (Chlorophyll Meter Readings) méréseket a 12 leveles (V12) fejlődési szakaszban és a reprodukzív (R1) időszakban végeztük.

A talaj könnyen felvehető ásványi N-ellátottságának megítéléséhez a tenyészidőszak folyamán 3 alkalommal (V6, V12 és R1 fenológiai állapotban) gyűjtöttünk bolygatott talajmintákat a kukorica gyökerezése szempontjából mérvadó 0–120 cm-es szelvényből. A minták NO₃-N-tartalmának vizsgálatát Spectroquant® Nova 60 A fotométerrel, Spectroquant® nitrát teszt segítségével végeztük el. A növények számára felvehető N

mennyiségét az egyes rétegek nitrát-N tartalma (mg kg^{-1}), térfogattömege (g cm^{-3}) és a rétegvastagság figyelembe vételével határoztuk meg.

A talaj nedvességforgalmában bekövetkezett változásokat TDR elven működő nedvességmérő talajszondákkal (CS 615 Water Content Reflectometer, Campbell Scientific, Inc.) követtük nyomon. A vetéstől a betakarításig napi rendszerességgel mértük a $v/v\%$ -os nedvességtartalom változását a 0–120 cm-es talajszelvényben.

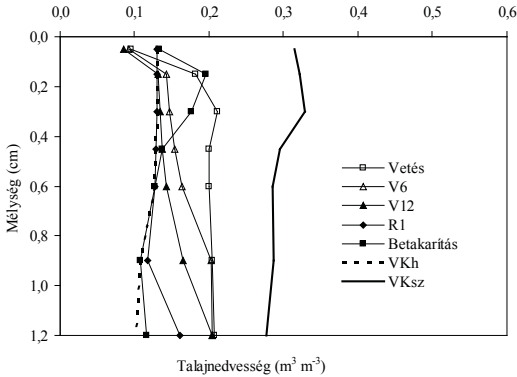
A kezeléseknek a talaj nedvességekészletére, a talaj nitrát-N tartalmára, a kukorica klorofill-tartalmára, valamint a termésre gyakorolt hatásának kimutatására általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk (Huzsvai, 2008). A kezelés középértékek összehasonlításához meghatároztuk az 5%-os szignifikáns differenciát ($\text{SzD}_{5\%}$). A többszörös összehasonlítás során a konfidencia intervallumokat Duncan módszerrel korrigáltuk az elsőfajú hiba halmozódásának elkerülése céljából. A homogén csoporton belüli minőségi paraméterek és a termés 5%-os szignifikancia szint mellett nem különböztek egymástól. A tenyészidőszakban mért talaj nitrát-N, a kukoricalevél klorofill (Chl), valamint a termés értékek közötti összefüggések meghatározásához regresszió analízist végeztünk.

A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

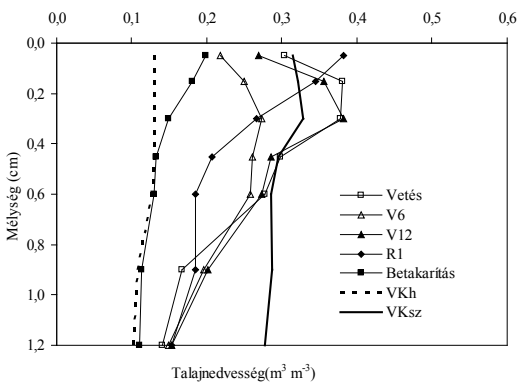
Eredmények és következtetések

Az 1,2 m-es talajszelvény nedvességprofiljában száraz évjáratban a legkisebb talajnedvesség értékeket a talaj 0–0,15 m-es rétegében mértük (8,5–9,5 $v/v\%$). A mélyebb rétegében lefelé irányuló nedvességnövekedés volt jellemző. A kukorica 11/12 leveles állapotakor mért szignifikáns ($p < 0,05$) 10–12 $v/v\%$ nedvességkülönbség a talaj nedvességekészletének kimerülésével folyamatosan csökkent a tenyészidőszak végére (1. ábra). Csapadékos évjáratban a talajprofil nedvességtartalma a 0,15–0,30 m-es rétegben volt a legnagyobb (36–38 $v/v\%$), s a mélyebb rétegek (12–15 $v/v\%$) felé folyamatosan csökkent (2. ábra). A 0,15–0,30 m-es talajréteg nedvességgörbéjének jellegzetes „kipúposodása” az őszi alapművelés és a tavaszi magágykészítés okozta talajtömörödés és térfogattömeg növekedés következménye.

Száraz évjáratban a kontroll parcellák nitrát-N koncentrációja 0,6–2,7 mg kg^{-1} volt. A vetést megelőzően elvégzett N műtrágyázás hatására a talajban talált nitrát-N a felszín közeli 0,4 m-es szelvény-



1. ábra. A talajnedvesség alakulása száraz évjáratban

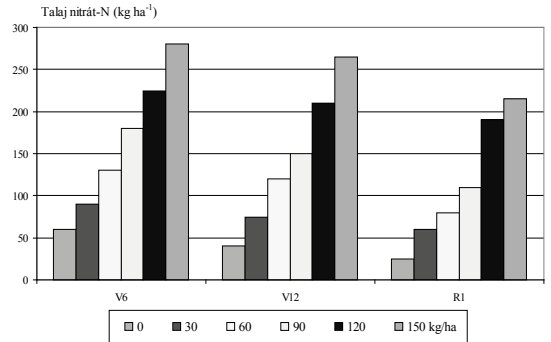


2. ábra. A talajnedvesség alakulása csapadékos évjáratban

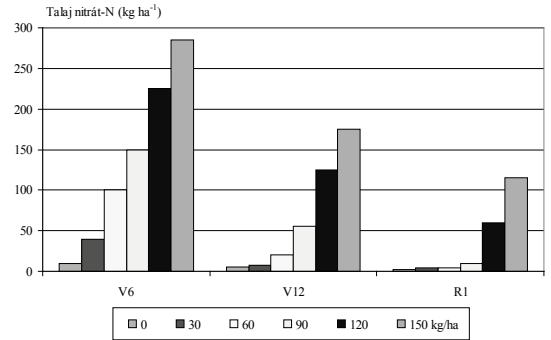
ben halmozódott fel. A felhalmozódás maximuma a 0–0,05 m-es rétegben volt, a talaj nitrát-N koncentrációja erőteljesen csökkent a mélyebb rétegek irányába. A felhalmozódási szintben mért nitrát-N mennyisége mérsékelt trágyaadagok (30–60 kg ha⁻¹ N) esetén 11,7–23,0 mg kg⁻¹, közepes és nagy trágyadózis (90–150 kg ha⁻¹ N) mellett 33,9–56,6 mg kg⁻¹ volt. A felhalmozódási zóna alatt, a talaj 0,4–1,2 m-es szelvényében mindhárom vizsgálati időpont során valamennyi N dózis esetén rendkívül alacsony volt a talaj nitrát-N tartalma (1–7 mg kg⁻¹). A csapadék hiánya és a mérsékelt növényi tápelemfelvétellel következtében a 0–1,2 m-es szelvény nitrát-N mennyisége a trágyázás mértékétől függően mindössze 20–35%-kal csökkent a kukorica 6/7 leveles állapotától az 50%-os nővirágzásig terjedő időszakig, és nem is mozdult el a mélyebb rétegek irányába (3. ábra).

Csapadékos évjáratban a trágyázatlan parcellákon is alacsony nitrát-N koncentráció alakult ki (0,3–0,9 mg kg⁻¹). A tavasszal kijuttatott műtrágya akkumulációs zónájának csúcsát a 0,4–0,6 m-es rétegben találtuk meg mindhárom vizsgálati időpontban, ami az átlaghoz képest csapadékosabb őszi, kora tavaszi időjárással magyarázható. A felhalmozódási zóna alatt a talaj ásványi N koncentrációja nem haladta meg a 8 mg kg⁻¹ értéket. Az akkumulációs zónában mért nitrát-N tartalom csökkenés valamennyi trágyakezelésben megfigyelhető volt a tenyészidőszak során. Az 1,2 m-es talajszelvényben tárolt nitrát-N mennyisége a 30–90 kg ha⁻¹ N kezelésekben mindössze 10–20 kg ha⁻¹ volt, csak a 120–150 kg ha⁻¹ N dózisok esetén mértünk 50, illetve 100 kg ha⁻¹ feletti nitrát-N értékeket (4. ábra).

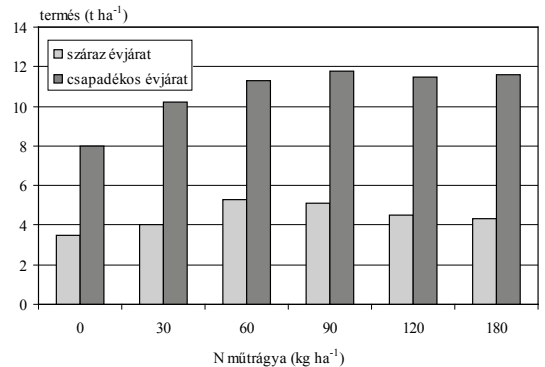
A levél Chl-tartalma V6 növekedési szakaszban a különböző N dózisok hatására sem száraz sem csapadékos évjáratban nem változott szignifikánsan. A V12 fázisban száraz évjáratban még továbbra



3. ábra. A növény által felvehető talaj nitrát-N tartalom száraz évjáratban



4. ábra. A növény által felvehető talaj nitrát-N tartalom száraz évjáratban



5. ábra. A kukorica termésének alakulása a műtrágyakezelések függvényében

sem volt Chl-tartalom növelő hatása, azonban a csapadékos évjáratban ez a hatás megbízható ($p < 0,001$) volt, és a legnagyobb Chl-tartalmat a $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ dózis eredményezte. A R1 fázisában a N-dózis mindkét évjáratban ($p < 0,001$; $p < 0,001$) szignifikánsan növelte a Chl-tartalmat.

A termés száraz ($5,3 \text{ t ha}^{-1}$) és csapadékos ($11,2 \text{ t ha}^{-1}$) években $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ dózis kiuttatásáig lineárisan emelkedett, ezt követően azonban a további műtrágya mennyiség növelése nem eredményezett nagyobb termést (5. ábra). A műtrágyázás átlagos termésnövelő hatása száraz évben $1,34 \text{ t ha}^{-1}$ ($P < 0,01$), a csapadékos évben ez a hatás jelentősebb, $3,27 \text{ t ha}^{-1}$ ($P < 0,001$) volt.

Irodalomjegyzék

- Berzsenyi, Z., Lap, D.Q. (2005) Effect of sowing date, nitrogen fertilization and plant density on the dynamics of dry matter accumulation and yield formation of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Cereal Res. Comm.* 33: 85–88.
- Birkás, M., Kalmár, T., Kisic I., Jug, D., Smutny, V., Szemők, A. (2012) A 2010. évi csapadék jelenségek hatása a talajok fizikai állapotára. *Növénytermelés.* 61: 7–36.
- Csete, L. (2005) Az éghajlatváltozás és a magyar mezőgazdaság. In Takács-Sánta A. (szerk.) *Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon.* Alinea Kiadó-Védegyelet, Budapest. 141–157.
- Gaál, M. (2007) A kukoricatermelés klimatikus feltételeinek várható változása a B2 scenárió alapján. „Agro-21” füzetek. 51: 48–56.
- Gyuricza, Cs., Birkás, M. (2000) A szélsőséges csapadékelátottság hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon kukoricánál. *Növénytermelés.* 49: 691–706.
- Huzsvai, L. (2008) Kísérletek tervezése és értékelése az SPSS programcsomaggal. VIII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia. Budapest, 2008. július 1–2.
- Jolánkai M., Birkás M. (2010) Szárazosodás, aszály, növénytermelés. „Klíma-21” füzetek. 59: 26–31.
- Láng, I. (2005) Éghajlat és időjárás: változás – hatás – válaszadás. „Agro-21” füzetek. 43: 3–10.
- Marton LCs., Árendás T., Bónis P., Szőke C. (2003) Különböző tenyésztési kukorica hibridek termőképességének értékelése eltérő vízellátottság mellett. In: Nagy J (szerk.) *Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása.* DE AGTC, Debrecen, 31–38.
- Nagy J. (2011) The effect of soil pH and precipitation variability during the growing season on maize hybrid grain yield in a 17 year long-term experiment. *J. Hydrol. Hydromech.* 59: 60–67.
- Nagy J. (2012) The effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in a long-term experiment. *Időjárás.* 116: 39–52.
- Nováky, B. (2007) Az ENSZ Éghajlat-változási kormányközi testületének jelentése az éghajlatváltozás várható következményeiről. „Agro-21” füzetek. 50: 6–11.
- Rátonyi, T (1998) Talajművelés tömörítő hatásának vizsgálata penetrométerrel csernozjom talajon. *Agrártud. Közl.* 34: 57–65.
- Ritchie, S.W., Hanway, J.J., Benson, G.O. (1997) How a corn plant develops. *Spec. Rep. No. 48.* Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames.
- Szél, E., Szél, S., Kálmán, L. (2005) New maize hybrids from Szeged and their specific production technology. *Acta Agron. Hung.* 53: 143–152.

- Ványiné Széles A., Megyes, A., Nagy J. (2012) Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. *Agr Water Manage.* 107: 133–144.
- Víg R., Dobos A., Molnár K., Nagy J. Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága szabadföldi kísérletekben: I. Kukorica (*Zea mays* L.). *Növénytermelés* 59: 89–105.
- Yadava, U.L. (1986) A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. *HortScience.* 21:6 1449–1450.

A kukorica (*Zea mays* L.) kórtani vizsgálatai Martonvásáron

Szóke Csaba¹, Micskei Györgyi², Nagy Zoltán¹, Spitkó Tamás¹, Marton L. Csaba¹

¹Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

²Növénytermesztési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: szokecs@mail.mgki.hu

Összefoglaló

Napjainkban a kukorica termésbiztonsága szempontjából a legnagyobb kihívást éghajlatunk melegedése és következményeként az aszályos évek számának növekedése jelenti. A növény számára kedvezőtlen körülmények több esetben kedvezőek különböző kórokozók számára. A hazánkban eddig raktári betegségként ismert *Aspergillus* spp. már a szántóföldön is felütötték fejüket és természetesen nem szabad megfélemednünk a különböző kukoricát károsító *Fusarium* fajokról sem. Mindkét gombafaj emberre-állatra egyaránt veszélyes mikotoxinokat termel. Kukoricában egyelőre az ellenük való védekezés legfőbb módja a rezisztencianemesítés, főleg azért, mert jelenleg hatékony és gazdaságos növényvédelmi védekezést ellenük még nem sikerült kidolgozni. A fuzáriumos szár- és csőpenész, valamint *Aspergillus*-os csőpeszés rezisztenciavizsgálataink során kidolgoztunk egy cellulázenzim-aktivitáson alapuló szárkorhadásvizsgálatot, ami segítheti a szárkorhadással szembeni rezisztenciára történő nemesítést. Munkánk során találtunk olyan csőpenészesedésnek ellenálló vonalakat, melyek hibridjei is nagyfokú ellenállóságot mutattak. Eddigi eredményeink alapján feltételezhető, hogy a *F. verticillioides* és az *A. flavus* elleni rezisztencia genetikai háttere hasonló, míg a *F. graminearum* elleni mechanizmus ettől eltér.

Bevezetés

Hazai éghajlati viszonyaink mellett a csapadék és a hőmérséklet az a két tényező, ami alapvetően meghatározza kukoricatermesztésünk sikerességét. Ezek kedvezőtlen alakulása a nem kívánt élettani hatásokon túl számos kórokozó fellépését és megjelenését is segítik, melyek közül a legfontosabbak a kukorica toxintermelő gombás megbetegedései, a kukorica fuzáriumos betegségei és a kukoricacsövön károsító *Aspergillus* spp.

A kukorica fuzáriumos megbetegedései:

Kontinentális éghajlaton a kukoricát több *Fusarium*-faj is megtámadja, ezek közül a *F. graminearum*, a *F. culmorum*, a *F. verticillioides* és a *F. subglutinans* fajok a leggyakoribbak (Békési és Hinfner, 1970; Mesterházy és Vojtovics, 1977; Szécsi, 1994; Dorn és mtsai., 2009; Scaufflaire és mtsai., 2011). A kórokozó évjáratról függően 6-35% közötti termésvesztést okozhat (Bottalico, 1998; Logrieco és mtsai., 2002), de ennél jóval nagyobb problémát jelent az a minőségi kár, amit az általuk termelt mikotoxinokkal in-

dukálnak. Ezeknek a másodlagos anyagcseretermékeknek következményeként csökken a takarmány tápértéke és az állati szervezetbe bekerülve, az emésztőszervrendszeren keresztül felszívódva, a szövetekben részben akkumulálódva súlyos emésztő- és ivarszervi elváltozásokat okoznak (Marasas, 1995; Raffai, 1999; Guerre és mtsai., 2000). Számolnunk kell közvetett hatásukkal is, hiszen az állatok egészségét rontva a mikotoxinokkal szennyezett állati termékeket fogyasztó ember számára is potenciális veszélyforrást jelentenek (Kovács, 2001). Az ellenük való védekezés leghatékonyabb módja kukoricában a rezisztencianemesítés. A különböző *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia mechanizmus még nem teljesen tisztázott. Presello és mtsai. (2006) olyan rezisztenciaforrásokat azonosítottak, melyek nagyon jó ellenállóságot mutattak a *F. graminearum* (GER) és a *F. verticillioides* (FER) fajokkal szemben is. Löffler és mtsai. (2010) szoros összefüggést talált a flint és dent szemtípusú kukoricák fenotípusos és genotípusos rezisztenciájában a *F. graminearum* és a *F. verticillioides* fajok esetében, azonban nagatív volt a két faj közötti összefüggés a nővirágzás ideje és a betegség mértéke között. A *F. graminearum* esetében nagyon szoros ($r=0,94$) összefüggést találtak a mikotoxin tartalom és a csőfertőzés mértéke között. Ez arra enged következtetni, hogy a GER-rel szembeni rezisztenciaszint növelésénél a vizuális értékelés is hatékony lehet (Bulduan és mtsai., 2009). A *F. verticillioides* fajjal szembeni rezisztencia és a fumonisin felhalmozódás a beltenyészett vonalaknál nagyobb varianciát mutat, ezért a hibridek FER rezisztencia növelésének leghatékonyabb módja, ha a kiindulási vonalakat teszteljük FER-el szemben (Hung és Holland, 2012).

Aspergillus ssp. csöpenész (AER):

A szántóföldön az elmúlt évekig ennek a kórokozónak az előfordulása nem volt jellemző, hazánkban csak raktári betegségeként ismerték. Egyelőre súlyos veszélyként közvetlenül nem fenyeget, de a globális felmelegedés következményeként számolnunk kell ezeknek a gombáknak a terjedésével is. Az AER is termel mikotoxinokat (aflatoxin változatai), melyek a *Fusarium* toxinokhoz hasonlóan nagyon súlyos élettani problémákat okozhatnak, mind a humán-, mind pedig az állategészségügyben. Dobolyi és mtsai. (2011) több tétel kukoricaszem mintát vizsgált meg *Aspergillus flavus* szennyezettségre és megállapították, hogy a vizsgált tételek valemennyi régióban 50% feletti fertőzöttséget mutattak. Azt is megállapították, hogy a megvizsgált tételek 42%-a az EU takarmány- és élelmiszer-minőségi útmutatóban rögzített határérték ($5 \mu\text{g kg}^{-1}$) feletti volt, továbbá laboratóriumi körülmények között, 26°C -on 10 nap alatt aflatoxin- B_1 -et termelt. Henry és mtsai. (2009) olyan kukorica genotípusokat azonosított, melyek *F. verticillioides* és *A. flavus* ellenállósága jónak bizonyult, valamint a két kórokozó között a korreláció csőfertőzés mértéke esetén $r=0,72$, míg a mikotoxin koncentrációnál $r=0,61$ volt. Ez arra enged következtetni, hogy egy időben mindkét kórokozóval szemben egyszerre fokozhatjuk a kukorica genotípusaink rezisztenciáját.

Anyagok és módszerek

Vizsgálatainkat több éven keresztül a Kukoricanemesítési Osztály kórtani tenyészkertjében állítottuk be. Itt végeztük a beltenyészett kukoricavonalak és hibridek mesterséges cső- és szárfertőzését Young (1943) és Szőke és mtsai. (2009) módszerei szerint. A vizsgálatok alatt több *Fusarium ssp.* és az *Aspergillus flavus* izolátumával fertőztünk.

Felvételezések során értékeltük a csövek penészborítottságát és a fertőzött csövek százalékos gyakoriságát, illetve a fertőzött szárat betakarítást követően laboratóriumban kettévágvá értékeltük. A természetes cső- és szárfertőzésteket a kórtani tenyészkerten kívül, az ország több termőhelyén beállított teljesítménykísérletében értékeltük. A celluláz enzim meghatározása módosított cup-plate módszerrel történt (Szóke, 2011). A statisztikai értékelést a MS® Excel adatkezelő program beépített moduljaival és az Agronomix Inc. Agrobase programjával végeztük el.

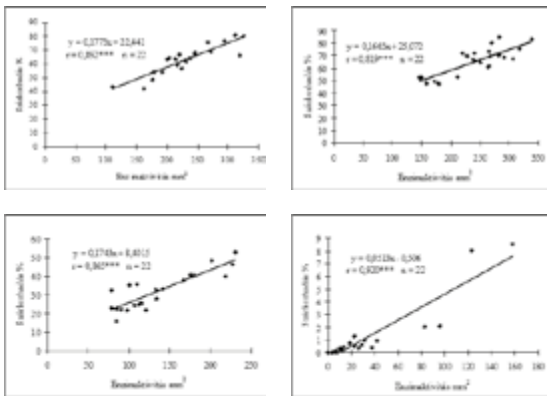
Eredmények és következtetések

Kukorica genotípusok fuzáriumos szárkorhadása

A mesterségesen fertőzött (két *F. graminearum* izolátumot használtunk) és a két kontrollkezelés (steril szemes = *Fusarium* fertőzéstől mentes szemmel inokulált; és kezelés nélküli szár) szármintáit félbe vágtuk, majd értékeltük a szár bélszövetének egészségi állapotát. A vizsgált genotípusok között szignifikánsan igazolható különbségeket kapunk, illetve nem meglepő módon a legkisebb fertőzéseket a kontrollkezeléseknél, míg a legnagyobbakat a mesterségesen fertőzött szárnál mértük. Ezt követően elkészítettük a vizsgált genotípusok szárszövet-kivonatát és megmértük azok cellulázenzim-aktivitását. Az egészséges bélszövetből készített szövetkivonat nem mutatott cellulázenzim-aktivitást. A sterilszemmel kezelt szárból készített kivonatnak – a fertőzés mértékétől függően – mérhető enzimaktivitása volt, de a legnagyobb cellulázenzim-aktivitást a két mesterségesen fertőzött kezelésnél mértük.

Meghatároztuk a két tényező közötti összefüggéseket és minden kezelés esetében nagyon szoros, pozitív kapcsolatot kaptunk a két tulajdonság között (1. ábra).

Méréseink szerint az ellenállóbb kukorica genotípusban kisebb, míg a fogékonyabb genotípusban nagyobb volt a gomba cellulázenzim-aktivitása, illetve az egészséges szövetekből cellulázenzim-aktivitást nem lehet kimutatni. Mivel



1. ábra. A szárkorhadás és az enzimaktivitás közötti összefüggés az FG36 (bal felső) és az FGH4 (jobb felső) izolátum, a sterilszemes (bal alsó) és a kontroll (jobb alsó) kezelés három év átlagában (Martonvásár, 2006–2008).

a szárszövet cellulázenzim-aktivitása és a szárkorhadás között nagyon szoros volt az összefüggés, a cellulázenzim-aktivitás meghatározása hatékonyan segítheti a szárkorhadással szembeni rezisztenciára történő nemesítést.

Kukorica genotípusok fuzáriumos- és aspergillusos csőpenésze

Az öt termőhely és a három év (2004–2006) átlagában meghatároztuk a 96 genotípus természetes csőpenész előfordulásának relatív gyakorisága valamint a természetes csőpenész borítottság értéke közötti kapcsolatot. A két paraméter között szoros, pozitív

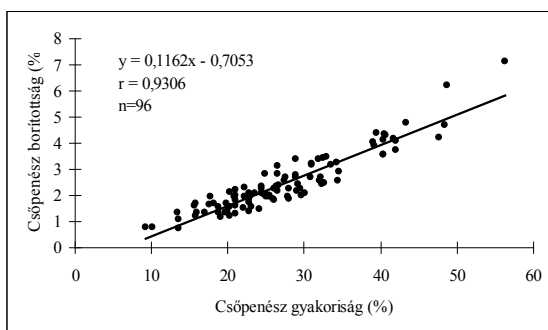
kapcsolatot kaptunk (2. ábra), azaz ha a környezeti tényezők kedvezőek a fuzáriumos csőpenész kialakulásához, jelentős penészborítottságra is számíthatunk. Ez pedig az esetek nagyobb százalékában azt jelenti, hogy a magasabb penészborítottság következményeként a mikotoxin felhalmozódás is nagyobb lesz, bár vannak olyan mikotoxint termelő fajok is, melyek penészborítottsága és toxintermelő képessége között lazább a kapcsolat (*F. verticillioides*, *A. flavus*).

A mesterséges csőfertőzés a 2006-os évben volt a legjelentősebb mind a borítottsági (50,75%), mind pedig a gyakorisági (97,45%) értéket tekintve. Ennél az erős fertőzésnél meghatároztuk a vizsgált 96 genotípus fuzáriumos csőpenész ellenállóságát. Megállapítottuk, hogy a 96 genotípus közül mindössze csak négy (4,16%) volt fogékony. A genotípusok 51%-a közepesen ellenálló, míg 7 db (7,29%) közülük igen jó ellenállóságot mutatott a csőfuzáriummal szemben (3. ábra).

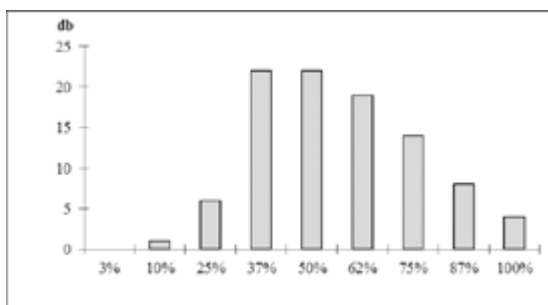
Meghatároztuk a természetes és mesterséges fertőzés közötti kapcsolatot is. Eredményeink szerint a két tényező közötti kapcsolat a penészgyakoriság esetében ($r=0,49$) közepes, míg a borítottság esetében ($r=0,14$) nagyon laza. Ezek alapján megállapítjuk, hogy a csőpenész elleni nemesítés mesterséges fertőzés nélkül elképzelhetetlen.

A kórtani tenyészkertben a hibridek szülőkomponenseit és az új beltenyésztett törzseket is vizsgáltuk. A kapott adatok segítségével szülő-utód regresszióanalízist számoltunk és megkaptuk a fuzáriumos penészborítottsági és penészgyakorisági tulajdonságok örökölhetőségét. Adataink szerint a fuzáriumos penészborítottság h^2 értéke (0,52) kisebb, mint a penészes csövek relatív gyakoriságára vonatkoztatott örökölhetőségi értékszám h^2 értéke (0,69). Az értékek ugyanakkor arra utalnak, hogy mindkét tulajdonság öröklődésében jelentős additív génhatások is szerepet játszanak, ami jó lehetőséget biztosít a szelekcióra a beltenyésztés során. A vizsgált új törzsek között találtunk olyan csőpenészesedésnek ellenálló típusokat, melyek hibridjei is nagyfokú ellenállóságot mutattak. Ezek a törzsek rezisztenciaforrásként használhatóak. A megvizsgált kukorica hibridek és vonalak egy része a szántóföldi adatok alapján megfelelő csőfuzárium rezisztenciát mutatott.

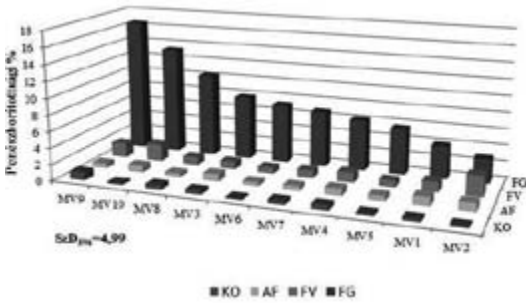
A 2013-as évben tíz martonvásári genotípus csőpenész-ellenállóságát értékeltük *F. graminearum*, *F. verticillioides* és *A. flavus* fajokkal szemben. Ez az évszázad nem kedvezett a csőpenész kialakulásának. A mesterséges fertőzés következményeként a vizsgált fajok közül a legfertőzőképebb *F. graminearum* izolátum okozta borítottsági százalék



2. ábra. A FER borítottság és a gyakoriság közötti kapcsolat a termőhelyek átlagában (2004–2006)



3. ábra A vizsgált genotípusok fuzáriumos csőpenész ellenállósága (2006)



4. ábra. A vizsgált hibridek penészgombákkal szembeni ellenállósága (Martonvásár, 2013)

a vizsgált gombafajokkal szemben. A *F. graminearum* és a *F. verticillioides*-szel szembeni ellenállóság nem sok hasonlóságot mutatott ($r=0,17$), hasonló kapcsolatot kaptunk az *A. flavus* esetében is. A *F. verticillioides* és az *A. flavus* közötti összefüggés közepes volt ($r=0,50$). Ezek alapján az feltételezhető, hogy a *F. graminearum* és a *F. verticillioides* valamint az *A. flavus* rezisztenciájának genetikai háttere eltérő, ugyanakkor a *F. verticillioides* és az *A. flavus* rezisztenciája hasonló lehet. Ebben az évben a természetes fertőzés adataival a *F. graminearum* fertőzés adatai mutattak közepes összefüggést ($r=0,59$), míg a másik két kórokozóval nem volt kapcsolat. Ez az eredmény arra utal, hogy Martonvásáron 2013-ban a természetes csőpenészt főleg a *F. graminearum* okozta. Ennek alátámasztására természetesen fertőződött csöveket gyűjtöttünk be, melyekről meghatározzuk majd a fertőzésért felelős kórokozókat.

Az eddigi adatok szerint valószínűsíthető, hogy a csőpenészesedést okozó kórokozókkal szembeni rezisztencia genetikai háttere eltérő lehet. Ezért érdemes a kukorica csőpenészesedéssel szembeni rezisztenciára nemesítést több kórokozó fajjal is elvégezni.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatás eszközbeszerzése (infrastruktúrája) a GOP-1.1.1-11-2012-0159 számú pályázat által biztosított forrásból valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Békési P., Hinfner K., (1970): Adatok a kukorica fuzáriumos eredetű megbetegedéseinek ismeretéhez. Növényvédelem, 6:13-18.
- Bolduan, C., T. Miedaner, W. Schipprack, B. S. Dhillon, and A. E. Melchinger, 2009: Genetic variation for resistance to ear rots and mycotoxins contamination in early European maize inbred lines. Crop Sci., 49:2019-2028.

- Bottalico, A. (1998): Fusarium diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. *Journal of Plant Pathology*, 80:85-103.
- Dobolyi Cs., Sebők F., Varga J., Kocsusbé S., Szigeti Gy., Baranyi N., Szécsi Á., Lustyik Gy., Micsinai A., Tóth B., Varga M., Kriszt B., Kukolya J. (2011): Aflatoxin-termelő *Aspergillus flavus* törzsek előfordulása hazai kukorica szemtermésben. *Növényvédelem*, 47:125-133.
- Dorn, B., Forrer, H.R., Schürch, S., Vogelgsang, S. (2009) Fusarium species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection. *Eur J Plant Pathol.*, 25:51–61.
- Guerre, P., Eeckhoutte, C., Burgat, V., Galtier, P. (2000): The effects of T-2 toxin exposure on liver drug metabolising enzymes in rabbit. *Food Addit. Contam.*, 12:1019-1026.
- Henry, W. B., W. P. Williams, G. L. Windham, and L. K. Hawkins (2009): Evaluation of maize inbred lines for resistance to *Aspergillus* and *Fusarium* ear rot and mycotoxin accumulation. *Agron. J.* 101:1219-1226.
- Hung, H. Y. and Holland J. B. (2012): Diallel analysis of resistance to fusarium ear rot and fumonisin contamination in maize. *Crop Sci.*, 52:2173–2181
- Kovács, F. (2001): Penészgombák – mikotoxinok a táplálékláncban. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest, 14-16.
- Logrieco, A., Mulè, G., Moretti, A., Bottalico, A. (2002): Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 108:597–609.
- Löffler, M., B. Kessel, M. Ouzunova, and T. Miedaner, 2010: Population parameters for resistance to *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* ear rot among large sets of early, mid-late and late maturing European maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Theor. Appl. Genet.*, 120:1053-1062.
- Marasas, W.F.O. (1995): Fumonisin: their implications for human and animal health. *Nat. Toxins*, 3:193-198.
- Mesterházy Á., Vojtovics M., (1977): Kukorica magminták gombaflórája Magyarországon 1974-1975-ben. *Növényvédelem*, 13:441-446.
- Presello, D. A., J. Iglesias, G. Botta, L. M. Reid, G. A. Lori, and G. H. Eyherabide, 2006: Stability of maize resistance to the ear rots caused by *Fusarium graminearum* and *F. verticillioides* in Argentinean and Canadian environments. *Euphytica*, 147:403-407.
- Raffai P. (1999): A fuzariotoxinok hatása a sertés termelésére és egészségére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 48:253-264.
- Scaufflaire, J., Mahieu, O., Louvieaux, J., Foucart, G., Renard, F., Munaut, F. (2011): Biodiversity of *Fusarium* species in ears and stalks of maize plants in Belgium. *Eur. J. Plant Pathol.* 131:59–66.
- Szécsi Á. (1994): A *Liseola* szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. *Növényvédelem*, 30:313-318.
- Szőke C., Rácz F., Spitkó T., Marton L. C. (2009): Date on the fusarium stalk rot. *Maydica*, 54:211-215
- Szőke Cs. (2011): Kukorica genotípusok fuzáriumos szárkorhadása és a szár szöveti szerkezete közötti összefüggés-vizsgálatok és hatásuk a szárszilárdságra. Doktori (PhD) értekezés, Martonvásár, 119 p.
- Young, H. C, Jr. (1943): The toothpick method of inoculating corn for ear and stalk rots in Iowa. *Phytopathology*, 33. 16. p.

Szekció előadások
2. szekció

Kukoricatermesztés szélsőséges körülmények között

Barla-Szabó Gábor

United Seeds CC

Executive Director

101 Argyle Str. Pretoria, 0081, South Africa

e-mail: gabor@croppro.co.za

Amikor felvettek az agrárra, nagyapám büszkén megölelt, én voltam az egyetlen unokája, aki mezőgazdasági pályára adta fejét. *„Több mint hatvan évig gazdálkodtam, mondta, de emlékezzél fiam, a paraszt szerint nincs jó év”* adta nekem útravalónak.

Azóta én is gazdálkodom. Az utóbbi 22 évben Afrikában és mondhatom igaza volt, *„A farmernek nincs olyan év, aminél ne lehetett volna jobb”*.

A „hüvelyk” törvény (Rule of Thumb) szerint egy hektár kukorica növény minden rendelkezésre álló milliméternyi vízből kb. 15 kg terményt tud előállítani. 100 mm-ből 1,5 tonnát, 500-ból 7,5-et, stb. A „hüvelyk” azonban akkor működik csak, ha egy erős kézhez ízesül, ami aztán a karon, a vállon át egy igazi földművesben végződik. A gazda nélkül eshet az eső, süthet a nap, nem sok fog teremni. Ráadásul a fajta és az agronómia is jelentősen befolyásolhatja a „hüvelyk” törvény érvényesülését.

Afrika alapélelmiszere a kukorica. A több mint egy milliárd afrikai lakos naponta fogyaszt kukorica kását, puliszkát vagy ahogy itt hívják „pap”-ot. Kukorica nélkül nem tud jóllakni az Afrikai ember. Ez tehát a kontinens legfontosabb élelmezési cikke.

Dél-Afrika 13-szor nagyobb Magyarországnál, de a szántásra alkalmas területe csak kb. 6 millió hektár, alig több, mint Magyarorszáé. Ennek kell ellátni élelmiszerral az 53 milliós lakosságot.

A szántóterület két nagyobb egységre osztható. Az egyik tájegység az ország közepétől északra terül el, ez a nyári esők övezete, többnyire magasság (highland). Az un. keleti magasság vidéke 1400- 2000 m-en helyezkedik el és az éves csapadék átlagosan 600-800 mm. A nyugati magasság 1300-1500 m a tengerszint felett és 400-600 mm az évi átlagos csapadék.

Másik egység a déli, dél-nyugati országrész, ahol a többnyire télen esik, a nyár meleg és száraz. Az ország kb.



1. ábra. Magában álló növény 8 csővel, 1,2 kg terméssel

30%-a, az észak-nyugati oldalon sivatagos, ezzel szemben az Indiai óceáni oldalon mérsékelt csapadékos mediterránhoz hasonló klímával.

A 3-3,5 millió hektárnyi kukorica övezet „Corn Belt” a magasföldön terül el, a „nyári esők” zónájában. Itt a vetés előtt, október-novemberben a talaj még csont száraz, a 6 hónapnál is hosszabb száraz évszak következtében. Amikor megérkezik az eső, a farmerek minél hamarabb elkezdnek vetni, már sokszor az első, 30-40 mm csapadékkal, arra számítva, hogy jön a többi is.

A klíma azonban szélsőséges és kiszámíthatatlan, sokszor előfordul, hogy a 4-6 leveles állapotig kifejlődő növények gyökere a mélyebben lévő betonszáraz kemény talajjal találkozik és újabb esők nélkül kipusztul. A magasföld tiszta és száraz levegőjében az igen erős, merőlegesen sütő nyári nap, felgyorsítja a káros folyamatokat. Előfordul az ellenkezője is, 2 éve például Dél-Afrika észak-keleti vidékein 620 mm eső zúdult le 36 óra alatt.

Mégis, az élelmiszert meg kell termelni, a lakosságot el kell látni alapvető termékekkel. Mi tehát a siker alapja egy olyan országban, ahol a legjobb kukorica területek sem felelnek meg az Egyesült Államok „Corn Belt” vidék követelményeinek?

1. Legfontosabb törvény az, hogy nem használunk amerikai típusú hibrideket, és nem követjük az amerikai termesztési módszereket!
 - Olyan hibrideket termelünk, amelyek alacsony tőszámmal vetve rendkívül tűrőképesek, de nagy egyéni terméssel rendelkeznek. Más szavakkal kifejezve, megfelelő körülmények között több csövet fejlesztenek, és a csövek nagysága is jelentősen változik a külső körülmények hatására (cob flex).(1. ábra)
 - Célszerű, olcsó, de hatékony agronómiát választanak, pl. széles (művelhető) sortáv.
 - Az alacsony tőszám minden szempontból olcsóbb is (2. ábra)
2. Ez azt eredményezi, hogy amíg Magyarországon 6-6,5 tonna termés kell a ráfordítási költség kiegyenlítésére hektáronként, addig Dél-Afrika alacsonyabb potenciálú vetésterületein (kb. 2 millió Ha-on) ez csak 3-3,5 t/ha. Lehetővé téve azt, hogy a kedvezőtlen időjárású években a 3-4 tonnás terméshozam se legyen ráfizetéses, és a termelés fenntartható maradjon. A jó években 6-9 tonna is elérhető, ami komoly bevételt eredményez.
3. Az USA Corn Beltben jó a talaj és legtöbb évben kedvező az éghajlat is. Az amerikai hibridek egycsövűek és sűrű állomány elviselésére vannak kinevelítve. Ezért a multik mindig a magasabb tőszámot javasolják. Így persze több vetőmag is fogy, aminek költségét a vevő viseli. Az aszályos, rosszabb években a farmer könnyen veszít, de a vetőmagcégek akkor is jól járnak.
4. Afrikában a biztonságos kukorica-termesztés alapja az „afrikai” hibrid. Sokan talán kicsit hitetlenül kérdezhetik, hogy milyen is lehet az afrikai hibrid?



2. ábra. 212 cm, (7 láb) sortáv

A helyes válasz, hogy Afrika déli országában a múlt század negyvenes éveiben már használtak kukorica hibrideket, ráadásul mindjárt kétvonalas (Single Cross) termelés indult el. A hibrideket és más növényfajtákat az állami kutatóintézetek állították elő.

A regisztrálás csak az ötvenes évek elején kezdődött, de aki hibridet akart termelni az megvehette a magot és vethette. Így történt, hogy a világ első köztermesztésben lévő kétvonalas hibridje Afrikából ered. Az első ilyen hibridet végül is 1952-ben, az akkori Rhodesiában minősítették, SR52 néven. Az SR jelentése Southern Rhodesia, a 52 a regisztrálás éve.

Ennél talán még érdekesebb és különösebb, hogy ez a hibrid a hatvanas évektől kezdve hosszú ideig termés világcúcstartó volt és 61 évvel a regisztrációja után jelenleg is köztermesztésben van.

A mai hibridek már kissé eltérnek ettől, mert legfontosabb tulajdonságuk a kiemelkedő betegség ellenálló képesség, valamint az, hogy alacsony tőszámmal vetve (18-40 ezer/ha) rendkívül stressztűrők. Ami a legfontosabb, hogy csapadékos évben ezzel az alacsony tőszámmal is igen nagy termésre képesek, akár 9-13 t/ha-ra is.

A United Seeds vetőmagcég, aminek magam is alapító tagja vagyok, újabb és újabb sikeres hibrideket hoz a piacra. Az US9610, tavalay az állami kísérletek győztese volt. Ennek a hibridnek genetikai hátterének 50%-a magyar eredetű (3. ábra).

Dél-Afrikában évente hozzávetőlegesen 3 millió hektáron vetnek kukoricát. A kilencvenes évek elején a multik megpróbálták az amerikai hibrideket széles körben honosítani. A gyengébb betegség ellenállásuk valamint a gyakori erős nap és aszály, komoly károkat okozott a magasabb tőszámmal vetett amerikai hibridekben, így azok néhány év után kiszorultak a piacról.

Ma szinte kizárólag csak az öntözéses területeken (kb. 400 ezer ha) vetik ezeket az FAO 600-as, itt „Szuperkorainak” tartott hibrideket. Az öntözéses területeken a kukoricát búza váltja a téli periódusban és nagyon fontos a gyors vízleadás, és a korai betakarítás.

Az Afrikai hibridek alacsonyabb tőszámmal vetve, hajlamosak 2-3 cső kifejlésztésére és igen fontos tulajdonságuk a flexibilis csőnagyság is. (4. ábra)

Jó, csapadékos évjárással nemcsak több csövet fejlesztenek, hanem a csövek mérete is jelentősen megemelkedik.

A tavalyi kukorica szezonban az állami kísérletekben sokat megnyertek a hib-



3. ábra. United Seeds US9610 hibrid és Barla-Szabó Gábor nemesítő



4. ábra. Alacsony tőszám, jó termés



ridjeink. Legjobban a US9610 szerepelt, amelyik hibrid összesítésben az első helyen végzett.

Helyszűke miatt ezeket nem mutatom be, de az egyik kísérletet érdemes részletebben tanulmányozni. (1. táblázat.) A kísérlet kivitelezői megengedték, a vetőmagot adó cégeknek azt, hogy a hibridjeik szerint választhattak két vetési sűrűség közül. Az eredmény magáért beszél, a 40000/ha tőszámmal vetett parcellák szignifikánsan jobban szerepeltek, mint a 48000 ezresek.

Davel kísérlet		Sárga kukoricahibrid kísérlet 2013			
	Hibrid	TON/HA	Nedvesség %	Tőszám	% v PROEF
1	Phb 32W72W	7,53	11,00	40000	121,80
2	US 9610	7,38	11,60	40000	119,20
3	LS 8526	7,27	11,50	40000	118,63
4	PAN 6Q-408CB	7,22	12,50	40000	118,42
6	DKC80-12B	7,17	11,70	40000	115,88
7	LS8536B	7,04	11,20	40000	113,84
8	PAN 6Q-308B	6,79	12,20	40000	109,90
9	PAN 4P-228	6,76	11,90	48000	109,21
10	PAN 6P-110	6,74	12,20	40000	108,98
11	US 9620	6,63	11,5	40000	107,17
12	KKS 8408R	6,54	11,6	48000	105,68
13	DKC73-72	6,48	11,8	48000	104,8
14	DKC 73-76R	6,26	11,9	48000	101,18
15	Phb 33H56	6,13	10,9	48000	99,01
16	KK 4410	6,06	11,7	48000	97,96
17	DKC 73-70B	6,05	11,7	48000	97,71
18	LS 8524R	6,03	11,6	40000	97,48
19	Phb 1615BR	5,93	11,2	48000	95,9

1.táblázat, Davel kísérlet, Dél-Afrika.

A 2. táblázatban egy fehér kukorica kísérlet eredményét mutatom be, amit Itamba tartományban, Tanzániában vetettek el. Ezek a hibridek 3 másik tartományban elvetésre kerültek és kivétel nélkül mindenhol kiemelkedően jól szerepeltek.

Itamba magasföld		Fehér kukoricahibrid kísérlet 2013		
No.	Hibrid neve	Szemtermés 15% mc. (ton/ha.)	Relatív Phb3253 %	Relatív átlag %
1	US9747	8,11	150	135
2	US9755	7,59	140	126
3	HCSY1201	6,87	127	115
4	SC 627	6,58	122	110
5	EXP3	6,20	115	103
6	DK8073	5,89	109	98
7	PAN67	5,87	108	98
8	UH6303	5,84	108	97
9	phb 3253	5,41	100	90
10	DK8053	5,12	95	85
11	H614D	5,05	93	84
12	HCSY1201	4,97	92	83
13	PAN691	4,54	84	76
	Mean	6,00	-	-

2. táblázat, Itumba, Tanzania 2013.

Az „amerikai” kukoricatermesztési módszer rendkívül mélyen beágyazódott a magyar növénytermesztésbe is. Ha 100 szakembert kérdeznék meg, hogy kell vetni a kukoricát, száz egybehangzó választ kapnék. Azt, hogy 76 cm sortávra és 65-70 ezer tő/ha sűrűségre. Az elmúlt két szezón ellenére ez lenne a válasz és bizonyára tavasszal így is vetnek majd. A magyar nemesítők továbbra is ezen a területen akarják megverni az újabb fejlesztésre dollár milliárdokat költő multikat. A kérdés, hogy mekkora eséllyel?

A Magyar fajtaminősítés is ugyan olyan rugalmatlan. Minden fajtakísérlet is az amerikai módszerrel történik, amin bizonyára nem akarnak, és nem fognak változtatni.

Aligha, vagy legalább is nehezen lehetne elfogadtatni egy többcsöví, szárazságtűrő hibridet, ha azt 35-40 ezres tőszámmal kellene vetni, mert nincs példa, pedig Magyarországon is van kb 400 ezer hektár terület, ahol az „afrikai” módszeres biztonságosan lehetne 5-6 tonnás átlagot termelni, de az amerikaival nem, ezért ezeket a vidékeket alkalmatlannak minősítik.

Hibridkukorica vetőmagelőállítás 60 éves múltja

Benke Zoltán

*Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóság
Minőségfelügyeleti Osztály
1024 Budapest, Keleti K. u.24.
e-mail: benkez@nebih.gov.hu*

A hibridkukorica vetőmagtermelés célja hagyományosan kettős, a hazai vetőmagigények széleskörű kielégítése, valamint egy hatékony exportpiaci jelenlét. A hazai ökológia feltételek messzemenően alkalmasak a hibridkukorica termesztésre és a technikai és felkészült szakmai háttér alapot biztosít a sikeres vetőmagelőállításokhoz. Hosszú évekre visszamenően a megtermelt hibridkukorica vetőmagvak 50-60% export piacra kerül értékesítésre.

A hibridkukorica vetőmagelőállítás közgazdasági szempontból mindig is versenyképes volt a többi növénykultúrához viszonyítva. Ez a jövedelmezőség arányban volt a befektetett munkával és az anyagi ráfordításokkal. A homogén termékeny tábla, az öntözhetőség, a szakmailag felkészült munkairányítás, a kézimunkaigény, a magas gépesítettségi szintet igénylő agronómiai munkák a főbb paraméterei a jó minőségű vetőmag termelésének.

A vetőmagelőállító terület nagysága erősen függ a megelőző év eredményességétől és a vetőmagforgalmazási kilátásoktól. A hibrid kukorica vetőmagelőállítás már 50 éves múltra tekint vissza. Az ellenőrző hatóságok (OVEF, MMI, OMMI, MgSzH, NÉBIH) éves kiadványai alapján nézzük, hogyan alakultak a vetőmagelőállító területi nagyságok és a fémzárolt vetőmagmennyiségek.

Kezdet

A hibridkukorica fajták elterjedését szolgálta az 1954-ben elfogadott hibrid program. 1956 nyarán a Martonvásári Kísérleti Gazdaság megkapta az első gázolaj tüzelésű, hőfokszabályzó automatikával ellátott Cambell-típusú terményszárítót és még ebben az évben megépítették az ország első hatkamrás kukorica vetőmagszárítóját. 1957-től a martonvásári Kutatóintézet hibridkukorica vetőmag-előállításra szakosodott munkacsoport hozott létre, saját kezébe vette a hibridkukorica vetőmag alapanyagok előállítását.

Az állami Gazdaságok Központja (ÁGK) szorosan együttműködött az Kutatóintézetrel a hibridkukorica vetőmagtermesztés hazai megoldásában. 1958-ban megépítették az első hat állami gazdasági hibridkukorica vetőmagüzemet (Baja, Bóly, Mezőhegyes, Mezőnagymihály, Debrecen, Murony). Ezt követően 1959-1964 között megépült a mezőfalvai, dalmandi, mosonmagyaróvári, szenttamási, hódmezővásárhelyi és ceglédi vetőmagüzem. Ezzel létrejött a hazai hibridkukorica vetőmagipar, melynek kapacitása 65 napos szezonidő figyelembe vételével, elérte az évi 36 ezer tonnát.

Közben folyt a vetőmagtermesztés szakmai, tudományos megalapozása is. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének munkatársai kidolgozták és bevezették a gyakorlatban a korszerű fajtafenntartást. A kísérleti gazdaság szakemberei – az intézeti kutató-

sokra alapozva – kidolgozták a hibridkukorica vetőmagtermesztés általános, a minőségi feltételeket is magába foglaló termeltetési szerződést.

Az Országos Vetőmagfelügyelőség (OVEF) 1957-ig a vetőmagfelújítás akkori rendszerének megfelelően csak a nemesített fajtakukoricák vetőmagszaporításának szántóföldi ellenőrzését és minősítését végezte el. 1957. év közepétől a martonvásári és az Országos Vetőmagfelügyelőség szakemberei közös szemléket és minősítéseket végeztek kísérleti jelleggel, vagyis kezdetét vette a hibridkukorica vetőmag szaporítások állami ellenőrzése.

Magyarországon 1957 és 1964 között megvalósult a hibridkukorica vetőmag használatának közel 100%-os elterjedése. Már 1958-ban a 18.088 ha ösztvetőmagelőállító terület kevéssel több mint a felén (53,1%) beltenyésztett vonalakat, alapanyagokat és egyszeres, kétszeres vagy többszörös keresztezésű hibridkukorica fajtákat (pl: Mv 1, Mv 5, Mv 26, Mv 39, Mv 40) szaporítottak. A szaporító terület 8,4 százalékán szabadon elvirágzó fajták (Aranyözön, Fleischmann korai, Szegedi sárga, Mindszentpusztai sárga stb.), 38,5%-án pedig fajtahibridek (pl. Óvári 5-ös) vetőmagját állították elő. A 37.710 tonna fémzárolt kukorica vetőmagvak 45,6%-át a hazai előállítású hibridkukorica tette ki, ezen kívül ekkor még nagy mennyiségben (42,1%) nem igazolt fajtájú (kereskedelmi) kukorica került fémzárolásra, melynek zöme exportra került.

1964-ben a vetőmagszaporító terület (25.717 ha) 1 százalékán alapanyagok vetőmagját, 90,3%-án HF1 vetőmagot és 8,7 százalékán szabadon elvirágzó fajták vetőmagját termelték meg. Ekkor már a fémzárolt kukorica vetőmag mennyisége megközelítette az 50.000 tonnát.

1968. év ismét fordulópontot jelentett a hibridkukorica vetőmagelőállítás terén. A gazdaságok jelentős része ugyanis elérte azt az agrotechnikai szintet, ahol a nagyon igényes és érzékeny, de az intenzív körülményeket nagy terméshozammal megháláló egyszeres keresztezésű hibridkukoricák árutermelése gazdaságosabb lett a többszörös keresztezésű hibridkukoricák termesztésénél. 1968-ban az előző évi kedvező nagyüzemi kísérletek kedvező tapasztalatai alapján az egyszeres keresztezésű hibridkukorica előállító területek nagysága csaknem megháromszorozódott. Ebben az évben már 4.912 hektáron szaporítottak single cross (SC) hibridek vetőmagját, melyeknek csak kisebb része került alapanyagként felhasználásra. Ellentétben az előző időszakkal a termés nagy része árualap lett. 1974-ben a szaporító területnek már 58 százalékán, 20.992 hektáron SC hibridkukorica fajták vetőmagját termelték meg.

Dicső múlt (1974–1989)

1974. évtől kezdődően a szaporító terület már meghaladta a 35.000 hektárt. Ebben az évben már nem szaporítottak szabad elvirágzású fajta vetőmagját. A termésből 5005 db tételt fémzároltak 66.142 tonna mennyiségben. Ebből export célú 23.523 tonna volt.

A vetőmagszaporító területek egészen 1988-ig növekedtek, A legnagyobb kukorica vetőmagelőállító terület 1988-ban 65.488 ha volt.

A fémzárolt vetőmag mennyisége is emelkedő tendenciát mutatott. 1979 és 1989 évek közötti időszakban a fémzárolt vetőmag mennyisége meghaladta a 100.000 tonnát. Egyedül 1984-ben a kedvezőtlen időjárási (aszály, stb.) viszonyok miatt jelentősen, 76.744 tonnára esett vissza a fémzárolt mennyiség. 1985 és 1989. évek között ismét emelkedett, 116.761 tonna és 148.418 tonna között volt. A rekord mennyiségek a KGST országokból megnyilvánuló jelentős vetőmagkeresletnek volt köszönhető. A kukori-

ca vetőmag-export 1980 és 1989 között rendkívülien megemelkedett, 54.481 tonna és 93.065 tonna között alakult. A vetőmag-export aránya 1980-as évek közepére a belföldön felhasznált vetőmag kétszeresét is elérte. Jelentősen megnőtt az OECD tagországokba (főleg Nyugat-Európa) kiszállított vetőmag mennyisége is, 1987-ben az export 23 százaléka OECD címkével került fémzárolásra.

Visszaesés, majd stabilizálódás (1990–2004)

1990-től a keleti export beszűkülése (szocialista országok megszűnése) miatt a vetőmag-export jelentősen lecsökkent. Az 1996. év tavaszán elmaradó FÁK export kiesése miatt kb. 50.000 tonna eladatlan vetőmagkészletek okozták a történelmi 1996. évi területi visszaesést, az 1957-es területi nagyságra esett vissza a hibridkukorica vetőmagelőállítás.

A vetőmagszaporító terület nagysága az 1996. évi 16.568 ha-os mélypontról 25.000-30.000 hektár körüli nagyságon stabilizálódott a rákövetkező években. A 90-es évek év eredményei azt mutatják, hogy az export meghatározó része az Európai Unióba került kiszállításra. A növekedés mellett azonban mélyreható változások is végbementek. A régi exportpiacok megszűntek, a vetőmag termeltetési és értékesítési struktúrák teljesen átalakultak, a birtokszerkezet és a mezőgazdasági tulajdonviszonyok gyökeres megváltoztak.

A változás és folyamatos megújulás része a hibridkukorica vetőmagtermelés mindennapjainak. A hatékonyság és termelékenység növelése volt a cél akkor is, amikor 90-es évek elején megindult a feldolgozó üzemi kapacitások átstrukturálódása és akkor is, amikor meghatározó magyarországi vetőmagtermelő vállalatok saját vetőmagüzemi háttér kialakításába kezdtek. Figyelembe véve azt, hogy a vetőmagtermelés a megtermelt vetőmag értékesítésével indul, a vetőmagpiacon megfigyelhető forgalmazási rendszerek átalakulása és modernizálódása is ennek a folyamatnak a része.

A vetőmagelőállítás szántóföldi gyakorlati végrehajtásában is sok új, szakmailag kihívásként értékelhető módszer került bevezetésre. A jó minőségű, nagyobb termések olcsóbban történő előállítása sarkalta a nemesítőket és a vetőmagelőállítókat arra, hogy számos természetstechnológiai újítást honosítsanak meg Magyarországon. A keresztezéses hibridkukorica vetőmagelőállítások nettó területét megnövelő vetési módzatok (ún. 0 apás vetés), a nem genetikailag módosított gyomirtószer rezisztens hibridek termesztése, a címerezési munkák költségeit csökkentő hímsteril hibridkukorica vonalak alkalmazása, vagy a címerező gépek használata mind ennek az előrehaladó szakmai fejlődésnek apró lépései.

Az 2000-2004-ig terjedő évek azt mutatják, hogy évi 4-5%-os területnövekedés jellemzi a fejlődő vetőmagtermelő vállalatokat. 2004-ben a vetőmagelőállító terület nagysága meghaladta a 29.500 hektárt.

EU csatlakozás

A kukorica vetőmagelőállító területe hasonlóan a kalászos növényekhez 2004. év óta csökkent egészen 2007. évig. A 2004. évi 28.287,5 hektár szaporító terület 2005-ben 25.596,7 ha-ra csökkent, 2006-ban pedig már csak 19.491,2 hektár kukorica vetőmagelőállító terület került szántóföldi ellenőrzésre és minősítésre. A nagymértékű csökkenés

egyik oka, hogy a 2004-2006. év közötti évek kukoricára kedvező időjárása kiemelkedő terméseket eredményeztek egész Európában. Nagy készletek halmozódtak fel árukukoricából és vetőmagból is. A kukorica árutermő területe kissé visszaesett, az igény kukorica vetőmagra lecsökkent, így jelentősebb eladatlan készlet halmozódott fel a vetőmagelőállítóknál. Másik oka, hogy cégfúzió után a fúzióra került egyik nagy vetőmagelőállítói múlttal rendelkező külföldi nemesítő cég fajtáinak szaporítása gyakorlatilag megszűnt Magyarországon.

2007. évre azonban már a vetőmagkészletek elfogytak, és a tavalyi rendkívüli aszály miatt a 2007. évi területnövekedés ellenére 2008. év tavaszán egyes fajták esetén vetőmaghiány volt Magyarországon.

Fenti okok és a multinacionális cégek Kelet-Európai piaci térnyerésük miatt tovább növekedett a szaporító terület 2008-ban. Idén már 26.225 ha hektár szántóföldi ellenőrzését végeztük el. Szemle tapasztalataink alapján kijelenthető, hogy az átlagosnál nagyobb vetőmagtermés várható idén. (kb. 3-3,5 tonna/ha a becsült májusi morszolt vetőmagtermés) Ezt a szép eredményt csökkenheti az a tény, hogy az augusztusi és szeptemberi csapadékszegény időjárás miatt a nagy lehet a pergesi szemvesztés és betakarítás, valamint a fosztás során.

Az elmúlt 4 évben a fémzárolt mennyiség 55-65% került export értékesítésre OECD vagy nemzetcsikos hatósági címkével. Az orosz és ukrán piacok miatt ezen mennyiségek részaránya várhatóan nőni fog a jövőben.

2007-ben a Nemzeti Fajtajegyzéken szereplő 423 fajtából csak 106 hibrid fajtát szaporítottak. Ebből 20 államilag elismert fajta steril változatát is szaporították. Ezen kívül 168 hibrid fajtát szaporítottak a Községi Fajtakatalóguson, OECD Fajtajegyzéken illetve egyéb 3. ország fajtajegyzékein szereplő fajtáiból.

A nagy termés miatt vetőmaghiány nem várható kukorica vetőmagból jövő év tavaszán.

Jövő

Az export lehetőségek bővülése miatt várhatóan növekedni fog a hibridkukorica vetőmagelőállító terület, azonban a sikeres vetőmagelőállítás megvalósítása nem könnyű feladat. A további bővülés feltételei között első helyeken szerepelnek az öntözhető, jó tápanyagellátottságú vetésváltásra lehetőséget biztosító földterület és a feldolgozókapacitási háttér biztosítása. A hazai kukorica vetőmagfelhasználás állandó szintje miatt a termelés bővítése a Közép- és Kelet-Európai valamint az EU eladások növelésével fokozható tovább. A termelés-növelés mellett évről-évre nagyobb hangsúlyt kap a termelésbiztonság. Az évjáráthatásokat toleráló stabil termőképességgel bíró fajta, a kártevők és kórokozók felszaporodását megakadályozó vetésváltás, az öntözhetőség, a kiegyensúlyozott tápanyagutánpótlás azok a főbb jellemzők, amiket a vetőmagtermelés tervezésénél elsődlegesen figyelembe kell venni.

Év	Szap.ter. ha	Fajták száma (db)	Táblák száma	Átlagterm. kg/ha	Összes term. (tonna)	Fémzárolás		
						Összes (tonna)	Belföld (tonna)	Export (tonna)*
1994.	42.030	324	1.002	2.160	90.735	24.800	56.284	69
1995.	32.699	289	849	2.516	82.283	29.525	59.028	67
1996.	16.568	245	514	2.713	44.954	29.958	44.560	60
1997.	19.262	238	511	2.903	54.392	32.804	51.545	61
1998.	23.904	288	626	3.480	81.929	27.485	40.590	59
1999.	25.912	309	731	3.952	96.007	29.171	50.090	63
2000.	24.836	306	718	2.223	54.394	35.118	44.384	55
2001.	29.017	369	842	3.793	108.741	22.348	32.471	59
2002.	30.420	418	947	2.826	83.645	36.362	30.184	45
2003.	27.126	384	915	2.613	70.296	31.353	43.469	58
2004.	28.287	373	1.021	3.607	101.284	24.212	45.660	65
2005.	25.597	390	1.023	3.907	99.257	37.554	40.880	52
2006.	19.491	277	837	2.857	55.311	38.065	46.781	55
2007.	22.851	330	786	2.142	47.075	37.224	40.613	52

* Az export célú fémzárolás nem jelent egyidejűleg tényleges export értékesülést

1. sz. táblázat Kukorica vetőmag előállítás 1994-2007

A martonvásári nemesítés és a hazai fajtaregisztráció történetének kapcsolata az elmúlt 60 évben

Csapó József

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóság
Szántóföldi Növények Fajtakísérleti Osztály
1024 Budapest, Keleti K.u.24.
e-mail: csapoj@nebih.gov.hu

A fajtakísérletek jelenlegi vizsgálati rendszereinek és módszertanának bemutatása

Jelenleg Magyarországon a növényfajták állami elismerését a 2003. évi LII. törvény „A növényfajták állami elismeréséről, a szaporító-anyagok előállításáról és forgalomba hozataláról”; valamint annak végrehajtásáról szóló 40/2004. (IV.7.) FVM rendelet szabályozza. A növényfajták állami elismeréséhez és a növényfajta-oltalom megszerzéséhez szükséges kísérleti vizsgálatokat – a Fajtaminősítő Bizottság által jóváhagyott módszertan szerint – a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal végzi.

A növény-fajtakísérletezés 1950-es években kialakított és a kukoricanevelés eredményeinek hatására is módosított módszertani változások, a következők szerint alakultak a fajtakísérletekben.

A jelenleg hatályos metodika legutolsó nagyszabású reformjára 2005-2006-os esztendőben, az Unió csatlakozást követően került sor, minek következtében az 53/2002/EC Tanácsi Irányelv *a szántóföldi növényfajták közös katalógusáról* alapján hazánk a 87 állami elismerésre kötelezett növényfajra vonatkozólag egy egységes módszertan dolgozott ki, mely szerint végezzük ma a vizsgálatokat és melynek a felépítése a következő fejezetekre tagozódik:

1. Bevezetés
2. Általános rész
3. Gazdasági értékvizsgálatok gyakorlati végrehajtása
4. Gazdasági érték megállapítása
5. Előterjesztés feltételei
6. Standardok használata
7. Tájékoztatás, adatközlés
8. Kísérlet elbírálása
9. DUS vizsgálatok
10. Előterjesztés feltételei és tartalma
11. NÉBIH nemzetközi tájékoztatási kötelezettsége

A tizenegy fejezetből hét általános, három konkrétan gazdasági értékvizsgálathoz kötött (3,4,6), míg egy fejezet (9) pedig a DUS vizsgálatokat foglalja magába.

DUS vizsgálatok során mindenekelőtt a fogalom meghatározása lényeges, mely egy angol mozaikszó kezdőbetűinek rövidítése. Eszerint egy fajta megkülönböztethető (Distinctness), ha minden más fajtától, amelynek létezése a bejelentés időpontjában közismert, egyértelműen, következétesen és világosan megkülönböztethető; egyöntetű (Uniformity), ha az elűtő növényegyedeinek száma nem haladja meg az előírt határértéket; míg az állandóság (Stability) esetén döntési alapelv, hogy amelyik fajta a DUS vizsgálat során egyöntetű, az állandónak tekinthető. Ezt a fajtafenntartótól később bekért vetőmagnak, az etalon vetőmaggal történő összehasonlításával ellenőrizzük le.

DUS vizsgálatokat 2 helyen (fő és tartalék) állítjuk be. Attól függően, hogy a DUS vizsgálatok lefolytatásához milyen vizsgálati irányelvet használunk három fő csoportba sorolhatók a vizsgálatok.

UPOV vizsgálati irányelv szerint vizsgáljuk azon fajokat, melyekre az Új Növényfajták Védelmének Nemzetközi Szervezete (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) dolgozott ki DUS vizsgálati módszertant. Jelenleg 35 fajra van ilyen irányelv, többek közt a takarmányfű és a pillangós fajok nagy része.

CPVO vizsgálati irányelv szerint vizsgáljuk azon fajokat, melyekre a Közösségi Növényfajta Hivatal (Community Plant Variety Office) dolgozott ki DUS vizsgálati módszertant. Jelenleg 21 fajra van ilyen irányelv kidolgozva, elsősorban a nagyobb gazdasági jelentőséggel bíró gabonafélékre és olajos növényfajokra.

Harmadik csoportba tartoznak azon fajok, melyek DUS vizsgálatára a fent említett két szervezett által nem készült irányelv, ezeknél a NÉBIH és jogelődjei által kidolgozott Nemzeti Irányelv van érvényben pl. mohar.

A vizsgálatok másik nagy csoportját alkotják a gazdasági értékvizsgálatok (GÉV, teljesítményvizsgálatok), melyek a DUS vizsgálatok mellett, az állami elismerés (nélkülözhetetlen) feltételei a gazdaságilag meghatározó növényfajok esetében. Teljesítmény vizsgálati helyek száma a gazdasági értéktől függően 4-8 helyen kerül beállításra, melyből minimum 3-4 hely értékelhető kell, hogy legyen.

A fajtakísérletek végzése során a fajtajelölteknek azonos feltételeket akarunk biztosítani, ugyanakkor a kísérletek 2-3 éven át történő folytatása és a különböző földrajzi elhelyezésének célja az, hogy a fajtakülönbségeket, az értékkülönbségeket ellentétes környezeti tényezők hatása alatt figyelhessük meg.

Kukorica esetében a következő felvételezések, mérések és agrotechnikai megfigyelések kerülnek felvételezésre, melyek meghatározzák az egyes fajtajelöltek elismerését:

- *Vetési idő*: Az a nap, amikor a kísérlet vetése megtörtént.
- *Kelés napja*: Az a nap, amikor az állomány 50%-a kikelt.
- *Kezdeti fejlődés erőssége*: Kezdeti fejlődés erőssége (6-8 leveles állapotban felvételezve).
- *A kikelt tőszám megállapítása*: Az I., II., III. és IV. ismétlés 2. és 3. sorában, a kelés befejezését követően.
- *Nővirágzás ideje vetéstől*: Az a nap, amikor az I., II, III és IV. ismétlés 2. és 3. sorában a növények 50%-án 2–3 cm nagyságú bibe látható.
- *Felszáradás mértéke*: a betakarítás előtt (csak silónál), 1 – 5 skálán, ahol 5 a legkevésbé száradó.
- *Szárszilárdági hiba %*: betakarításkor, minden ismétlés 2. 3. sorában számolva kell megállapítani, külön a 45°-nál jobban megdőlt és többől kidőlt tövek száma, külön a cső alatt letört tövek száma.

- *Szemes kukorica nedvesség mérései:*
 - » Nővirágzást követő 6. hét hétfőjén kezdődik, hetente ismételve;
 - » Szuperkorai éréscsoport esetén a nővirágzást követő 4. hét hétfőjén kezdődik, hetente ismételve;
 - » Amikor a Standardok átlaga eléri a 25%-os szemnedvességet az I. és III. ismétlés 1. sorában az összes fajtajelölt esetében megmérjük a szemnedvességet;
 - » Amikor a Standardok átlaga eléri a 20%-os szemnedvességet az I. és III. ismétlés 1. sorában az összes fajtajelölt esetében megmérjük a szemnedvességet (amennyiben közben nem történik meg a betakarítás);
 - » Szemnedvesség megmérése betakarításkor.
 - » Silókukorica nedvesség mérései:
 - » A nővirágzás idejét a szemesnél leírt módon határozzuk meg.
 - » Silókukorica esetében, a betakarítást a teljes növény 30-35%-os szárazanyag tartalmánál kezdjük meg és a teljes növény nedvességtartalmát nézzük.
 - » Betakarítás után a kísérlet megmaradt első és negyedik sorából a szemeshez hasonló módon történik a nedvességtartalom meghatározás, a standardok 30%-os szemnedvesség tartalmánál.
 - » Ezek együttese határozza meg az adott silófajta FAO számát.
- *Termésmennyiség:* a 2. és 3. sorok betakarításából származó nyers termés tömege.
- *Növénykórtani megfigyelések:* Két kötelezően és két esetlegesen vizsgált növénykórtani megfigyelést végzünk.
 - » Kötelezően vizsgált a kukorica fuzáriumos csőpenészedése (*Fusarium ssp.*) és a kukorica gyökér- és szártő korhadása (*Fusarium ssp.*), melyeket a provokációs és a teljesítmény kísérletekben egyaránt felvételezzük.
 - » Az esetlegesen vizsgált, azaz fertőzés esetén fellépő golyvásüszög (*Ustilago maydis*) és kukorica csíkos mozaik (*Maize dwarf mosaic potyvirus*) esetében a teljesítménykísérleti tapasztalatokra hagyatkozunk.

Az MTA ATK fajtabejelentéseinek és állami elismeréseinek alakulása 1953-2013 között

60 évvel ezelőtt, 1953-ban – Hivatalunk akkori jogelődje által – ritka kitüntetésnek számító állami törzskönyvezésben részesült Martonvásári 5 néven az első beltenyésztéses kukorica hibrid és ezzel a Martonvásári Intézet Európában elsőként nemesített hibrid kukoricát.

Dr. Pap Endre által előállított Martonvásári 5 hibrid kiemelkedő teljesítményét követően az MTA Agrártudományi Kutatóközpont jogelődjeinek nemesítési tenyészkertjeiben az elmúlt évtizedek során több száz újabb kukorica fajtát és hibridet állítottak elő, valamint a kalászos növényfajok széles skáláján alkottak a termelő gazdák számára, nagy hasznot eredményező új fajtaikat. Martonvásár kukorica bejelentései már a kezdettől folyamatosnak mondhatók, de attól függően, hogy ezen túlmenően mely fajokból tett a Kutatóintézet bejelentést, az elmúlt 60 év nagyjából négy különböző hosszúságú időperiódusra osztható.

Az első szakasz az 1953-tól 1966-ig terjedő 14 éves időszak. Erre jellemző, hogy a kukorica bejelentések mellett főleg tavaszi árpa bejelentésekkel találkozhatunk, valamint ebben az időszakban már volt 1-1 őszi búza és lucerna bejelentés is. Másik érdekes-

ség, hogy ennek a periódusnak két évében, 1953-ban és 1959-ben, a sörárpa mellett, egy másik ipari növényfajból, lenből is volt bejelentés, igaz regisztrálásukra nem került sor. Ebben az időszakban a bejelentésszám mérsékelt maradt, kukorica esetében volt csupán 1959-ben tíz feletti, (16 darab), míg három évben (1956, 1962, 1964) tíz közeli értéket ért el.

A második, mely időtartamát tekintve a leghosszabb szakasz, az 1967-től 1993-ig tartó 27 esztendő-t öleli fel, ennek két fő jellemzője volt. A kukorica bejelentések száma tovább növekedett, a hátralevő 60-as évek mindegyikében tíz fölötti volt. 1974-től 1979-ig is magasabb érték jellemezte, majd egy kisebb stagnálás után a 80-as évek végére, 90-es évek elejére szintén tíz fölé emelkedett a bejelentések nagysága. Külön kiemelendő az 1988-as év, amikor a martonvásári nemesítés áldásos tevékenységének köszönhetően a kukorica bejelentések száma 21 fajtára nőtt, a 60 év során ez éves bejelentésszám volt a legmagasabb, a búza bejelentésekkel együtt pedig a harmincas nagyságrendet is átlépte.

Ennek a szakasznak a másik szembetűnő jelensége, hogy a kukorica mellett, a gazdasági szempontból legjelentősebb kalászos gabonánk, az őszi búza nemesítése is nagy léptekben megindult, ami a 70-es évektől történő állandó bejelentésszámmal jól mérhető. 1978-ra az őszi búza bejelentése is elérte a tízes nagyságot, majd a kukoricához hasonlóan, a 80-as évek eleji stagnálást követően, az 1985-1991 közötti hét esztendőből ötben mindig tíz fölött is maradt. Őszi és tavaszi árpa nagyszámú fajta bejelentés a 70-es évek nagy részében és a 80-as évek elején, 1984-ig 1-3 közötti fajtaszám nagyságrendben volt jelen, ezt követően az árpa nemesítési program leállt.

Az 1994-2008 közötti tizenöt év két új faj bejelentésének a megjelenésével fémjelvezhető. 1994-ben voltak az első durumbúza bejelentései a Martonvásári Kutatóknak, melyekből újabb bejelentések a mai napig érkeznek igazgatóságunkhoz. 2000-től pedig a zab nemesítését követően találkozhatunk regisztrációs kérelmekkel.

Ennek a harmadik szakasznak másik jellemvonása, hogy kukoricából hat egymást követő évben – az Európai Unió csatlakozásunkat megelőző és közvetlenül azt követő években (2001-2006) – a bejelentések száma 12-18 közötti értéket képviselt. Továbbá 1998-ban Martonvásár eddigi történetében a legnagyobb mértékű, 27 fajta bejelentése történt meg őszi búzából.

Az utolsó öt év, mely a negyedik szakaszát alkotja a bejelentési periódusnak, három új, új, új. reformfaj megjelenése jellemzi. Két-két évben volt tönköly, illetve alakor búza bejelentés, valamint egy évben tritikálé is szerepelt az állami elismerésre beadott kérelmekben. Ebben az öt évben őszi búzából továbbra is tíz közeli maradt a bejelentések száma, míg kukoricából 2010-2012 közötti három évben a tízes nagyságot szintén meghaladta. Intenzív tevékenység mutatkozik durumbúzából, zabból, valamint sikeres honosítások őszi- és tavaszi árpából egyaránt.

Míg a bejelentések száma az intézet munkájának sikerességét tükrözi, addig az állami elismerésben részesített fajták, hibridek száma az országos termesztésre, forgalmazásra való jogot adja meg. Ennek nagyságrendjét részben a bejelentések mennyisége, másrészt az ebből előremutató nemesítő tevékenységgel előállított fajták mennyisége határozza meg. Az állami elismerések számát és a fajtaregisztrálást tekintve az elmúlt 60 évre a következő jellemvonások mondhatók el az MTA Agrártudományi Kutatóval kapcsolatban.

1953-ban a Martonvásári 5 nevű kukorica hibrid regisztrációját az 1960-as évek végéig 13 további kukorica hibrid követte. Ennek a korszaknak jelentős sikere, hogy 1955-ben az MFD 104 tavaszi sörárpa állami törzskönyvezést kapott.

1970-től egy látványos áttörés ment végbe a regisztrációk számának tekintetében, mert ezt követően – két évet leszámítva – a Martonvásári Kutatóintézet minden esztendőben kapott állami elismerő oklevelet.

1971 volt az az év, amikor a kukorica fajta-regisztráció mellett, Martonvásári 1 néven elismerést kapott az első őszi búza, ezt követte a Martonvásári 2 és a Martonvásári 3, majd 1974-ben a Martonvásári 4, amely már komoly piaci sikereket is elért.

1975-ben a Martonvásári 35 névre keresztelt őszi árpával megindult ennek a fajnak a regisztrációja is.

A következő húsz esztendőben a regisztráltak száma nem haladta meg az évenkénti ötöt, kivéve a 1978-as és 1982-es éveket, de amennyiben volt a Kutatóintézetnek regisztrációja akkor abban kukorica mindig szerepelt. Érdekesség, hogy ez alól a fent említett 1982-es esztendő jelent kivételt, amikor a 6 fajtaelismerést – kukorica hiányában – 2 őszi árpa és 4 őszi búza faj regisztrálása jelentette.

1993-tól az elmúlt 20 évben az Intézet évenkénti elismeréseinek száma tovább nőtt, mindig meghaladta az ötöt, sőt a csatlakozás előtti és utáni években a tízes nagyságrendet is átlépte. Volt olyan év, amikor a kukorica elismerés dominált messzemenően (2005-2006), melyből csak az EU csatlakozást követő esztendőben 14 martonvásári kukorica hibrid került fel a Nemzeti Fajtajegyzékre és ekkor már automatikusan az Unió Közösségi Fajtakatalógusára is. A 2000-es évek martonvásári nemesítéséből származó búzafajták mennyiségben igen meghatározóak voltak, mert az ezredforduló óta eltelt évek során 47 őszi búzával gyarapodott a Fajtajegyzéken található búzák száma.

Első durumbúza regisztrációk a Martondur1 és Martondur2 1996-ban kaptak elismerést, míg az első tavaszi zab az Mv Pehely elismerésére 2006-ig kellett várni, de az ezt követő évben Mv Hópehely néven már az első őszi zab is regisztrálásra került, melyet ma standard-fajtaként használunk a minősítő kísérleteinkben. Jelenleg mindkét fajból 3-3- regisztrált fajtája van Martonvásárnak, durumbúzái: Mv Hundur, Mv Makaróni és az Mv Pennedur, míg a fent említett két zabon kívül az Mv Deres őszi zabot ismerte el hivatalunk 2011-ben.

2008-ban két újabb martonvásári nemesítésű faj tarkította a Nemzeti Fajtajegyzéket, az Mv Alkor néven elismert alakor és az Mv Hegyes néven regisztrált tönkebúza. Mv Sámán névvel került fel a Nemzeti Fajtajegyzékre 2012-ben az első martonvásári nemesítésű tritikálé, mely jó eredményeinek köszönhetően rögtön a próbastandard kategóriát is képviseli kísérleteinkben.

A martonvásári nemesítésű hibridek és fajták jó szereplését mutatja, hogy a hivatalos szántóföldi növények fajtakísérletekben összehasonlító, standardként is alkalmazzuk őket, ami a későbbi fajtaelismerések mérföldkővét jelenti.

A fent említett fajokon túl, őszi búzából az Mv Kikelet a korai csoportban, míg az Mv Verbunkos javító búza kategóriában standard, de már a genetikai előrehaladás érdekében az Mv Kolot, mint próbastandardot tesztljük, a jövőbeni javító búza összehasonlító fajtaként történő alkalmazásához.

Kukoricából elsősorban a silókukoricák területén van lehetőségünk igen széles érés-idő tartományban martonvásári nemesítésű összehasonlító hibridekhez fordulnunk, ilyen a korai csoportban az Mv 241, illetve a késői csoportban az Mv Massil.

Jelenleg a hazai Nemzeti Fajtajegyzéken mindösszesen 3753 fajta szerepel hét hasznosítási célcsoportban. Ebből a szántóföldi növények fajtainak száma 1598, ami a teljes mennyiség 42%-a. Tovább elemezve a számokat a teljes szántóföldi fajtaszámnak kerekén az egyharmada 534 fajta hazai nemesítésű.

A hazai növénytermesztés teljes szántóterületének nagyjából a felén, 2,3 millió ha-on két növényfaj, a kukorica és az őszi búza osztozik. Erre a területre hazai fajtajegyzék 2013-ban 406 kukorica hibridet és 159 őszi búza fajtát és hibridet ajánl a termelő gazdák részére. Kukorica esetében a martonvásári nemesítésű hibridek száma 53, ami a jegyzéken szereplő fajtaszámnak a 13%-a, míg búza esetében a 37 martonvásári nemesítés a teljes szortiment 23%-át adja. Összességében ezek a számuk magukért beszélve egyértelműsítik, hogy az MTA ATK a hazai nemesítés egyik fellegváraivá nőtte ki magát az elmúlt 60 év nemesítési munkálatai során, melynek egy jelentős alapköve volt az 1953-ban létrehozott Martonvásári 5.

Fragmensek a kukorica mitológiából

Jolánkai Márton, Farkas Ildikó, Pósa Barnabás, Tarnawa Ákos

Szent István Egyetem

Növénytermesztési Intézet

2103 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

e-mail: jolankai.marton@mkk.szie.hu

Győrffy Béla (1928-2002) nevéhez fűződik a modern kukorica termesztési technológiák megalapozása. Tartamkísérleteket hozott létre a tápanyagellátás, a növényállomány, a gyomszabályozás és a vetésváltás tanulmányozására. Úttörője volt az integrált gyomszabályozás bevezetésének, számos herbicid és gyomirtási eljárás megalkotásában vett részt. Talajművelési kutatási eredményei nemzetközileg is elismertek. A kukoricát maga is piedesztálra helyezte. „Szent növény” - mondogatta sokszor tréfásan – *„hiszen a szőlő, meg a birka is szerepel a bibliában, a kukoricának azonban egy egész mitológia jutott. Egész sereg isten viseli gondját, - így hát nem is lehet más növényvel egy kalap alá venni”*. Nem haszontalan tehát, ha röviden áttekintjük a kukorica mitológiáját.

Az élelmiszer, az alapvető táplálék tisztelete egyidős az emberiséggel. Valószínűleg nincsen egyetlen történelmi kor, egyetlen vallás, vagy filozófia sem, amelyben ne állítanak piedesztálra mindennapi kenyerünket. A zsidó-keresztény kultúra élelmiszerek egész sorát ruházta fel vallási attribútumokkal: ilyen a bárány, a hal, a szőlő és a bor, az égből hullott manna, az elsőszülöttséget is megérő lencse, de rituális jelentősége van a kenyérnek is, lett légyen az a kovásztalan kenyér, a pászka, avagy az árpakenyér, amelyhez a csodás bibliai kenyérszaporítás története fűződik. Emberek milliárdjai fohászkodnak naponta mindennapi kenyérünkért: „Panem nostrum quotidianum da nobis hodie”.

Nos, ennek a kenyérnek azután bármiből is készül, lényege, hogy valamely gabona-növényünk természetének megőrölt lisztje képezi alapját. Magyarországon, ha kenyérré gondolunk, azt mindenkor a búzával társítjuk. De hát ahány ország, annyi féle gabonáról lehet szó. A közép- és dél-amerikai népek szent növénye a kukorica. Ez a növény lényegében a teljes mezőgazdasági-élelmiszeri vertikum egyik alapköve, nem csak hazánkban, de a világ legtöbb országában is. A kukorica emellett nem csak gazdasági szerepe, de társadalmi, - sőt sok tekintetben kultikus jelentősége miatt is egyedülálló növény. Mexikóban például egész mitológia kapcsolódik hozzá. Hasonlatosan a görög mitológiához, itt is egy egész „olympus” vigyázza a kukorica sorsát.

A mexikói azték teremtésmítosz a világ teremtésének történetében külön passzust szentel a kukoricának. „Amikor az istenek meg akarták ajándékozni az embert, először arra gondoltak, hogy neki adják a napot. De meggondolták magukat. Azután arra gondoltak, hogy neki adják a szelet. De azt sem adták oda. Végül meg akarták ajándékozni a vízzel. De azt is sajnálták. Akkor Tlazolteotl földanya azt mondta: adjuk az embernek a kukoricát, mert az megőrzi neki a napot, a szelet és a vizet is.” Érdekes ez a mitológiai fragmens. Tlazolteotl földanya lényegében a görög mitológiai Gaia szerepét tölti be. Ugyanakkor több más funkciója is van; ő termékenység istennője is, valamint a szexualitásé, beleértve a házasságtörést is, sőt, a tisztaságé és a takarításé is. Az 1. ábrát tanulmányozva földanyánk inkább egyfajta szörnyecskének látszik, amit nem nagyon szépít meg ékszerzettsége sem. A fülébe szerkesztett kősöntyű, az orrában viselt lópatkónyi piercing, avagy a fejéből kikandikáló raszta lófarokszerűség még napjaink polgárpukkasztó tinédzserei körében sem valószínűsítene szexuális szerepkörét. Azért a nő örök; a poncsó alól kikandikáló kebel két-

ségtelenné teszi női mivoltát. A kukorica leírása azonban egy dolgot kétségtelenné tesz; a mexikói agrárium korabeli művelői felismerték, hogy a kukorica más növényekhez képest értékesebb, nagyobb termőképességű, és azt is, hogy ennek eléréséhez megfelelő klimatikus körülményekre van szükség.

A kukorica életciklusát igen nagyszámú istenség őrzi. A 2. ábra ezek közül mutat be néhányat. Két csoportba lehet őket sorolni, csakúgy mint az ókori görög mitológia isteneit; egy részük egy családba, vagy legalábbis rokonsági körbe tartozik, míg másik részük független isten. A sajátosan feslett életű Tlazolteotl földanya házatájáról négy kukoricaistent jegyez fel a mitológia; fia, leánya, menyee és unokája egyaránt feladatot kapott a kukorica életében. Cinteotl a fiúisten a kukorica növény fejlődésének felelőse. A prekolumbián időkben a jó termés érdekében még szüzek felvonulására is sor került, akik közül évente egyet fel is áldoztak a jó termés érdekében. A későbbiekben ez általában áldozati élelmiszer ajándékok felajánlására korlátozódott. Fe-



1. ábra. Tlazolteotl földanya

lesége Xochiquetzal a virágzó kukoricát szimbolizálja. Egyéb szerepkörében ő is egy termékenység-istennő, anyósával ellentétben ő testesíti meg a szépséget és a szerelmet is. Érdekessége, hogy a virágzó kukoricának Európában számos szláv területen is van pandantja, - királylánynak, vagy hercegnőnek nevezik. A virág, vagyis a korona nem más, mint a kukorica címere. Úgy látszik, hogy a szexualitás terén eléggé tapasztalt, nem nagyon szégyenlős azték felmenők nem realizálták, hogy a címer egy hímvirágzat. Chicomecoatl kukorica istennő, a földanya leánya viszont már egyértelműen a termés, az élelem istene. Feladata, hogy biztosítsa az emberek táplálékát, elűzze az éhínséget. Az ő leánya, vagyis a földanya unokája Xilonen az ifjú kukorica anya. Némelyik valósi értelmezés szerint ő nem is Chicomecoatl leánya, hanem csak annak gyermekkori előképe. Lényegében a név eredete a hajra utal, vagyis a bibeszálak kötegére. Az európai kultúrkörben ennek is számos elnevezése van: haj, selyem, fonál, vagy akár a magyar bajusz elnevezés.

A független istenek is számosak, szinte majdnem mindegyik mexikói istennek van valami köze a kukoricához is. A három legfontosabbat mindenképpen ki kell emelni. Macuilxochitl egy valóságos machó. Rangja szerint ő lenne a beporzott kukoricavirág, vagyis a már megcsövesedett kukorica istene. A meglepetés az, hogy ő egy férfi isten. A férfias férfi. Persze talán nem is meglepő. Hiszen, ha a hímvirágzatot női attribútumokkal ruházta fel az azték legenda, akkor miért ne lehetne a termés hímmemű. Végülis felfogható egy kukoricacső akár valamilyen fallikus szimbólumnak is. Természetesen, mint minden mexikói istennek, neki is több funkciója volt. Machó jellegéből fakadóan ő volt még a szerencsejáték, a tánc, és a zene istene is.

Xochipilli neve talán nem annyira közismert, ennek ellenére minden bizonnyal ő világszerte a legismertebb kukoricaisten. Hivatalos elnevezése: virág herceg. Nem is biztos, hogy a függetlenek közé tartozik, mert egyes olvasatok szerint Xochiquetzal

ikertestvére, tehát ő is a földanya leszármazottja lenne. Más értelmezések szerint, ő lenne Macuilxochitl, a machó fiatalkori alakja. Mindezek ellenére nem másért lett ő a legismertebb mexikói kukoricaisten, mint a mexikói olimpia miatt. Az idősebbek még emlékezhetnek rá, hogy a mexikói olimpiai játékoknak számos „hivatalos” jelképe volt. Csak néhány az ismertebbek közül: a sombrero s pasas, a chilipaprika, és a zöld, izmos kukorica ifjanc, vagyis Xochipilli. Valójában ő a mexikói agrárium istene, de ő is jegyzi a zenét és a táncot, valamint a nyarat és a jólétet is.

Utoljára, de nem utolsósorban ismerkedjünk meg Tlaloccal az esőisten-nel. Tlaloc neve nem idegen számunkra, hiszen Passuth László remekműve az „Esőisten siratja Mexikót” középkorú olvasmányai közé tartozott. A roppant alapos történelmi és kultúrhistóriai ismeretek alapján megírt regény lényegében a spanyol hódítás történetét meséli el. Mindeközben nagyon szemléletes leírását adja a XV.-XVI. századi mexikói társadalomnak.

Tlaloc nem tartozik a barátságos istenek közé. Ennek persze klimatikus okai is vannak. Magyarországon, ahol az éves csapadék 5-600 mm, egy esőistent minden bizonnyal piederesztálra emelne a népesség. A vízhiány, vagy az aszály el-

kerülése, leküzdése még a mi hitéletünket is áthatja, gondoljunk például az „... add már Uram az esőt!” imádságra. De ahogy nálunk, vagy a tőlünk délebbi népek vallásaiban a poklot a tűz és a forróság jellemzi, északon, a finn nemzeti eposz a Kalevala a poklot épp ellenkezőleg az örök jég országába, Pohjolába helyezi azt. Így azután Mexikóban, amelynek szubtrópusi területein helyenként több ezer milliméter is lehet az éves csapadék nem annyira a vízhiány, mint a vízbőség okozhat problémát.

Érdekessége Tlalocnak, hogy négy inkarnációja – megjelenési formája van. Ezt az azték mitológia úgy fogalmazza meg, hogy az esőistennek van négy cserépkorsója, és ebből eregeti az emberiségre az abban rejlő minden bajját. Az első korszó természetesen maga az eső, beleértve minden lehetséges formáját. A második korszóban tárolja Tlaloc a betegségeket. Az azték mitológia külön kiemeli a golyvás üszögöt, a kukorica leglátványosabb és abban a korban szinte kivédhetetlen betegségét. Figyelemreméltó, hogy a korabeli mexikóiak felismerték, hogy a betegségek terjedését a páras, nedves körülmények elősegítik. A harmadik korszóban a jeget és a fagyot őrzi Tlaloc, míg a negyedikben magát a pusztítást; a vihart, a villámlást, a hurrikánt, az árvizet. Az esőisten hatalma nem ér véget az általa okozott bajokkal. Ő uralja a Tlalocan nevű túlvilágot, amelybe összegyűjti mindazokat az embereket, akik az ő csapásai által, így az árvíz, a villám vagy más egyéb miatt pusztultak el.

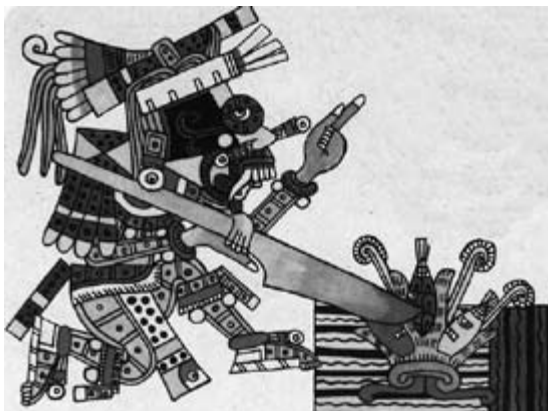
Visszatérve a kukorica mitológia kereteihez, két dolgot mindenképpen meg lehet állapítani. Az egyik a természetési módszerek és az élettani folyamatok, a fenofázisok fontosságának felismerése a korai mexikói társadalomban. A másik talán még fontosabb, - kukorica és a természet, a környezet kapcsolatának felismerése. Nem hiába eredeztetni magát a kukoricát a mítosz magától a földanyától, és az sem véletlen, hogy

Mexikói kukorica istenek	
TLAZOLTEOTL (földanya)	
fia	leánya
CINTEOTL (kukorica isten)	CHICOMECOATL (kukorica istennő)
fiának felesége	unokája
XOCHIQUETZAL (kukorica virág)	XILONEN (ifjú kukorica anya)
<hr/>	
Független istenek	
MACUILXOCHITL (a beporzott kukorica virág - férfi)	
XOCHIPILLI (virág herceg)	
TLALOC (esőisten; 2. inkarnációja a golyvásüszög)	

2. ábra. Kukorica istenek

a többi isten, az egy ártó szándékú Tlaloc kivételével, rokoni szálak révén, vagy más módon Tlazoteotl földanyához köthető. Úgy gondolom, hogy ez a mitológiai gondolatmenet a ma embere számára is adhat tanulságokat. Szeressük, és egyben tiszteljük is egyik legfontosabb gabonanövényünket, és egyszersemind vele és általa is óvjuk, védjük a földanya ajándékát, az élelmet és a környezetet.

Minden legenda, hiedelem, mítosz megbecsülendő, hiszen kultúrtörténeti értékkel bír. Bármely szakmát, tudományt művelünk, fontos, hogy a természettudományos ismeretek, a technológiai tudás mellett megismerkedjünk az adott kérdéskör kultúrtörténeti vonatkozásaival is.



3. ábra. Tlaloc esőisten

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket nyilvánítják a „Kutató Kari Kiválósági Támogatás– Research Centre of Excellence- 17586-4/2013/TUDPOL” segítségével.

Irodalomjegyzék

- Graves R. (1992): Greek Myths. Amazon Publishers, London.
- Jolánkai M. (2002): Crop Production. Akaprint. Budapest
- Jolánkai M. (2010): Kukorica mitológia. Agrofórum. 21. 37. 5-6 pp.
- Jolánkai M. (2012): Győrffy Béla (1928-2002). In: Talaj-víz-növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. Ed.: Lehoczky É. MTA ATK TAKI, Budapest. 13-16 pp.
- Jolánkai M. (2013): Verba volant – scripta manent. Szent István Egyetemi Kiadó.

A fenotípus és a minőség közötti összefüggés néhány Lfy (leveles) silókukorica hibrid esetében

Pintér János¹, Francis Glenn², Pók István¹, Hadi Géza¹, Tóthné Zsuzsanna¹, Nagy Zoltán¹, Szőke Csaba¹, Spitkó Tamás¹, Berzy Tamás¹, Marton L. Csaba

¹MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály, 2462 Martonvásár, Brunszvik u.2.

²Glenn Maize France BV, 81 Rte de la chapelle de Rousse, 64290 Gan, France
e-mail: pinter.janos@agrar.mta.hu

Összefoglaló

Jelenleg a világon közel 170 millió hektáron természetesen kukoricát. Az USA és Kína a megközelítően 35-35 millió hektárjával az összes termelés 60%-át adják. A harmadik legnagyobb termelő „egység” az EU-28 tagállama, 13 millió hektárral. A termőterületre vonatkozóan ismertetett számokból (ami elsősorban szemeskukoricára vonatkozik) csak részben lehet következtetni arra, hogy ezen belül, ill. felül mekkora lehet a silókukorica aránya, területe. Az USA-ban, Kínában, Kanadában ez az arány 10-15 %-ot tesz ki, ugyanakkor az európai államok nagy szarvasmarha állománnyal rendelkező országaiban, mint pl. Franciaországban, Németországban, Hollandiában, Dániában ez az arány inkább 50% körüli, vagy annál is nagyobb (FAO, Eurostat, USDA, Indexmundi). Öröndetes tény, hogy Magyarországon az átlagosan évi 1,1 millió ha szemes kukorica mellett a növekvő szarvasmarha állomány (e növekedés elsősorban az inkább az intenzív gazdaságokra jellemző) abrakszükségletének kielégítése céljából emelkedett a silókukorica vetésterülete. Így nélkülözhetetlenné vált a nagyobb zöld- és szárazanyag tömeget produkálni tudó, kiváló minőségű silókukoricák köztermesztésbe vonása a minél nagyobb hektáronkénti tej- és húshozam előállítására céljából. A megváltozott állattartási technológia viszont új és korszerűbb silókukorica hibridek generációját igényli. Hazai körülmények között a korábbi siló- és kettős hasznosítású hibridek a FAO 300-500-as érecsportba tartoztak, de ma már több, FAO 600 feletti hibridre is igényt tartanak a termelők.

Martonvásár, mint az első európai hibridkukorica (Mv 5, 1953) előállítója a silókukorica nevelési területén is mindig élen járt a fejlesztésben. Korábban nagy volumenben exportáltunk korai tenyészidejű silóhibrid vetőmagot Németországba, Oroszországba és Lengyelországba.

Egy új genetikai anyag bevonásának eredményeként 2002-ben kapott állami elismerést Magyarországon, így Európában szintén elsőként regisztrált Lfy – leveles hibridünk a KÁMASIL.

Jelen tanulmányunkban arra próbáltunk választ kapni, hogy az alkalmazott Lfy-gén a növényenként megnövekedett levélszám következtében milyen mennyiségi és minőségi változást eredményezett az azóta összesen 7 regisztrált leveles hibridünkben. Eredményeink azt erősítették meg, hogy ezen Lfy hibridek a megnövekedett fotoszintetizáló felületüknek köszönhetően egységnyi területről nagyobb

zöld- és szárazanyag tömeget produkálnak a hasonló tenyészedjű hagyományos silóhibridekhez képest. Egyben – szintén az *Lfy*-génnek köszönhetően – további eredmény a „minőségi” előrehaladás, ami a szilázs emészthetőségének javulásában mutatkozik meg.

Bevezetés

A silókukorica egyik legfontosabb – ha keményítőértékben nem is a legnagyobb értéket képviselő – alkotó eleme a levél, mely biztosítja a kérődzők emésztéséhez nélkülözhetetlen zöldtömeget. Segítségével történik a tápanyag leghatékonyabb beépülése. A fajtamegválasztás és a termesztés technológia mellett természetesen alapvető fontosságú a teljes növény silózás kori állapota is, így annak betakarításkori frissessége, emészthető szárazanyag tartalma, rost (ADF, NDF) és lignintartalma, amik együttesen határozzák meg a szilázs erjedés utáni értékét, minőségét és hasznosulásának mértékét.

Kísérletünkben elsősorban arra kívántunk választ kapni, hogy a *Lfy* gén milyen változást eredményez a hibridek levélstruktúrájában (canopy structure), s a változás hogyan hat a termés mennyiségére, minőségére, s legfőképpen az emészthetőségre.

A kukoricaneemesítésben eddig használt „minőség javító” gének legtöbbször (mint pl. az opaque, waxi, floury, bmr) a hibrideknél egy-egy minőségi paraméter javulása mellett valamilyen agronómiai szempontból nem kívánatos változást (alacsonyabb termés, lassúbb vízleadás, betegségekre fogékonyabbá válás, szárdőlés, stb.) eredményeztek. E genetikai források szélesebb körű elterjedésének és visszaesésének többek között ez lehetett az oka. Korábban a hagyományos silókukorica neemesítés területén a neemesítők sikeresen léptek előre a termésszint növelésében, de kis előrehaladás volt jellemző a minőség, s főleg a szilázs emészthetőségének javulásában. E területen áttörést a *Lfy* hibridek köztermesztésbe vonása hozott (*Lauer és mtsai., 2001, Sanavy és mtsai., 2009, Hegyi, 2011*).

A *Lfy-1* génnek a neemesítési programokba történt bevonása – az eddigi tapasztalatok és eredmények alapján – a mennyiség és a minőség területén is biztatóbban eredményekkel kecsegtet.

A *Lfy-1* mutáns gént Robert C. Muirhead és Donald L. Shaver több, mint 30 évvel ezelőtt fedezték fel. *Shaver (1983)* első ízben számolt be arról, hogy a *Lfy* gént tartalmazó hibrideknél levélszám, ill. levélterület növekedést, csőeredési magasság csökkenést és termésnövekedést mértek. *Begna és mtsai., 1997, Modarres és mtsai., 1997a, Dwyer és mtsai. (1998) Andrews és mtsai. (2000), valamint Begna és mtsai. (2001), Sanavy és mtsai. (2009)* kísérleteikben legtöbbször arról számolt be, hogy főleg a cső feletti levélszám növekedése eredményezte a növény levélterületének, s magának a teljes biomasszájának a növekedését. Ugyanakkor megállapítást nyert az is, hogy a *Lfy* hibridek többségénél a cső alatti levélszám is több, mint a nem *Lfy* hibrideknél. Megfigyeléseik szerint rövidült a vegetatív periódus és a normál analógokhoz képest nőtt a szemtelítődés időtartama. A *Lfy*-gén által eredményezett fotoszintetizáló felület megnövekedéséről, annak számos pozitív következményeiről és hozadékaikról számos más szerző is beszámolt (*Tollenar és Dwyer, 1990, Dwyer, 1995, Modarres és mtsai., 1997b, Dijak és mtsai., 1999, Subedi and Ma, 2005, valamint Hammer és mtsai., 2009*). E szerzők is külön kiemelték, hogy a virágzás és a szemtelítődés időszakában a megnövekedett fotoszintetizáló levélfelületnek igen jelentős szerepe van a biomassza akkumulációjára. *Dwyer és mtsai. (1995)* és *Ste-*

wart és mtsai. (1997) munkájukban összehasonlították a nem-*Lfy* és a *Lfy* hibridek cső feletti canopy-struktúráját, s levélszintenként vizsgálták az oldható és és a nem oldható szénhidrátokat. Megállapítást nyert, hogy a *Lfy* hibrideknél a cső feletti levélkoronában az oldható szénhidrátok mennyisége kétszer olyan magas volt, mint a hagyományos hibridek hasonló, cső feletti levélkoronájában. Egy korábbi, 1969-es tanulmányban Perry és Caldwell azt közölték, hogy a tápanyag azon része (oldható szénhidrátok, fehérjék), melyek a levelekben vannak, ugyan olyan jól hasznosíthatók, mint a magokban (főleg keményítőként) már akkumulálódott anyagok. A *Lfy* hibridek beltartalmi paramétereit nagyon sok szerző vizsgálta. E tanulmányokban a pozitív megállapítások dominálnak a *Lfy* hibridek javára, főleg az emészthetőség hatékonyságát elősegítő beltartalmi értékeket tekintve. Azonban kevés tanulmány jelent meg arra vonatkozóan, hogy e nagy hozamot és kiváló minőséget produkáló *Lfy* hibrideket hogy is kell termesztetni, annak érdekében, hogy a bennük lévő termés és minőség „potenciál” teljes mértékben érvényesüljön. Dr. Francis Glenn, az általunk is használt *Lfy* beltenyésztett vonalak nemesítője szóbeli közlései során beszámolt arról, hogy e hibridek speciális, nagyméretű canopy levélstruktúrájának nagy szerepe van a fényenergia még hatékonyabb megkötésének (a LAI magas értéke miatt). Ezért a *Lfy* hibridek termesztésénél az árnyékolás csökkentése és minimalizálása érdekében óvatosan kell eljárni a területegységre jutó növényszám beállításával. Mivel e növények – zömmel késői tenyészidejűek révén – rendkívül magas növésűek, levélszámuk, levélterületük a hagyományos, hasonló érésidejű hibridekhez mérten jóval nagyobbak, így javasolt hektáronkénti tőszámuk 62-65 ezer tő/ha.

Anyagok és módszerek

A kísérleteket 2012-ben és 2013-ban állítottuk be a martonvásári nemesítési tenyészkertben (47°18'N, 18°46'E) 4 ismétlésben, 3 soros parcellánkon, véletlen blokk elrendezéssel, 62 ezres hektáronkénti tőszámmal. A terület talaja löszös homok alapkőzeten mészlepedékes csernozjom. A silókukorica tenyészidőszakában (április-augusztus) a 30 éves átlaghőmérséklethez (17,93 °C) viszonyítva 2012-ben 18,83 °C, 2013-ban pedig 18,33 °C volt. A tenyészidőszakra vonatkozó 30 éves csapadékátlag 54,2 mm, 2012-ben 34,2 mm, 2013-ban 34,4 mm volt. Mindkét évben 4-4 alkalommal öntöztünk, alkalmanként 20 mm-el. A hőségnapok száma a vegetációs időszakban 2012-ben 43, 2013-ban 38 volt. A 2012-es tenyészidőszak alatt mért hőösszeg 1269 °C volt, 2013-ban 1192 °C.

Levélterület méréshez az ismétlésekből a parcellák középső sorából vettünk véletlen szerűen 4-4 növényt, csak úgy, mint a silóminták beltartalmi vizsgálataihoz is. A 2012-es évben 3 martonvásári *Lfy* hibrid mellett standardként 2 nem-*Lfy* hibrid, 2013-ban pedig 3 nem *Lfy* standard és 6 martonvásári *Lfy* hibrid, valamint azok szülői komponensei szerepeltek.

Levélterület mérésre a LI-COR LI-3100C műszert használtuk. Mindkét évben a silózás géppel történt, amin 1 cm-es szecskaméret volt beállítva. A mintákat a silóérettégnek megfelelően kb. 35 %-os szárazanyag tartalomnál takarítottuk be. A beltartalmi értékeket a BRUKNER MPA NIR spektrométerrel határoztuk meg, az IGNOT kalibrációs szoftver segítségével. A minták szárítása MEMMERT/800-as szárítószekrényben történt 72 órán keresztül, 105 °C-on. Az adatok statisztikai értékelése varianciaanalízis módszerével történt az AGROBASE szoftverrel.

Eredmények és következtetések

Lfy és nem-Lfy silóhibridek fenotípusos tulajdonságainak, valamint főbb értékmérő tulajdonságainak alakulása

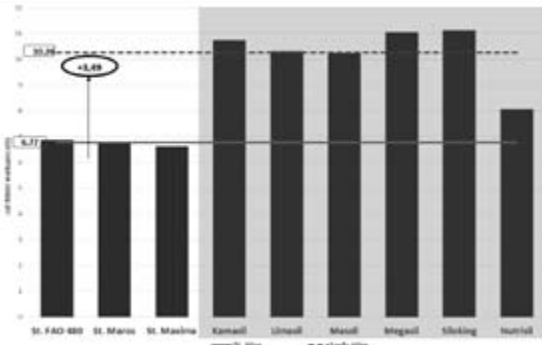
	Hibrid	Levélszám (db)		Levélterület összesen (cm ²)	Teljes zöldtömeg (t/ha)	Teljes szárazanyag hozam (t/ha)	Csőarány (%)	Teljes emészhető szárazanyag hozam (t/ha)
		cső felett	összes					
Nem Lfy	St. FAO 480	6,90	14,00	6206,75	61,85	21,48	58,42	14,49
	St. Maros	6,80	13,40	5978,00	64,54	20,90	48,28	14,33
	St. Maxima	6,60	14,50	6876,16	77,84	25,83	48,44	17,92
Lfy	Kámasil	10,80	17,10	7608,61	68,60	22,56	49,46	15,01
	Limasil	10,30	16,60	7032,45	63,28	21,99	49,84	14,62
	Massil	10,30	18,70	8329,78	79,27	25,23	43,47	16,73
	Megasil	11,10	17,90	7823,47	75,44	26,48	49,16	18,01
	Nutrisil	8,10	15,10	7908,13	78,53	24,83	52,44	16,73
	Siloking	11,10	18,30	8250,59	84,62	28,67	49,52	19,26
	Lfy mean	10,28	17,28	7825,51	74,96	24,96	48,98	16,73
	Check mean	6,77	13,97	6353,63	68,08	22,74	51,71	15,58
	CV	5,17	3,39	5,67	16,90	14,82	11,25	14,55
	SD _{5%}	0,57	0,66	503,03	14,86	4,34	6,79	2,88
St.=Standard								

1. táblázat: A levélszám, a levélterület, valamint néhány fontosabb értékmérő tulajdonság alakulása. Martonvásár, 2013

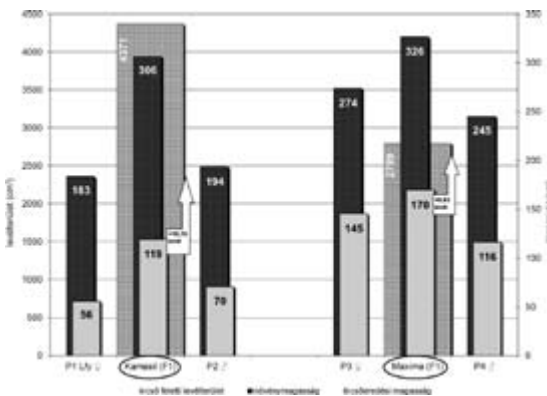
Az első kísérleti évben 3, a másodikban pedig 6 martonvásári Lfy hibridet hasonlítottunk össze. A fenológiai mérések eredményeit az 1. és a 2. táblázatban mutatjuk be. Növénymagasság tekintetében a két típus között nincs lényegi különbség. A Lfy hibridek csövei szignifikánsan alacsonyabban vannak, mint a nem Lfy hibrideké. Az adatokból egyértelműen megállapítható, hogy a leveles hibridek nagy többsége levélszám tekintetében szignifikánsan több levéllel rendelkezik a nem leveles hibridekhez viszonyítva. A cső feletti leveleket

	Hibrid	Növénymagasság (cm)	Cső eredési magasság	Levélszám cső felett (db)	Levélterület (cm ²)	
					cső felett	teljes
Nem Lfy	St. Maxima	311,22	159,03	6,75	2977,38	7067,25
	St. FAO 480	284,28	129,41	6,88	2796,75	6234,25
Lfy	Massil	307,22	141,72	9,84	4256,75	8017,00
	Nutrisil	293,38	124,78	8,22	4087,13	7879,25
	Siloking	303,91	127,25	10,72	4459,75	8259,75
	Grand mean	300,00	136,44	8,48	3715,55	7491,50
	Check mean	297,78	144,22	6,81	2887,06	6650,75
	SD _{5%}	5,70	7,44	0,37	332,31	460,91

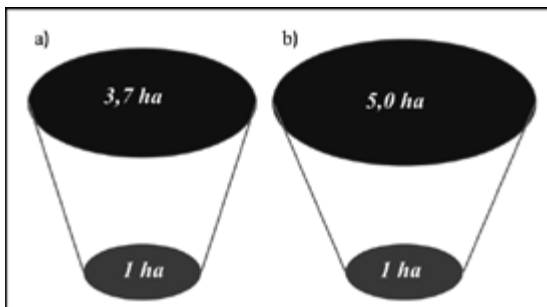
2. táblázat: Néhány Lfy és nem Lfy hibrid fenotípus alakulása. Martonvásár, 2012-2013



1. ábra: Nem Lfy és Lfy hibridek cső feletti levélszáma (db). Martonvásár, 2013



2. ábra: Egy Lfy és egy nem Lfy hibrid növénymagassága, csőeredési magassága és cső feletti levélterülete. Martonvásár, 2013



3. ábra. Hagyományos standard (FAO 480) (a) és Lfy silóhibrid (Mv Silóking) (b) egy hektár termőterületre jutó összes levélterülete. Martonvásár, 2013

tekintve a Lfy hibridek + 3,5 levéllel rendelkeznek (1. ábra). A 2013-as évben a Silóking rendelkezett a legnagyobb levélszámmal (11 db), amit a 2 éves átlag alapján szintén majdnem elért (10,72 db).

Legmarkánsabb különbséget a canopy structure, azaz a levélkorona levélterületében találtuk. Mindkét évben kiemelkedett a Massil és Silóking hibrid a 8200-8300 cm²-es értékkel, a hivatalos fajtakísérletben standardként használt hibrid 6200 cm²-vel szemben. A 2. ábrán külön szemléltettük a Lfy Kamasil és a nem Lfy Maxima hibridek és szülői komponenseinek főbb morfológiai paramétereit. Jól látható, hogy a Kamasil (bár növénymagasságban elmarad a Maximától) milyen cső feletti levélterület plusszal (+56%) rendelkezik.

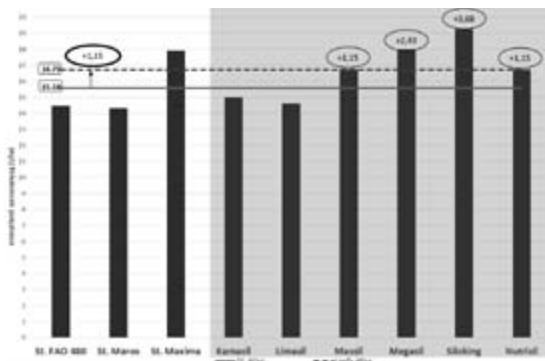
A Lfy hibridek fontosabb beltartalmi paramétereinek vizsgálata

A 3. ábrán azt szemléltetjük, hogy egy hektár termőterületre (ugyanazon tőszámmal) elvetett hagyományos és egy leveles (Lfy hibrid) mekkora levélterülettel rendelkezik silóérettség során. Az összehasonlítás azt bizonyította, hogy elsősorban nem a növény magassága, hanem a lombkorona felületének mérete eredményezte végül is azt, hogy a Lfy hibridek a teljes zöldtömeg és szárazanyag, valamint a teljes emészthető szárazanyag hozam tekintetében nagyobb eredményt érhetnek el a nem leveles kukoricákhoz képest. A Silóking leveles hibridünk a standardok átlagához viszonyítva 2012-ben jobb, a kétéves összevont eredmények alapján pedig szignifikánsan nagyobb eredményt ért el mindhárom, a siló hozamát és minőségét érintő termésem (hektárra vetített teljes zöldtömeg, szárazanyag-

és emészthető szárazanyag hozam) tekintetében (1. és 3. táblázat, 4. ábra).

Az emészthetőség szempontjából legfontosabb beltartalmi értékeket a NIR mérések eredményei alapján az 4. táblázatban közöljük. Keményítő, vízdoldható szénhidrát, fehérje és nyerszír (hektárra számított termés tekintetében) az utóbbi években regisztrált 4 martonvásári nemesítésű Lfy hibrid (Massil, Megasil, Nutrisil, Siloking) megelőzték a standardokat. Ezek közül pedig kettő, a Megasil és a Silóking szignifikánsan is meghaladta azok értékeit.

Itt jegyeznénk meg, hogy a standardok között mindkét évben szerepelt az egyik – a jelen kísérletekben is igen jól szereplő – martonvásári silóhibrid, a Maxima. A standardcsoport tagjaként „méltó kihívója” volt az utóbbi években regisztrált új martonvásári leveles hibrideknek.



4. ábra: Nem Lfy és Lfy hibridek emészthető szárazanyagának hozama (t/ha). Martonvásár, 2013.

Hibrid		Teljes zöldtömeg hozam (t/ha)	Teljes szárazanyag hozam (t/ha)	Keményítő hozam (t/ha)	Teljes emészthető szárazanyag hozam (t/ha)
Nem Lfy	St. Maxima	74,73	26,43	12,59	18,08
	St. FAO 480	60,74	21,51	9,31	14,67
Lfy	Massil	75,80	25,06	10,56	16,83
	Nutrisil	71,11	23,99	10,85	16,28
	Siloking	80,41	28,00	11,55	18,38
	Grand mean	72,56	25,00	10,97	16,85
	Check mean	67,73	23,97	10,95	16,37
	CV	14,90	18,37	31,98	19,83
	SD _{5%}	9,21	3,91	2,99	2,84

3. táblázat: A siló értékét meghatározó főbb paraméterek alakulása. Martonvásár, 2013

Hibrid		Keményítő		Vízoldható szénhidrát		Fehérje		Zsír	
		%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha
Nem Lfy	St. FAO 480	44,96	9,67	7,11	1,54	8,48	1,81	3,85	0,83
	St. Maros	45,41	9,47	7,26	1,50	8,18	1,71	3,88	0,81
	St. Maxima	48,51	12,50	8,54	1,88	8,54	2,20	3,90	1,01
Lfy	Kámasil	45,6	10,31	7,11	1,61	8,23	1,86	3,85	0,87
	Limasil	42,76	9,46	6,96	1,54	8,30	1,83	3,82	0,84
	Massil	44,47	11,19	7,16	1,80	8,17	2,06	3,69	0,93
	Megasil	51,44	13,57	8,93	2,36	7,92	2,10	3,73	0,99
	Nutrisil	46,33	11,54	8,23	1,90	8,23	2,04	3,90	0,97
	Siloking	46,29	13,15	8,28	2,02	8,28	2,38	3,80	1,09
	Lfy mean	46,15	11,54	7,78	1,87	8,19	2,05	3,80	0,95
	Check mean	46,29	10,56	7,22	1,64	8,40	1,91	3,88	0,88
	CV	9,46	16,08	9,81	16,53	4,12	14,94	4,06	14,94
	SD _{5%}	5,28	2,18	0,88	0,36	0,41	0,36	0,19	0,17

4. táblázat: Emészthetőség szempontjából legfontosabb beltartalmi értékek. Martonvásár, 2013

Heterózis vizsgálatok

A 2013-as kísérleti évben a 6 martonvásári *Lfy* hibrid mellett elvetésre kerültek azok szülői komponensei is.

Mivel a leveles típusú hibridek előállításánál – a domináns *Lfy-1* gént hordozó szülőpartner miatt – az átlagnál magasabb levélszám és levélfelület növekedésével

számolhattunk, így adott volt a hibridek és azok szülői komponensei közötti heterózis hatások vizsgálata. Az eredményeket a 5. táblázatban foglaltuk össze.

A legmagasabb heterózis hatás értékeket a növény- és csőeredési magasság, a cső feletti levélszám, valamint a teljes levélfelület esetében a Limasil hibridnél találtuk, ami az említett mutatók átlagában 180 % körül volt. Ez a nagy heterózis érték azzal magyarázható, hogy e hibrid két szülői komponense között igen lényeges méret- és morfológiai, valamint a tenyészedőbeli eltérés van. A különböző morfológiai elemek és a *Lfy* hibridek átlagában a legmagasabb heterózis és heterobeltiózis értékeket a teljes levélfelület esetében kaptuk (170, ill. 150 %).

	Növény- magasság (cm)	Csőeredés magasság (cm)	Levélszám és levélfelület					
			Össz. (db)	Cső alatt		Cső felett		Össz. (m ²)
				db	(m ²)	db	(m ²)	
Nutrisil	305	130	15.1	7.00	0.36	8.10	0.43	0.79
H	149	158		120	155	101	170	163
HB	140	142		107 _{Lfy}	153 _{Lfy}	85 _{Lfy}	146 _{Lfy}	149 _{Lfy}
Kámasil	306	119	17	6.30	0.32	10.70	0.44	0.76
H	163	189		130	215	130	173	189
HB	158	169		115 _{Lfy}	223	115	135 _{Lfy}	162 _{Lfy}
Limasil	308	117	16.6	6.30	0.27	10.30	0.43	0.70
H	174	201		141	253	136	175	199
HB	168 _{Lfy}	193		126 _{Lfy}	189	111 _{Lfy}	132 _{Lfy}	150 _{Lfy}
Siloking	322	135	18.2	7.10	0.37	11.10	0.45	0.82
H	140	139		120	171	135	155	162
HB	116	97		104	129	119 _{Lfy}	141 _{Lfy}	150
Massil	323	160	18.7	8.40	0.39	10.30	0.45	0.83
H	141	159		124	138	127	167	152
HB	118	110		98	94	110 _{Lfy}	138 _{Lfy}	133
Megasil	327	130	18	6.90	0.33	11.10	0.45	0.78
H	155	158		121	177	141	160	167
HB	138	119		108	144	119 _{Lfy}	138 _{Lfy}	166

H=heterózis (%), HB=heterobeltiózis (%)

5. táblázat: Heterózis és heterobeltiózis értékek 6 martonvásári *Lfy* hibrid néhány morfológiai tulajdonságánál. Martonvásár, 2013

A heterobeltiózis számítások során a hat vizsgált hibridnél azt találtuk, hogy a cső feletti levélszám esetében 5 hibridnél, a cső feletti levélterületnél pedig mind a hat hibrid esetében a *Lfy* szülői komponens játszik elsődleges szerepet. A teljes növényi levélterület kialakulásában az SC hibrideknél igen, de a három TC hibrid esetében nem látszik igazoltnak a *Lfy* szülő dominanciája. E hibridek nem leveles anyai SC komponensei ugyanis igen nagy levélterülettel rendelkeznek, ami nyilvánvalóan lényegesen hozzájárul az F1 utódnövény teljes levélterületének kialakításához.

Összefoglalás

A martonvásári silónemesítési program keretén belül több mint 10 éve foglalkozunk a leveles (*Lfy*) hibridek előállításával. A bemutatott egy, illetve két éves adatok és eredmények alapján megállapítható, hogy a *Lfy-1* gén használata számos pozitív hozadékkal jár. Ennek köszönhetően eddig 11 leveles hibridünk került regisztrálásra.

E minőségi silóhibridek a megnövekedett cső feletti, ill. teljes levélszám következtében a hagyományos hibridekhez képest lényegesen nagyobb (főleg cső feletti) „lombterületet” produkálnak, ami egyben az asszimilációs felület növekedését jelenti.

Ennek eredményeként e leveles hibridek hektáronkénti zöld- és szárazanyag tömege, valamint számos egyéb, emészthető beltartalmi paramétere a standardokéhoz képest jelentősen nagyobb. Legfontosabb értékük pedig, hogy a teljes emészthető szárazanyag hozamban is élen járnak. A leveles hibridek lassú vízleadásának és siló-érskori fenológiájának (stay-green, több cső feletti friss, tápanyagban gazdag levél, alacsonyabb emészthetetlen rostfrakciók) köszönhetően minőségromlás nélkül kinyújtható a betakarításuk időtartama gyakorlatilag minőségromlás nélkül. Kiemelkedő eredményeket kaptunk többek között a Massil és a Silóking hibridekkel.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a GOP-1.1.1-11-2012-0159 és a TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0001 pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

- Andrews, C.J., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Dugas J. A., Bonn, P. (2000) Distribution of carbohydrate during grainfill in Leafy and normal maize hybrids. *Can. J. Plant Sci.* 80: 87-95.
- Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Smith, D.L. (1997) Effects of population density and planting pattern on the yield and yield Components of Leafy reduced-stature maize in a short-season area. *J. Agron. Crop Sci.* 179: 9-17.
- Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Cloutier, D., Assemat, L., Foroutan-Pour, K., Smith, D.L. (2001) Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids differing in canopy architecture. *Eur. J. Agron.* 14: 293-302.
- Dijak, M.A., Modarres, M., Hamilton, R.I., Dwyer, L.W., Stewart, D.W., Mather, D.E., Smith, D.L. (1999) Leafy reduced-stature maize hybrids for short-season environments. *Crop Sci.* 39: 1100-1110.

- Dwyer, L.W., Andrews, C.J., Stewart, D.W., Ma, B.L., Dugas, J.A. (1995) Carbohydrate levels in field-grown Leafy and normal maize genotypes. *Crop Sci.* 35: 1020-1027.
- Dwyer, L.W., Andrews, C.J., Stewart, D.W., Glenn, F. (1998) Silage yields of leafy and normal hybrids. 53rd Proceedings of Annual Corn and Sorghum Research Conference, Chicago, IL. American Seed Trade Association, Washington, DC, pp. 193–216.
- European Commission, Eurostat. Luxemburg. (2013) Production of cereals. Retrieved from http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_cpp_crop&lang=en
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013) FAOSTAT Online Statistical Service. Maize production. Retrieved from <http://faostat.fao.org>
- Hammer, G.L., Dong, Z., McLean, G., Doherty, A., Messina, C., Schussler, J., Zinselmeier, C., Paszikiewicz, S., Cooper, M. (2009) Can changes in canopy and/or root system architecture explain historical maize yield trends in the U.S. Corn Belt? *Crop Sci.* 49: 299-312.
- Hegyí, Zs. (2011) Increasing biogas yield per unit area by using new type of silage maize hybrids. *Növénytermelés* 60: 85-92.
- IndexMundi. Detailed country statistics, charts, and maps compiled from multiple sources. (2013) Corn production. Retrieved from <http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=corn&graph=production>
- Lauer, J.G., Coors, I.J.G., Flannery, P.J. (2001) Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Sci.* 41: 1449-1455.
- Modarres, A.M., Hamilton, R.I.L., Dwyer, M., Stewart, D.W., Mather, D.E., Dijak, M., Smith, D.L. (1997a) Leafy reduced-stature maize for short-season environments: morphological aspects of inbred lines. *Euphytica* 96: 301-309.
- Modarres, A.M., Hamilton, R.I.L., Dwyer, M., Stewart, D.W., Dijak, M., Smith, D.L. (1997b) Leafy reduced-stature maize for short-season environments, yield components of inbred lines. *Euphytica* 97: 129-138.
- Perry, T.W., Caldwell, D.M. (1969) Comparative nutritive value of silages made from high sugar male sterile hybrid corn and regular sterile hybrid corn and regular starch corn. *J. Dairy Sci.* 52: 1113-111.
- Sanavy, S.A.M.M., Larijani, B.A., Khalesro, S. (2009) Comparison of morphological characteristic and yield of leafy corn hybrids with commercial hybrids in Tehran Region. *J. Sci. Tech. Agr. Nat. Resc.* 47: 573-585.
- Shaver, D.L. (1983) Genetics and breeding of maize with extra leaves above the ear. In *Proc. Annu. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf.* 38: 161-180.
- Stewart, D.W., Dwyer, L.M., Andrews, C.J., Duges, J.A. (1997) Modelling carbohydrate production, storage and export in leafy and normal maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 37: 1228-1236.
- Subedi, K.D., Ma, B.L. (2005) Nitrogen Uptake and partitioning in stay-green and Leafy maize hybrids. *Crop Sci.* 45: 740-747.
- Tollenaar, M., Dwyer, L.M. (1990) The impact of physiology on the increase in productivity of maize: Perspectives and prospects. In: *Vie du maïs, Int. Maize Physiol. Conf. Paris.*
- United States Department of Agriculture (USDA) (2013) Crop production. Retrieved from <http://www.usda.gov>

A szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége, genetikai tisztasága

Varga Péter

Fejér Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, Vetőmag- és Szaporítóanyag Felügyeleti Osztály

8000 Székesfehérvár, Major utca 18.

Pannon Egyetem, Georgikon Kar Meteorológiai és Vízgazdálkodási Tanszék

8360 Keszthely, Festetics utca 7.

e-mail: vargape@nebih.gov.hu

Összefoglaló

Termelői kezdeményezése szántóföldi kísérletek lettek beállítva annak megállapítására, hogy a hibridkukorica vetőmag veszít-e minőségi paramétereiből, ha szemesen takarítjuk be. A szemes betakarítást a vonatkozó jogszabályi háttér nem teszi lehetővé, emellett a hibridkukorica vetőmag betakarítása és feldolgozása is a csöves módra rendezkedett be. Három, egymás utáni évben (2009-2011) a vetőmag-szaporító táblákon kísérleti táblarészeket jelöltünk ki, melyek felét hagyományosan (csövesen), másik felét szemesen takarítottunk be, azonos időben és szemnedvesség tartalommal. A betakarítás és feldolgozás után megvizsgáltuk a vetőmag csírázóképeséget és fajtaazonosságát. A vizsgálatokból kiderül, hogy a szemes betakarítás sikerét befolyásolja az adott év időjárása, az elállítandó hibrid, a betakarítási szemnedvesség tartalom. Az egyik legfontosabb tényező a fajtaazonosság kérdése, mivel kimarad a válogatóasztalon a csőszelekció.

Bevezetés

Hazánk egyik legfontosabb szántóföldi növénye a kukorica és jelentős szerepe, hagyománya van a kukoricatermesztésen belül a hibridkukorica vetőmag előállításának. Az időjárási tényezők nem mindig teszik lehetővé a hibridkukorica vetőmag szaporítások optimális időben történő csöves betakarítását. Az alacsony szemnedvesség tartalommal, csövesen betakarított kukorica vetőmagnál, a betakarítás és feldolgozás során jelentős, a Pioneer Hi-Bred ZRt. mérlegelési adatai szerint 5-25%-os pergési veszteséggel kell számolni. *Mounsey és mtsai. (2002)* szerint az alacsonyabb betakarítási nedvesség mellett nagyobb pergési veszteség jelentkezik, ezért alternatív megoldásként javasolja a szemes betakarítást a hagyományos, csöves mellett. A kukorica vetőmagot a betakarítás és feldolgozás során számos stressz faktor éri, többek között mechanikai károsodás, helytelenül megválasztott betakarítási szemnedvesség-tartalom, nem megfelelő szárítás (*Burris, 1975; Loeffler, 1985*).

A stressz tényezők vetőmagra gyakorolt hatásainak vizsgálatával korábban számos kutatás foglalkozott (*Gáspár, 1980; Van de Venter, 1988; Barla-Szabó és Berzy 1989*) de a szakirodalom nem tesz említést a vetőmag-kukorica szemes betakarításának hatásairól.

A feldolgozás során a vetőmagüzemekben frakciókra bontják a vetőmagot. A vetőmagfrakciók csírázóképesége és biológiai értéke genotípusonként és évjáratonként is eltérő lehet (*Thielebein, 1958; Pásztor, 1962; Germ, 1966; Fiala, 1973; Eisele, 1981; Shieh és McDonald (1982); Berzy és mtsai. 1996*).

A közelmúltban több fajtatulajdonos vetőmag-előállító kereste meg a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MgSzH) Központot a hibridkukorica vetőmag előállítások szemes formában történő betakarítására, feldolgozására és vetőmagként való előterjesztésre. A 48/2004. (IV.21.) FVM rendelet – A szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról (továbbiakban: rendelet) ezt nem teszi lehetővé. A kísérlet célja, hogy megállapítsuk, a hibridkukorica vetőmag minőségi paraméterei (csírázóképeség, genetikai tisztaság) hogyan változnak a szemes betakarítással. *Ertseyné (2004)* rámutat arra, hogy nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a csíráztatási eredmények optimális laborkörülmények között kapott adatok, emiatt azonban mindig ismételtelhetőek.

Anyagok és módszerek

A szántóföldi kísérletsorozat 2009 – 2011 között zajlott és úgy terveztük meg őket, hogy azok eredményei közvetlenül átültethetőek legyenek a gyakorlatba.

A hibridkukorica vetőmag szaporító táblákon kísérleti táblarészt jelöltünk ki, melyek egy részét (kísérleti csoport) szemesen, másik részét csövesen takarítottuk be. A betakarítás táblánként azonos időben és szemnedvesség tartalommal történt, a homogenitás érdekében a két kombájn egymás mellett haladt. A szárítás és feldolgozás mindkét kezeléskor a Pioneer Hi-Bred ZRt Vetőmagüzemében folyt, Szarvason. A betakarítás után a kísérleti (szemes) csoport 2-6, míg a kontroll (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.

Szárítás után a valamennyi mintát aljastuk-fölöztük 6,5-10,5mm keresztátmérőjű rostán, ezután laboratóriumi mintákat képeztünk felezéssel leosztási módszerrel, rekeszes mintaosztóval. Az első évben kettő, a második és harmadik évben minden mintát frakciónként is vizsgáltuk (nagy lapos – LF, közepes lapos – MF, nagy gömbölyű – LR és közepes gömbölyű – MR). A vetőmagot csávázatlanul több vetőmagvizsgáló laboratóriumban csíráztattuk. A csírázóképeséget a vonatkozó szabvány szerint (*International Rules for Seed Testing Edition 2010*) vizsgáltuk. A két kezelés (morzsolt és csöves) során a csíráztatást mintánként és laboratóriumonként négyeszeri ismétlésben hajtottuk végre. A csíráztató közeg kreppelt szűrőpapír volt három rétegben, tekercsben (BP-R – Between Paper – Roll), mely grammonként 1,4-1,7 cm³ vizet tartalmazott. A megvilágított órák száma min. 8 óra volt, a hőmérséklet pedig 20 – 30°C (sötét – világos periódus), vagy állandó 25°C, 70% relatív légnedvesség tartalom mellett. A csíranövények értékelése a 6-7. napon történt, fejlettségtől függően. Megkülönböztettünk ép- és abnormális csírákat, valamint rohadt szemeket. Fontos megemlíteni, hogy a csírázóképeséget a Vetőmagminősítő bizonyítványon egész számszámra kerekítve adjuk meg, az itt látható, két tizedes jegyre kerekített értéket a különbségek pontosabb megállapítása és a statisztikai kiértékelés indokolta. A csírázóképeségi vizsgálatokat megismételtük egy évvel a betakarítás után, ismét több vetőmagvizsgáló laboratóriumban. A vetőmag minta tárolása csávázatlanul, üzemi

körülmények között történt (10-25°C hőmérséklet, és 50-60% relatív páratartalom) Szarvason, a vetőmagüzemben.

A statisztikai kiértékelésnél a laborok között korreláció analízist, a kezelések között egytényezős variancia analízist végeztünk. Az adatok nem normális eloszlása miatt χ^2 próbát alkalmaztunk.

Budapesten, az MgSzh Központ (ma NÉBIH) Gélelektroforézis Laboratóriumában Izoelektromos Fókuszálással (IEF) ellenőriztük, majd összehasonlítottuk a kísérletbe vont fajták genetikai tisztaságát mindkét kezelés esetében. A genetikai tisztaság megállapításához Izoelektromos Fókuszáláshoz 200 mag analízise ajánlható kompromisszumként az eredmény pontossága és a szükséges munkaidő nagysága között (ISTA „Handbook of Variety Testing – Electrophoresis Testing”). Az fajtatisztaságot az önbeperzot és idegenbeperzot szemek száma alapján %-ban adjuk meg.

Az IEF mellett mindkét kezelés mintáit a következő évben kitermesztettük (Kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat) Monorierdőn, a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei MgSzh (ma NÉBIH) Fajtakitermesztő Állomásán. A mintákat a gyakorlatnak megfelelően (MSZ 20476:2008) tételenként egy sorba vetettük – a biztonság kedvéért dupla, 140 méteres sorokat alkalmazva. A növényeket virágzaskor és éréskor bonitáltuk a kukorica hibridek hivatalos fajtaleírása alapján. A szabványban rögzített minimális értékelhető növénytövek száma 100 db, a fajtaidegenek számát %-ban fejezzük ki.

Tekintettel arra, hogy mindét eljárás nagyon költséges és idő- illetve helyigényes, a gyakorlatban használatos módszert követtük, amiből az MgSzh egyetlen vizsgálati Vizsgálati Jegyzőkönyvet (IEF) illetve Fajtaazonosító Vizsgálati Bizonyítványt (fajtakitermesztés) állít ki.

Eredmények és következtetések

A kísérleteket üzemi szinten hajtottuk végre (táblaméret, vetőmag-feldolgozás, minta tárolása) és ISTA vizsgálati módszereket használtunk, hogy az eltérő betakarítási mód gyakorlati alkalmazhatóságát is vizsgálhassuk. A 2009. év egy meglehetősen aszályos év volt, a nyári forróság és csapadékhiány miatt a kukorica vetőmag igen gyorsan, lábön száradt. A csövek termékenyülése 50-80%, a betakarítási szemnedvesség tartalom a vizsgálatba vont 8 előállítás esetében 12-16% közötti volt. Bár a szemesen betakarított vetőmag csírázóképesége nem érte el a csövesét, a különbség a 8 táblából kettőnél volt statisztikailag is igazolható. Az ép csíranövények száma minden esetben elérte vagy meghaladta a vonatkozó szabályokban előírtakat, az egyéves tárolás során nem tapasztaltunk jelentős csökkenést a csírázóképeségben. Vizsgálataink egy rendkívül csapadékos évjáratban (2010) folytatódtak. A hiányos termékenyülés (30-60%) mellett a 6 kijelölt táblát magasabb, 16-20% szemnedvességgel tudtuk betakarítani. A csírázóképeség nem érte el minden esetben a rendeletben előírtat, a szemes betakarítás hátrányára nagyobb különbségeket tapasztaltunk. Több hibridnél volt a különbség statisztikailag is igazolható. Amellett, hogy az ép csíranövények száma alacsonyabb volt, egy évvel később nagyobb csökkenést tapasztaltunk mindkét kezelésnél. (Amelyik évben egy adott hibridből több tábla is kísérletbe lett vonva, ott egy római számos kiegészítés is található.) A harmadik, 2011-es év, hasonlóan az elsőhöz, szintén csapadékszegény volt, de az időjárás a vetőmag érésének idején megfelelt egy átlagos évnek. A kukorica vízleadása normális ütemben

zajlott, a kijelölt 8 táblán a 14-18% között mozgott a szemnedvesség betakarítás idején. A csírázóképeség tekintetében a különbségek változóak voltak, de mindkét kezelésnél elérte, illetve meghaladta az előírt minimumot. A hibridek jelentős hányadánál – gyakran a jó csírázóképeség és a kis különbségek ellenére is – szignifikáns különbséget tapasztaltunk a kezelésekre között. Egy évvel a betakarítás után az ép csíranövények száma egyik kezelés esetében sem csökkent jelentősen és minden tétel szabványosan csírázott. A csírázóképeségi eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

Ép csíra (%) betakarítás után				Ép csíra (%) egy évvel később		
Hibrid 2009. év	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.
PR39R20	95,58	97,63***	SzD _{5%} =2,01	94,12	95,62	nem szignif.
PR35Y65	95,2	98,94*	SzD _{0.1%} =3,56	92,81	95,37	nem szignif.
PR39G83	97,65	98,25	nem szignif.	95,44	95,93	nem szignif.
PR38H67	94,05	95,88	nem szignif.	91,5	89,94	nem szignif.
Anasta SV	96,8	97,38	nem szignif.	nincs mag	nincs mag	
PR39H32	96,2	97,13	nem szignif.	nincs mag	nincs mag	
PR39F58	94,89	96,83	nem szignif.	nincs mag	nincs mag	
PR39R86	94,41	96,34	nem szignif.	nincs mag	nincs mag	
Hibrid 2010. év	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.
PR39F58 (I.)	88,75	94,63***	SzD _{0.1%} =4,60	84,33	94,66***	SzD _{0.1%} =2,76
PR39F58 (II.)	88,37	92,62**	SzD _{1%} =3,63	85	92,67***	SzD _{0.1%} =3,63
PR39F58 (III.)	87,1***	79	SzD _{0.1%} =5,09	84,1***	76,75	SzD _{0.1%} =5,23
PR39A98	92	93,5	SzD _{5%} =1,79	89,33	93,67***	SzD _{0.1%} =2,36
P9494 (I.)	82,5	80,37	SzD _{5%} =5,96	84,33	79,25**	SzD _{5%} =4,97
P9494 (II.)	92	95,25	SzD _{5%} =3,29	93,25	93	SzD _{0.1%} =2,46
Hibrid 2011. év	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.	Morzsolat laborátlag	Csőes laborátlag	Szignif.
PR36V52	97,92	97,42	nem szignif.	95,5	97,0	nem szignif.
PR35V52 CC	97,92	98,42	nem szignif.	96,5	97,58**	SzD _{1%} =1,76
PR37F73 (I.)	97,42	98,67*	SzD _{5%} =1,05	96,25*	95,5	SzD _{5%} =1,18
PR37F73 (II.)	97,0	98,42*	SzD _{5%} =1,10	94,67	97,08	nem szignif.
PR37F73 SS	96,5	98,08**	SzD _{1%} =1,30	95,42	96,5***	SzD _{0.1%} =3,18
PR37D25	89,92	96,08***	SzD _{0.1%} =3,96	89,67	94,17	nem szignif.
PR37D25 SV	90,0	96,33***	SzD _{0.1%} =4,24	89,92	94,75	nem szignif.
PR39R86	97,42	98,67*	SzD _{5%} =1,08	93,08	97,58	nem szignif.

1. táblázat: Csírázóképeségi eredmények betakarítás után és betakarítás után egy évvel

A 2. táblázatban látható, milyen eredményeket kaptunk a fajtatisztaság területén. Az IEF eredményeit a betakarítási-, a fajtakitermesztését értelemszerűen a következő évben kaptuk meg. (Amelyik évben egy adott hibridből több tábla is kísérletbe lett vonva, ott egy római számos kiegészítés található.) A P9494 hibridnél az IEF nem alkalmazható módszer. Az IEF vizsgálat által kimutatott fajtatisztasági eredmények tekintetében a jogszabály külön nem rendelkezik határértékekkel, jellemzően a szerződő felek döntenek értéke felől. A gyakorlatban 95% felett a fajtatisztaság megfelelő. A kisparcellás fajtakitermesztés alkalmával az 5% idegent meghaladó tételeket alkalmatlannak, fajtakevertnek minősítik. Összefoglalva, a vizsgálataink legkritikusabb pontja a fajtaazonosság kérdése a szemes betakarítás esetén. A táblázatból viszont kiderül, hogy az IEF során a 18 vizsgált táblánál csak 9 esetben volt jobb a csöves betakarítás fajtatisztasága, 2 tételnél azonos eredményt kaptunk, és 7-nél pedig a szemes mutatott jobb eredményt. Hozzáteszem, a vizsgálati eljárás gyors, de csekély vizsgálati magszám miatt nagyobb a tévedés lehetősége. Ha a fajtakitermesztést nézzük, a csöves betakarítás egy kivételével mindig felülmúlta a szemesét, és egyik sem kapott fajtakevert minősítést. A 2. táblázatban látható 20 tábla szemes csoportjaiból 11 fajtaazonos, 9 fajtakevert minősítést kapott. A morzsoltnál lényegesen több volt a fajtakevert, de az is látható, hogy a 95% feletti tisztaság is megvalósítható. Az elmúlt évek fajtakitermesztése során, a hagyományosan (csövesen) betakarított, válogatóasztalon csőszelektált, majd fémzárolt tételek 1,5 – 12 százaléka is fajtakevert minősítést kapott.

Hibrid	Izoelektromos Fókuszálás				Fajtakitermesztés			
	Önbeporzott (%)		Idegen beporzott (%)		Fajtatisztaság (%)		Fajtatisztaság (%)	
	M	Cs	M	Cs	M	Cs	M	Cs
	2009				2009		2010	
PR39R86	1,5	0,5	2,0	3,5	96,5	96,0	90,0	95,6
PR39R20	0	0	3,5	1,0	96,5	99,0	97,9	97,7
PR39F58	0	0	1,5	3,0	98,5	97,0	94,3	96,1
PR35Y65	0	0	1,0	2,0	99,0	98,0	92,2	97,7
PR39G83	1,0	2,0	3,0	3,5	96,0	94,5	92,8	97,8
PR38H67	1,5	1,5	0,5	2,0	98,0	96,5	94,6	96,9
	2010				2010		2011	
P9494 I.	-	-	-	-	-	-	94,4	97,2
P9494 II.	-	-	-	-	-	-	95,6	97,5
PR39A98	0,5	0	13,0	9,0	86,5	91,0	96,2	98,3
PR39F58 I.	2,5	2,5	4,0	4,5	93,5	93,0	94,2	98,1
PR39F58 II.	1,5	1,5	7,0	2,5	91,5	96,0	94,2	98,7
PR39F58 III.	2	4,5	3,5	2,5	94,5	93,0	95,6	97,5

Hibrid	Izoelektromos Fókuszálás				Fajtakitermesztés			
	Önbeporzott (%)		Idegen beporzott (%)		Fajtatisztaság (%)		Fajtatisztaság (%)	
	M	Cs	M	Cs	M	Cs	M	Cs
	2011				2011		2012	
PR36V52 Fertil	2	1,5	1,0	1,0	97,0	97,5	96,5	96,9
PR36V52 Steril	0,5	1,5	2,0	1,0	97,5	97,5	96,4	97,0
PR37D25 Fertil	3,5	2,0	2,0	1,0	95,5	97,0	94,3	95,8
PR37D25 Steril	0,5	0,5	2,0	1,0	97,5	98,5	96,1	98,0
PR37F73 I.	0,5	0	1,0	1,0	98,5	99,0	97,0	97,5
PR37F73 II.	2,0	1,0	0	1,0	98,0	98,0	95,8	96,8
PR37F73 III.	0,5	0	1,5	1,0	98,0	99,0	96,8	97,6
PR39R86	1,0	0,5	1,5	1,5	97,5	98,5	96,7	97,3

2. táblázat: Összefoglaló a morzsolt és csöves betakarítású hibridkukorica vetőmag fajtatisztaságáról (M: morzsolt, Cs: csöves kezelés)

Vizsgálataink során megállapítható, hogy nem minden évjárat kedvez ennek a betakarítási módnak, emellett valamely hibridek jobban, mások kevésbé tolerálják a szemes betakarítást. Célszerű lenne a szemes betakarítás gyakorlati alkalmazása előtt kisebb parcellákon megvizsgálni, hogy mely hibridek tolerálják jobban, és melyek kevésbé a kombájnos betakarítást. Emellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a fajtatisztaság kérdését sem, hiszen itt 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 táblák idegenelése jelen esetben sokkal nagyobb figyelmet kíván, és nem elhanyagolható a szülői vonalak genetikai tisztasága sem! Gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat (gyorsabb, költségtakarékosabb betakarítás és szárítás, vetőmagüzemi szemvesztés minimalizálása) is figyelembe véve, ha a szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag minden tekintetben megfelel a vetőmag forgalmazásához szükséges minőségi feltételeknek, megfontolandó, hogy bizonyos esetekben a termeltetők a vetőmag kukoricát szemesen is betakaríthassák. Amennyiben a továbbiakban, érdemben kívánunk foglalkozni a szemes betakarítás lehetőségével, olyan eljárást és minőségbiztosítást kell kidolgoznunk, amellyel nagyobb munkafolyamat ráfordítása nélkül jól ellenőrizhető és megőrizhető a hibridkukorica vetőmag minősége. Jelen dolgot egy fontos szakmai vitaalapnak, gondolatébresztőnek szánom, a vizsgálatok tovább folytathatók, bővíthetők, részletezhetők.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Ripka Gézáné, Seresné Sallai Orsolya, Tímár Eszter, Radnits Róbertné (NÉBIH), Pásztorné Kispál Zsuzsa (Pioneer Hi-Bred ZRT), Penzerné Rapai Klára, Béndek Gáborné (Fejér Megyei Kormány Hivatal) segítségét, odaadó munkáját.

Irodalomjegyzék

- Barla-Szabó, G-Berzy, T.: 1989. Application of Seed Vigour Tests for Corn Production. *Georgikon for Agriculture* 2:159-165.
- Berzy, T-Martón, L.Cs-Fehér, Cs.: 1996. A frakcionálás hatása a hibridkukorica (*Zea mays* L.) vetőmag életerejére és szemtermésére. *Növénytermelés* 45, 1:19-26
- Burris, JS.: 1975. The effect of drying temperatures on corn seed quality. *Canadian Journal of Plant Science* 64:487-496.
- Eisele, Chr.: 1981. Die Kalibrierung von Maissaatgut aus der Sicht der Aufbereitung und Vermarktung. *Mais* 2:6-7.
- Ertseyne Péregi, K.: 2004. A vetőmag fémzárólása, értékmérő tulajdonságainak vizsgálata. pp. 85-103. [In: Izsáki, Z-Lázár, L (szerk.), Szántóföldi növények vetőmag-termesztése és kereskedelme]. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Fiala, F.: 1973. Der Einfluss der Saatgutqualität bei Mais auf der Feldaufgang und Ertrag. *Jahrbuch 1972 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien*. pp. 98- 117.
- Gáspár, S.: 1980. A csírázás környezeti szabályozása. pp. 164-180. [In: Szabó, L.G. (szerk.), *A magbiológia alapjai*]. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Germ, H.: 1966. Qualitätsprobleme beim Saatgut. *Der Förderungsdiens* 14, 2:43-48.
- International Rules for Seed Testing Edition 2010. ISTA, Switzerland ISBN – 13 978-3-906549-60-6
- ISTA „Handbook of Variety Testing – Electrophoresis Testing”, 1992. 4. fejezet Individual Least Standard Deviation (LSD) tests were used to determine significant differences between the treatments using the MSTAT-C program.
- Loeffler, NL-Meier, JL-Burris, JS.: 1985. Comparison of two cold test procedures for use in drying studies. *Seed Science & Technology* 13:653-658.
- Mounsey, K-Moowrer, K-Ghaffarzadeh, M.: 2002. Combine Harvest of Seed Fields – Lasting Alternative (Possibilities, Quality Concerns, and Improved Technologies). *Agronomy Services*. pp. 51-53.
- MSZ 20476:2008. Kiszárolás fajtaazonosító vizsgálat. 48/2004. (IV.21.) FVM rendelet A szántóföldi növényfajok vetőmagvainak előállításáról és forgalomba hozataláról
- Pásztor, K.: 1962. Különböző frakciójú magvakal végzett összehasonlító kísérletek eredményei. *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Shieh, WJ-McDonald, MB.: 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Science & Technology* 10:307-313.
- Thielebein, M.: 1958. Kornform und Saatgutwert von Mais. *Mitteilungen der DLG*, 47:1261-1263.
- Van de Venter, HA.: 1988. Relative response of maize (*Zea mays* L.) seed lots to different stress conditions. *Seed Science & Technology* 16:19-28.

Poszterek

Oxidatív stressztűrő-képesség fokozása nemesítési értékű kukorica hibridekben *in vitro* mikroszpóra szelekcióval

Ambrus Helga¹, Darkó Éva², Spitkó Tamás³, Pintér János³, Barnabás Beáta¹

MTA ATK Mezőgazdasági Intézet

¹Növényi Sejtbiológiai Osztály,

²Növényélettani Osztály,

³Kukoricanevelési Osztály

Martonvásár, Brunszvik u. 2

e-mail: ambrus.helga@agrar.mta.hu

Összefoglaló

A kukorica abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóságának növelése érdekében *in vitro* mikroszpóra szelekciót valósítottunk meg reaktív oxigén formákat indukáló vegyületek alkalmazásával. A módszert egy modell genotípusra (A-18) dolgoztuk ki. Fiziológiai és biokémiai vizsgálatokkal igazoltuk, hogy az így előállított DH (kettős haploid) növények nagyobb oxidatív stressz-toleranciával rendelkeztek, mint a nem szelektált DH növények, illetve a kiinduló hibrid. Ennek tudatában célul tűztük ki agronómiailag fontos tulajdonságokkal bíró hibridek *in vitro* mikroszpóra szelekciójának megvalósítását, valamint az így előállított vonalak megnövekedett oxidatív stressz-toleranciájának igazolását. Három hibrid esetében összesen 47 szelektált fertilis DH vonalat állítottunk elő. Ebből 29 vonal származott paraquat (Pq) tartalmú táptalajról, melyek DH₁ generációját fiziológiai vizsgálatokkal teszteltünk. A Pq okozta oxidatív stresszel szemben 11 vonal, míg a csírázáskori alacsony hőmérsékletű kezelés esetében 23 vonal rendelkezett szignifikánsan nagyobb toleranciával a nem szelektált DH vonalak, valamint a kiindulási hibridekhez képest. Összesen 10 olyan vonalat találtunk, amely mindkét stresszel szemben fokozottabb stressztűrő volt, mint a nem szelektált DH vonalak, valamint a kiindulási hibridek.

Bevezetés

Napjaink szélsőséges időjárás viszonyai: a korai hirtelen felmelegedés, májusi kánikula, aszályos ill. túl nedves nyarak, a túl későn beköszöntő tavasz, elhúzódo felmelegedés; valamint az egyre növekvő nyersanyag árak mellett, a növénynevelőknek arra kell törekedniük, hogy minél nagyobb ökológiai plaszticitással rendelkező, abiotikus (pl. hideg és szárazság, stb.) vagy biotikus eredetű (patogének) stresszekkel szemben ellenálló nemesítési alapanyagot ill. hibridet állítsanak elő rövid időn belül.

A modern kukoricanevelő műhelyek ezért, egyre inkább alkalmazzák a klasszikus módszerek mellett mindazokat a korszerű biotechnológiai eljárásokat, melyek hatékonyan elősegíthetik a hibridek hideg- és szárazságtűrésének, betegségekkel és kártevőkkel szembeni ellenálló-képességének a javítását. A tudományos szakirodalomból ismert, hogy számos abiotikus, ill. biotikus stressz oxidatív módon, toxikus

oxigénygyökök, vagy azok származékainak generálása révén fejti ki növénykárosító hatását (Apel és Hirt 2004). Kísérletek sora igazolja, hogy a növények megnövekedett hideg- és szárazságtűrésének, valamint egyes patogénekkal szembeni toleranciájának hátterében az antioxidáns enzimrendszer különböző komponenseinek fokozott aktivitása állhat (Pastori és Trippi, 1992; Király, 2002). Számos kísérlet bizonyítja, hogy az antioxidáns enzimek működéséért felelős gének aktiválódnak a haploid hím gametofiton életciklusa (mikrospóra- és mikrogametogenezis) során is (Frova, 1990). Ez a genetikai átfedés megteremti a mikrospóra eredetű haploid szövettenyészetek felhasználásának lehetőségét *in vitro* szelekcióra, az oxidatív stresszekkel szembeni ellenálló képesség fokozására.

Az MTA ATK Mezőgazdasági Intézet Növényi Sejtbiológiai Osztályán kidolgoztunk egy hatékony *in vitro* mikrospóra szelekciós módszert oxidatív stresszt indukáló vegyületek (paraquat (Pq), terc-butil hidroperoxid (t-BHP), menadion és metionin+riboflavin (MR)) felhasználásával (Ambrus és mtsai., 2006). Mivel a módszert kidolgozása során egy modell genotípust használtunk, jelen dolgozat céljai az *in vitro* mikrospóra szelekció megvalósítása agronómiailag fontos tulajdonságokkal bíró hibrideken, valamint az így előállított vonalak megnövekedett oxidatív stressz-toleranciájának igazolása.

Anyagok és módszerek

In vitro szelekció megvalósítása: Kísérleteinkben a H1, H2 és H3 jelzésű hibrideket alkalmaztuk, de modell növényként a korábban is használt kínai eredetű egzotikus kukorica hibridet (A-18) is bevontuk, referenciaként. A szelekciót reaktív oxigén formákat képző vegyületek (paraquat (Pq), metionin+riboflavin (MR) és *t*-butil hidroperoxid (*t*-BHP)) alkalmazásával biztosítottuk. Ezeket olyan koncentrációkban alkalmaztuk, melyek sikeresek voltak a korábbi kísérleteinkben (Ambrus és mtsai., 2006). A regeneráció során képződött növényekből (DH₀) önmegporzással állítjuk elő az utódnemzedékeket (DH₁, DH₂). Fiziológiai vizsgálatainkhoz a DH₁ utódnemzedék növényeit használtuk.

Oxidatív stressz-tolerancia meghatározása: A növények oxidatív stressz-toleranciáját úsztatásos kísérletekben vizsgáltuk. Ehhez a növényekből 1,3 cm átmérőjű levélkorongokat vágunk ki dugófúróval, melyeket 50 µM Pq-ot tartalmazó Tris-HCl (50 mM, pH 7,6) oldatokban (1 ml/levélkorong) úsztattuk (infiltrálás után) 4 ill. 24 órán keresztül 400 mE m⁻² s⁻¹ PAR megvilágítás mellett (Darkó és mtsai., 2009). A kontroll kezelés nem tartalmazta a Pq-ot. Az így kezelt levélkorongokat használtuk a fiziológiai vizsgálatokhoz és mérésekhez.

Klorofill *a* fluoreszcencia indukció mérése: a levélkorongok négy órás úsztatásos kezelése után PAM 2000 fluoriméter (Walz, Effeltrich, Germany) segítségével meghatároztuk a II. fotokémiai rendszer (PS II) optimális kvantum hatásfokát (F_v/F_m) (van Kooten és Snel 1990), a levélkorongok 20 perces sötétadaptálása után.

Az ionkiáramlás meghatározása: a levélkorongok 24 órán keresztül történő úsztatása után az oldat ionvezető képességének mérésével követtünk nyomon a sejtkárosodás mértékét. A vizsgálatokhoz Automatic Saeed Analyser ASA610 (Agro Sciences, USA) típusú konduktométert használtunk (Darkó és mtsai., 2009).

Tolerancia indexek meghatározás: A toxikus oxigén gyökök hatására bekövetkező változások mértékét összehasonlítottuk az egyes szelektált és nem-szelektált DH vonalakon ill. a kiinduló hibrideken mért értékekkel, s ezek segítségével meghatároztuk a szelektált vonalak tolerancia indexét.

Klorofill fluoreszcencia indukciós paraméter alapján számolt: $TI_{Fv/Fm} = P_x [(Fv/Fm)_{Pq} / (Fv/Fm)_p] / DH[(Fv/Fm)_{Pq} / (Fv/Fm)_p]$. Ahol $Fv/Fm = a$ PS II optimális kvantumhatásfoka, $DH =$ nem szelektált DH vonal, $P_x = Pq$ -tal szelektált genotípusok, $P =$ úsztatásos kísérletben pufferben mért érték, $Pq = Pq$ -ot tartalmazó oldatban mért jellemző értékek.

Az ionkiáramlás mérésének eredményei alapján számolt: $TI_{ionvez} = DH(ionvez_{Pq} - ionvez_p) / P_x(ionvez_{Pq} - ionvez_p)$, ahol $ionvez =$ az oldat ionvezető képessége, melybe a levélkorongokat helyeztük, a képletek további értelmezése és rövidítései az Fv/Fm leírásánál megegyezők (lásd fent).

Alacsony hőmérsékleti stressz jellemzése: A csírázaskori hidegtesztet (ún. 'cold-test') Hercegh, (1978), Marton, (1992) és Marton és Kőszegi, (1997) által leírtak szerint végeztük. A szemeket két hőmérsékleten: 22 °C-on és hidegben, 8 °C-on csíráztattuk, majd megmértük a maximális kelési százalékot és a csírázásig eltelt napok számát. Ezekből csírázási indexet számoltunk ($CsI =$ csírázási %/csírázási idő) minden vonal esetében. Továbbá meghatároztuk a vonalak hidegtűrés indexét (HI). $HI = P_x (CsI_{T8°C} / CsI_{T22°C}) / DH (CsI_{T8°C} / CsI_{T22°C})$ (Ahol: $P_x = Pq$ szelektált DH vonal, $DH =$ kontrollként használt nem szelektált DH vonal, $CsI =$ csírázási index).

Eredmények és következtetések

In vitro szelekció: Ahhoz, hogy a modell (A18) genotípuson végzett kísérletek (Ambrus és mtsai., 2006) alapján az *in vitro* szelekciót megvalósíthassuk agronómiai szempontból fontos hibrideken is, első lépésként meg kellett határozni azon lehetséges hibridek körét, melyek alkalmasak ezekhez a vizsgálatokhoz. Ezért megvizsgáltuk 7 db F_1 hibrid haploid indukciós képességét (1. táblázat). Vizsgálataink azt mutatták, hogy a jó agronómiai tulajdonságokkal bíró F_1 hibridek, több mint a fele alig adott portokválaszt és csak 3 hibrid esetében sikerült fertilis növényt regenerálni.

Hibridek	Tenyésztett portok (db)	Portok válasz (%)	Embrió indukció (%)	Növény regeneráció (%)	Fertilis növény (db)
A18	8000	50,0±2,5	124,0±6,2	14,0±0,4	28
H4	2000	5,0±0,25	8,0±0,04	1,5±0,07	0±0
H5	2000	4,2±0,21	9,2±0,46	2,3±0,11	0±0
H6	2000	4,8±0,24	6,0±0,3	0,5±0,02	0±0
H7	2000	10,0±0,5	12,0±0,6	2,5±0,12	0±0
H1	2000	42,1±2,1	99,0±4,95	10,0±0,5	15±0,75
H2	2000	48,7±2,4	98,3±4,91	13,0±0,65	7±0,35
H3	2000	45,2±2,26	99,2±4,96	12,9±0,64	10±0,5

1. táblázat: A portoktenyésztés során felhasznált F_1 hibridek portokválasza, embrió indukciója, növényregenerációja, valamint a fertilis növények száma *in vitro* szelekció nélkül

Az *in vitro* szelekciót már csak azokon a hibrideken (H1, H2 és H3) valósítottuk meg, melyeknél sikerült fertilis DH növényt előállítani, és csak azon koncentrációkat használtuk, amelyeket az A18 hibrid esetében sikeresen alkalmaztunk (Ambrus és *mt-sai.*, 2006). A szelekció eredményét a 2. táblázatban ismertetjük. Mind a három (Pq, MR, *t*-BHP) szelekciós ágens alkalmazása során sikerült fertilis növényt előállítani mindhárom hibrid esetében (2. táblázat).

Hibridek	Paraméter	Pq		MR	<i>t</i> -BHP	
		0.5 μ M	1.0 μ M	10 μ M	100 μ M	1000 μ M
A18	Portok válasz %	20,8 \pm 1,04	13,0 \pm 0,65	30,0 \pm 1,5	52,6 \pm 2,63	28,0 \pm 1,4
	Embrió indukció (%)	40,2 \pm 2,01	22,3 \pm 1,11	73,0 \pm 3,8	102,0 \pm 5,1	49,0 \pm 2,45
	Regeneráció (%)	10,1 \pm 0,5	3,4 \pm 0,17	3,8 \pm 0,19	5,4 \pm 0,27	4,4 \pm 0,22
	Fertilis növény (db)	10\pm0,5	5\pm0,25	10\pm0,5	8\pm0,4	2\pm0,1
H1	Portok válasz%	21,0 \pm 1,05	19,7 \pm 0,98	34,0 \pm 1,7	21,3 \pm 1,06	0 \pm 0
	Embrió indukció (%)	45,0 \pm 2,25	34,0 \pm 1,7	57,3 \pm 1,86	46,0 \pm 2,3	0 \pm 0
	Regeneráció (%)	6,6 \pm 0,33	5,8 \pm 0,29	0,3 \pm 0	7,3 \pm 0,36	0 \pm 0
	Fertilis növény (db)	9\pm0,45	7\pm0,35	1\pm0,05	2\pm0,1	0\pm0
H2	Portok válasz%	26,2 \pm 1,31	19,8 \pm 0,99	33,0 \pm 1,65	18,4 \pm 0,92	0,7 \pm 0,03
	Embrió indukció (%)	42,3 \pm 2,11	25,3 \pm 1,26	68,0 \pm 3,4	59,8 \pm 2,99	0,8 \pm 0,04
	Regeneráció (%)	7,5 \pm 0,37	4,4 \pm 0,22	8,2 \pm 0,45	11,0 \pm 0,55	0 \pm 0
	Fertilis növény (db)	4\pm0,2	3\pm0,15	4\pm0,2	6\pm0,3	0\pm0
H3	Portok válasz%	33,0 \pm 0,16	28,3 \pm 1,41	20,8 \pm 1,04	31,0 \pm 1,55	9,4 \pm 0,2
	Embrió indukció (%)	64,0 \pm 3,25	62,3 \pm 3,11	50,6 \pm 2,53	64,2 \pm 3,21	19,9 \pm 0,99
	Regeneráció (%)	11,2 \pm 0,56	6,8 \pm 0,34	9,0 \pm 0,45	8,9 \pm 0,44	5,4 \pm 0,27
	Fertilis növény (db)	4\pm0,2	2\pm0,1	2\pm0,1	2\pm0,1	1\pm0,05

2.táblázat: A szelekciós ágensek hatására adott portok válasz, embrió indukció, növényregeneráció, valamint az előállított fertilis növények száma a különböző hibridek esetében.

A szelekció során az A18 hibridhez hasonlóan az összes szelekciós ágens csökkentette a portokválaszt, az embrió indukciót, a regenerációs képességet valamint a fertilis DH növények számát a kontrollhoz képest mindhárom hibrid esetében. Pq és MR tartalmú táptalajról mindhárom hibridnél sikerült fertilis növényt regenerálni. A *t*-BHP alkalmazásakor csak az alacsonyabb koncentráción tudtunk fertilis növényeket regenerálni mindhárom hibridnél. Magasabb *t*-BHP koncentrációnál a H1 és H2 hibridnél egyáltalán nem sikerült növényt regenerálni és a H3 hibrid esetében is csak 1 db fertilis DH növényt kaptunk.

A szelekció eredményessége az utódnövények fiziológiai tulajdonságainak (stressztűrő képességének) vizsgálatával teszteltük.

A Pq szelektált DH₁ növények fiziológiai vizsgálata: Kísérleteinkbe 16 db H1 hibrid eredetű, 7 db H2 hibrid eredetű, 6 db H3 hibrid eredetű paraquat tartalmú táptalajról

származó DH vonalat vontunk be, kontrollként a szelekciós ágenszt nem tartalmazó táptalajról regenerált DH vonalakat használtuk.

Paraquat hatására a PSI akceptor oldalán képződő toxikus oxigén formák károsítják a fotoszintetikus apparátus szerkezetét, ami fotoszintetikus aktivitás csökkenéshez vezet. Ez a csökkenés gyorsan (már 4 óra múlva) detektálható a klorofill *a* fluoreszcencia módszerével, az Fv/Fm fluoreszcencia paraméter segítségével. Meghatároztuk az Fv/Fm paramétert Pq hatására és kontroll körülmények között, és a kapott eredményeinkből tolerancia indexet számoltunk amit a 3. táblázatban mutatunk be.

Hosszabb távon a Pq hatására képződő toxikus oxigén formák hatására a sejt membrán integritása felborul, a sejtnedv kiáramlik, amit ionvezető-képesség mérésével detektálhatunk. Az ionkiáramlás mérésének eredményeiből is tolerancia indexet számoltunk amit a 3. táblázatban ismertetünk.

Genotípus	H1	H1D	H1P1	H1P2	H1P3	H1P4	H1P5	H1P6	H1P7
Tl _{Fv/Fm}	0,8	1,0	3,8**	1,5*	1,1	1,6*	3,2*	1,2	0,9
Tl _{ionvez}	1,1	1,0	1,2*	1,3*	0,8	1,1	6,9**	1,5*	0,9
Genotípus	H1P8	H1P9	H1P10	H1P11	H1P12	H1P13	H1P14	H1P15	H1P16
Tl _{Fv/Fm}	12,6**	2,8**	2,1*	15,9**	1,1	0,9	2,7**	1,4	0,9
Tl _{ionvez}	1,4*	1,2	1,2*	1,4*	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1
Genotípus	H2	H2D	H2P1	H2P2	H2P3	H2P4	H2P5	H2P6	H2P7
Tl _{Fv/Fm}	1,2	1,0	1,3	1,3	1,5*	1,0	1,4	1,1	3,9**
Tl _{ionvez}	1,1	1,0	1,2*	1,3*	1,3*	0,8	1,3*	0,9	1,3*
Genotípus	H3	H3D	H3P1	H3P2	H3P3	H3P4	H3P5	H3P6	
Tl _{Fv/Fm}	0,7	1,0	1,0	1,0	3,1**	1,2	1,8*	1,0	
Tl _{ionvez}	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3*	1,2*	1,7*	1,2*	

H1 = a kiindulási hibrid, H1D = nem szelektált DH genotípus, H1P1-16 = Pq szelektált DH vonalak.
H2 = a kiindulási hibrid, H2D = nem szelektált DH genotípus, H2P1-7 = Pq szelektált DH vonalak.
H3 = a kiindulási hibrid, H3D = nem szelektált DH genotípus, H3P1-6 = Pq szelektált DH vonalak.
A szignifikáns ($p < 0,05$ és $0,01$) különbséget * ill. ** jelöli.

3. táblázat: A Pq szelektált vonalak tolerancia indexei

A H1 hibrid Pq szelektált DH₁ utódjainak eredményeiből számolt tolerancia index tanulmányozásakor az Fv/Fm paraméter tekintetében 9 és az ionkiáramlás tekintetében is 9 olyan genotípust találtunk, amelyeknek a tolerancia indexe magasabb volt a nem szelektált DH vonalénál. Ezek közül 7 genotípus (H1P1, H1P2, H1P5, H1P8, H1P9, H1P10, H1P11) esetében mindkét tulajdonságra nézve szignifikánsan nagyobb tolerancia index értékeket számoltunk a mért adatok alapján (3. táblázat).

A H2 hibrid Pq szelektált DH₁ utódjainak vizsgálatakor a számolt tolerancia index az Fv/Fm paraméter esetében 2 és az ionkiáramlás tekintetében 5 genotípusnál szignifikánsan nagyobb értéket mutatott, mint a nem szelektált DH vonal. Kettő (H2P3, H2P7) genotípusnál mindkét mért tulajdonság tekintetében nagyobb tolerancia indexet határoztunk meg (3. táblázat).

A H3 hibrid Pq szelektált DH₁ utódjainak eredményeiből számolt tolerancia indexe tanulmányozásakor azt tapasztaltuk, hogy az Fv/Fm paraméter tekintetében 2 és az ionáramlás tekintetében pedig 4 olyan genotípust találtunk amelyeknek a rezisztencia faktora magasabb volt a nem szelektált DH vonalénál. Két (H3P3, H3P5) genotípusnak volt szignifikánsan nagyobb a rezisztencia faktora mindkét mért tulajdonság esetében a nem szelektált DH genotípushoz viszonyítva (3. táblázat).

Alacsony hőmérséklet hatása a csírázásra:

A továbbiakban megvizsgáltuk a hideg (mint oxidatív úton ható stressz) csírázásra gyakorolt hatását. Meghatároztuk az egyes vonalak csírázási indexét alacsony ill. szobahőmérsékleten, majd az anyag és módszer fejezetben ismertetettek szerint hidegtűrési indexüket, melynek eredményét a 4. táblázatban mutatjuk be.

Genotípus	H1	H1D	H1P1	H1P2	H1P3	H1P4	H1P5	H1P6	H1P7
HF	0,3	1,0	0,5	3,6**	0,9	2,5**	2,2**	2,9**	3,5**
Genotípus	H1P8	H1P9	H1P10	H1P11	H1P12	H1P13	H1P14	H1P15	H1P16
HF	3,2**	3,8**	6,1**	2,9*	0	3,8**	2,6**	2,0*	1,7*
Genotípus	H2	H2D	H2P1	H2P2	H2P3	H2P4	H2P5	H2P6	H2P7
HF	0,1	1,0	1,5*	2,0*	1,5*	0,3	1,3	1,6*	1,7*
Genotípus	H3	H3D	H3P1	H3P2	H3P3	H3P4	H3P5	H3P6	
HF	1,3	1,0	1,5*	1,1	1,6*	1,5*	2,0*	1,9*	

H1 = a kiindulási hibrid, H1D = nem szelektált DH genotípus, H1P1-16 = Pq szelektált DH vonalak.

H2 = a kiindulási hibrid, H2D = nem szelektált DH genotípus, H2P1-7 = Pq szelektált DH vonalak.

H3 = a kiindulási hibrid, H3D = nem szelektált DH genotípus, H3P1-6 = Pq szelektált DH vonalak.

4. táblázat: A vonalak hidegtűrési indexe

A hidegtolerancia index eredményeinek tanulmányozásakor a H1 hibrid eredetű Pq szelektált vonalaknál 13 (H1P2, H1P4-11 és H1P13-16), a H2 hibrid eredetű Pq szelektált vonalainál 5 (H2P1-3, H2P6-7) és a H3 hibrid Pq szelektált vonalainál 5 (H3P1, H3P3-6) genotípus szignifikánsan nagyobb hidegtűrési indexel rendelkezett, mint a kontrollként használt nem szelektált DH genotípus, ami előnyös lehet a korai csírázásakor, ill. a későn beköszöntő tavasz idején.

Kapott eredményeinket összevetve azt tapasztaltuk, hogy azon genotípusok, amelyek a Pq okozta stresszel szemben nagyobb tolerancia indexel rendelkeztek, mint a nem szelektált DH genotípus, azoknak a csírázáskori hidegtűréseik is szignifikánsan jobbak voltak. Ezt a H1 hibridnél 6, a H2 hibridnél 2 és a H3 hibridnél 2 vonalánál tapasztaltuk, amelyek a magasabb Pq koncentrációjú táptalajról származtak.

Összességében tehát elmondható, hogy több szelektált genotípus esetében kereszt-tolerancia alakult ki. A mindkét tulajdonságra (Fv/Fm, ionvezető képesség) megvizsgált szelektált (29) DH vonalból 11 db toleránsabbnak bizonyult a Pq okozta oxidatív stresszel szemben, 23 db toleránsabb volt a csírázáskori hideg-stresszel szemben. Ezek közül 10 db mind a Pq-tal, mind pedig a csírázáskori hideggel szemben is toleránsnak bizonyult a kontroll genotípusokhoz viszonyítva.

Mindezen vizsgálatok eredményei rámutattak arra, hogy reaktív oxigén gyököket indukáló vegyületek felhasználásával sikeresen megvalósítható a mikroszporák *in vitro*

szelekciója, belőlük fertilis DH oxidatív stresszekkel szemben ellenálló növények állíthatók elő. A kidolgozott technika nemcsak modell genotípuson működik, hanem alkalmazható nemesítési szempontból értékes hibrideken is. A szelektált vonalak nemcsak a Pq okozta oxidatív stresszel, hanem más oxidatív módon ható stresszel (pl. hideg) szemben is toleránsabbnak bizonyultak. Ezáltal jó adaptációs képességgel rendelkező értékes nemesítési alapanyagok állíthatók elő.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozatot a TO37391 és K 72542 sz. OTKA pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

- Ambrus, H., Darkó, É., Szabó, L., Bakos, F., Király, Z., Barnabás, B. (2006) In vitro microspore selection in maize anther culture with oxidatív-stress stimulators. *Protoplasma* 228: 87-94.
- Darkó, É., Ambrus, H., Fodor, J., Király, Z. and Barnabás, B. (2009) Enhanced tolerance to oxidative stress with elevated antioxidant capacity in doubled haploid maize derived from microspore exposed to paraquat. *Crop Sci.* 49: 628-636.
- Frova, C. (1990) Analysis of gene expression in microspores, pollen, and silks of *Zea mays* L. *Sex. Plant Rep.* 3: 200-206.
- Herczegh, M. (1978) A kukorica hidegtűrő képességének javítása nemesítéssel. Kandidátusi értekezés, Martonvásár, p. 139.
- Király, Z. (2002) New aspects of breeding crops for disease resistance. In: *Use of Agriculturally Important Genes in Biotechnology.* (ed.) Hrazdina, IOS Press, Amsterdam, pp. 124-130.
- Marton, L.Cs. (1992) Kukorica beltenyésztett törzsek és hibridjeik hidegtűrése. Kandidátusi értekezés. Martonvásár, p. 132.
- Marton, Cs.L. and Kőszegi, B. (1997) Inheritance of cold test index of maize in sterilised and normal soil. In: *Proceedings of the international symposium on cereal adaptation to low temperature stress in controlled environments.* (Szerk). Bedo Z., Sutka J., Tischner T., Veisz O. Martonvásár Phytotron 25th Anniversary celebrations, 2-4 June 1997. pp. 281-284.
- Pastori, G.M. and Trippi, V.S. (1992) Oxidative stress induces high rate of glutathione reductase synthesis in a drought-resistant maize strain. *Plant Cell Physiol.* 33: 957-961.
- Van Kooten, O. and Snel, J.F.H. (1990) The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynth. Res.* 25: 147-150.

Martonvásári herbicid tolerancia vizsgálatok kukoricában

Bónis Péter, Árendás Tamás, Berzsenyi Zoltán, Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

Mezőgazdasági Intézet, Növénytermesztési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: bonis.peter@agrar.mta.hu

Összefoglaló

A gyomirtási, gyomirtó szer érzékenységi kutatások közvetlenül a herbicidek megjelenésekor elkezdődtek Martonvásáron. Az itt beállított kísérletek megalapozói voltak a későbbi hazai nagyüzemi kukorica termesztés gyakorlatának. *I'só István, Barabás Zoltán, Gyórfy Béla, Szabó J. László* az 1950-60-as években munkájukkal bebizonyították, hogy a kémiai gyomirtó szerek nem, vagy csak bizonyos körülmények között okozhatnak károsodást a kukoricán, csökkenthetik a termését. Az általuk elért eredmények, kidolgozott módszerek jelentik a kiindulópontot a mai gyomirtó szer érzékenységi kutatásokhoz is. Egy 2013-ban beállított herbicid tolerancia kísérlet ismertetésével mutatjuk be a martonvásári kutatások jelen eredményeit.

2013-ban 48 martonvásári kukorica szülői alapanyag reakcióit vizsgáltuk 5 pre- és 11 posztemergens gyomirtó szer hatására. A preemergens kezelések nem okoztak károsodást a kukorica genotípusokon, a posztemergensen kijuttatott herbicidek közül, a genotípusok átlagában 3 készítmény váltott ki erőteljesebb tüneteket.

Bevezetés

A kukoricát, az évszázadok során kialakult széles tőtávú termesztéstechnológiája miatt „kapás kultúraként” tartjuk számon. A kapás jelző jól mutatja, hogy pl. az őszi búzával ellentétben, ami helyes mezőgazdasági gyakorlat alkalmazásával (vetésváltás, optimális tápanyag utánpótlás, talajművelés, vetésidő, tőszám, fajta) akár gyomirtás nélkül is termeszthető, a kukoricában mechanikai, kémiai vagy más gyomszabályozási módszer használata szükséges a gazdaságos termésmennyiség elérése érdekében.

Magyarországon a kukorica hibridek termesztéstechnológiájának kidolgozásához a martonvásári kutatások eredményei jelentős mértékben járultak hozzá. *I'só (1958, 1962, 1966, 1969), később Bajai (1979)* szerkesztette kötetekbe a Martonvásáron és az ország különböző termőterein beállított kukorica termesztési kísérletek eredményeit. A vetésidő, a tőszám, a trágyázás, a kapálás alapvető kérdései mellett az évek során az is bizonyítást nyert, hogy a kukoricában az 1950-es évektől kezdődően folyamatosan megjelenő és a gyakorlatba átültetni kívánt kémiai gyomirtó szerek között vannak nagyon szelektívek, amelyek nem, vagy csak bizonyos körülmények között károsítják a kukoricát, és egyben hatékonyak a gyomnövények ellen. Martonvásáron *I'só (1958a), Barabás (1955), Gyórfy (1962a, 1962b)* úttörőként végeztek gyomirtó szerek vizsgálatokat, és jegyezték fel károsító hatásokat kukoricában. *Barabás és*

Barabás (1955) a növényi regulátorokkal, mint gyomirtó szerekkel kapcsolatos ismereteket szemleciikkben foglalták össze, megemlítve az Mv 5 kukorica hibriden 2,4-D hatására megjelenő fitotoxikus tüneteket is. *I'só (1958a)* két vizsgálati évben, Mv 5 kukorica hibriddel Martonvásáron beállított kísérletekben, háromszori gyomirtó szeres permetezést háromszori kapálással összehasonlítva szemtermés csökkenést mért és a 2,4-D kezelések következtében fitotoxikus károsodás tüneteit tapasztalta. *Csongrádyiné (1958)* Martonvásáron és Keszthelyen Mindszentpusztai sárga lófogú kukorica fajtával párhuzamosan beállított gyomirtó szeres kísérletek eredményei alapján leírta, hogy a hormonhatású herbicidek a kukorica 10 cm-es fejlettségig (4-6 leveles állapot) erőteljesen károsították a kultúrnövényt, ezért a preemergens és a 10-20 cm-es korban elvégzett posztemergens kezelést javasolta. *Kükedi (1962, 1965, 1970)* szemes-, és takarmánycirokban állított be gyomirtási kísérleteket a kukoricában használt gyomirtó szerekkel. Megfigyelte, hogy a cirokfélék sokkal érzékenyebben reagáltak a vizsgált herbicidekre, mint a kukorica. A preemergens 2,4-D kezelés növényszám csökkenést, a posztemergens pedig gyökértorzulást, levélsodródásos tüneteket, a nagyobb adagú (8 kg/ha) Atrazin kezelés ugyancsak növényszám csökkenést okozott egyes cirokfélékben.

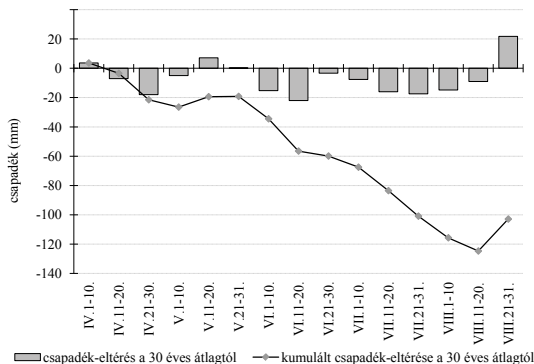
Atrazin és tiokarbamat típusú gyomirtó szerekkel, karbamidokkal, klóracetanilidek csoportjába tartozó készítményekkel kapcsolatos vizsgálatokat *Gyórfy (1969a, 1969b)*, valamint *Gyórfy és Szabó (1969a, 1969b, 1969c, Berzsényi és mtsai 1985, 1986, 1997, Berzsényi és Gyórfy 1989)* végeztek Martonvásáron. Megállapították, hogy a vizsgált kombinációk közül az Atrazin a legszelektívebb, míg a metil-merkapto-triazinok, a karbamidok, a klóracetanilidek csoportjába tartozó készítmények esetenként, a kijuttatás időpontjától, az évjáráttól függően károsíthatják a kukoricát, és termésdepressziót okozhatnak. *Gyórfy (1974, 1975, 1978)* a tiokarbamatok csoportjába tartozó EPTC és butilát, valamint a klóracetanilidok közül az acetoklór, metolaklór, alaklór és propaklór hatóanyagok készítményeivel végzett tenyészedényes és szántóföldi, gyomirtási kísérleteket. A kukoricán okozott fitotoxikus károk mértéke alapján rangsort állítottak fel a herbicidek között. Berzsényi és munkatársai folytatták a szántóföldi és fitotroni kísérleteket új, széles hatásspektrumú herbicideket is bevonva a vizsgálatokba (*Berzsényi és mtsai 1994*). Az elmúlt évtizedekben a főként posztemergensen kijuttatandó gyomirtó szerek térhódítása is szükségessé tette a beltenyésztett törzsek és hibridjeik herbicid tolerancia vizsgálatnak kiterjesztését, melyek legújabb martonvásári eredményeit Bónis és munkatársai közlései foglalták össze (*Bónis és mtsai 2000, 2002, 2003, 2004, 2011, 2013*). A gyomirtó szerek hatását a szülő vonalak szemtermés beltartalmi összetevőinek (fehérje-, keményítő-, olajtartalom) változására Bónis és munkatársai vizsgálták (*Bónis és mtsai 2008*).

A gyomirtó szerek az integrált gyomszabályozás jelentős elemei. A kukorica genotípusok és a herbicidek folyamatos tesztelése fontos része a biztonságos termesztéstechnológia kidolgozásának.

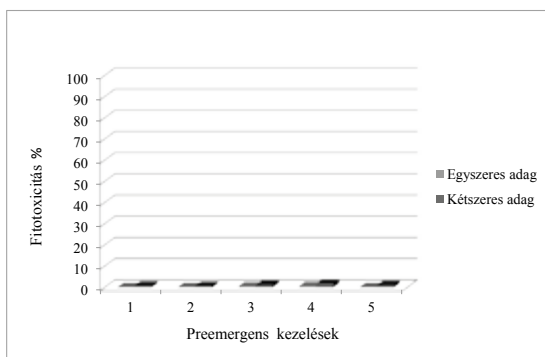
A kultúrnövények gyomnövényzete a nagyüzemi gazdálkodás kialakulása, az agro-technikai adottságok, technológiák megváltozása, valamint a herbicidek alkalmazása következtében átalakult. Ujárosi Miklós, aki rövid ideig (1952-53) az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében, Martonvásáron is dolgozott, az egész ország területére kiterjedő felvételezésekkel térképezte fel kukoricavetések gyomviszonyait *Ujárosi (1979)*. A vizsgálatokat halála után (1981) gyomnövény szakértők folytatják 10 évenkénti rendszerességgel (*Novák és mtsai 2009*).

Anyagok és módszerek

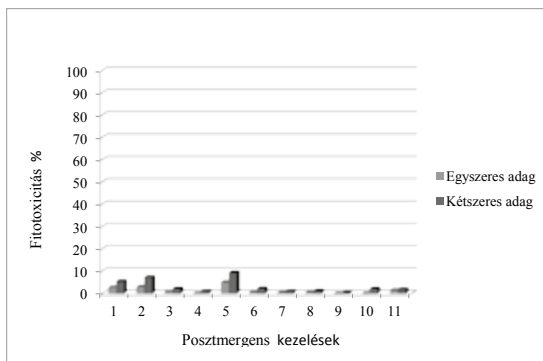
A szabadföldi herbicid tolerancia vizsgálatok metodikáját a 2013-ban beállított, osztott parcellás kísérlet eredményeinek segítségével mutatjuk be. A vizsgálati év időjárása száraz, csapadékszegény volt (1. ábra). A kukorica tenyészidőszakában a 30 éves átlag csapadék mennyiségének mindössze 32%-a hullott, a hőszénnapok száma pedig 9-cel haladta meg az időszakra jellemző értéket. A szántóföldi kisparcellás kísérletben 5 preemergensen és 11 posztemergensen kijuttatandó gyomirtó szert, illetve kombinációt vizsgáltunk. A herbicideket az engedélyokiratban szereplő maximális dózissal és ennek kétszeres mennyiségével, parcella permetezőgéppel juttattuk ki. A kísérletet két ismétlésben állítottuk be úgy, hogy minden kezelt parcellához tartozott egy kezeltetlen kontroll. A preemergens kezeléseket a kukorica kelése előtt, a posztemergens kezeléseket a kultúr-növény 8 leveles fejlettségi állapotában permeteztük ki. A preemergens gyomirtó szerek hatóanyagai sorrendben a következők voltak: 1) *mezotrion* + *S-metolaklór* + *terbutilazin*; 2) *izoxaflutol* + *ciproszulfamid*; 3) *izoxaflutol* + *tienkarbazon-metil* + *ciproszulfamid*; 4) *dimetenamid-p* + *terbutilazin*; 5) *pendimetalin*. A posztemergens készítmények hatóanyagai sorrendben így követték egymást: 1) *nikoszulfuron*; 2) *mezotrion* + *nikoszulfuron*; 3) *tembotrion* + *izoxadifen etil*; 4) *topramezon* + *dikamba*; 5) *foramszulfuron* + *izoxadifen-etil*; 6) *proszulfuron*; 7) *dimetenamid-p* + *terbutilazin* + *topramezon*; 8) *pendimetalin* + *topramezon*; 9) *bentazon* + *dikamba*; 10) *mezotrion* + *terbutilazin*; 11) *petoxamid* + *terbutilazin*. A kezeléseket 14 nappal felvételeztük a látható fitotoxikus tüneteket, amit 0-tól 100-ig terjedő skálán, százalékban fejeztünk ki.



1. ábra. A dekádonkénti és a kumulált csapadék mennyisége a kukorica tenyészidőszakában. Martonvásár, 2013



2. ábra. A preemergens gyomirtó szer kezeléseket okozta fitotoxikus károk mértéke a genotípusok átlagában, herbicid tolerancia kísérletben. Martonvásár, 2013.



3. ábra. A posztemergens gyomirtó szer kezeléseket okozta fitotoxikus károk mértéke a genotípusok átlagában, herbicid tolerancia kísérletben. Martonvásár, 2013.

Eredmények és következtetések

A preemergens kezelések, gyakorlatilag nem, vagy csak igen minimális tüneteket okoztak a kukorica genotípusokon (2. ábra). A permetezés május 11-én történt, ezt követően két héten belül a gyomirtó hatás kifejtéséhez feltétlenül szükséges 15-20 mm csapadék lehullott.

A posztemergens gyomirtó szerek súlyosabb károsodásokat okoztak a kukorica genotípusokon, mint a preemergens kezelések (3. ábra).

A legerőteljesebb tünetek az 1., a 2., és az 5. gyomirtó szer hatására alakultak ki a kukorica növényeken (3. ábra). E három kezelés kétszeres dózisa csaknem megduplázták a látható károsodás mértékét. A beltenyészett törzsek jól tolerálták a gyomirtó szerek kezeléseket.

Irodalomjegyzék

- Bajai J. (1979) (Szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1968 – 1974. Akadémiai Kiadó, Budapest. 426
- Barabás, Z. (1955) Kapálás és kapálás nélküli gyomirtás hatása a kukorica termésére egyévi kísérletben. *Növényterm.* 4: 183-187.
- Barabás, Z., Barabás, Z.-né. (1955) Regulátorok (szabályozó anyagok) felhasználása a gyomirtásban. *Növényterm.* 4: 257-279.
- Berzsényi, Z., Horváth, A., Fodor, F. (1985) Kukorica gyomirtási kísérletek antidotált EPTC és acetoklór herbicidekkel. *Növényvéd.* 21: 501.
- Berzsényi, Z., Fodor, F., Horváth, A. (1986) Tiolkarbamát és klóracetanilid hatóanyagú herbicidkombinációk dózishatás tesztje szabadföldi és fitotron kísérletekben. *Növényvéd.* 22: 456
- Berzsényi, Z., Gyórfy, B., (1989) Comparative study of the phytotoxicity of acetanilide herbicides on maize (*Zea mays* L.) as affected by temperature and antidotes. *Acta Agron. Hung.* 38: 371-384.
- Berzsényi, Z., Bónis, P., Árendás, T., Berényi, Gy. (1994) Comparative investigations on the efficacy and selectivity of different herbicides in maize. *Z. Pflkrankh. Pflschutz. Sonderh.* 14: 457-466.
- Berzsényi, Z., Gyórfy, B., Árendás, T., Bónis, P., Lap, D. Q. (1997) Studies on the phytotoxicity of herbicides in maize (*Zea mays* L.) as affected by temperature and antidotes. *Acta Agron. Hung.* 45: 443-448.
- Bónis, P., Árendás, T., Berzsényi, Z., Marton, L. Cs. (2000) Kukoricahibridek szülői komponenseinek herbicid toleranciája. *Növényvéd.* 36: 633-638.
- Bónis, P., Árendás, T., Marton, L. Cs., Torkos, Gy., Takács, E. (2002) Kukorica hibridek herbicid tolerancia vizsgálata szántóföldi kísérletben. In: A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában. Szerk.: Sutka, J., Veisz, O. Jub. Tud. Ülés. Martonvásár. 87-91.
- Bónis, P., Árendás, T., Marton, L. Cs. (2003) Martonvásári beltenyészett kukoricatörzsek és szülői komponensek herbicid tolerancia vizsgálata szántóföldön. In: Szántóföldi növények tápanyagellátása. Szerk.: Csorba, Zs., Jolánkai, P., Szöllősi, G. III. Növ. Term. Tud. Nap. Gödöllő. 98-101.
- Bónis, P., Árendás, T., Berzsényi, Z., Marton, L. Cs. (2004) Herbicide tolerance studies on maize inbred lines. *Z. Pflkrankh. und Pflschutz. Sonderh.* XIX: 901-907.
- Bónis P., Árendás T., Berzsényi Z., Marton L.C. (2008) Effect of herbicide treatments on the yield and quality parameters of maize in different years. *Cereal Res. Comm. Suppl.* 36: 215-218.

- Bónis P., Árendás T., Jócsák I., Mikecz C., Micskei G., Marton L. C. (2011) Effect of abiotic stress factors on the chlorophyll content of inbred maize lines *Acta Agron. Hung.* 45: 443-448.
- Bónis, P., Árendás, T., Szőke, Cs., Micskei, Gy., Marton, L. Cs. (2013) Posztemergens kukorica gyomirtó szerek hatása kukorica törzsekre rendkívül aszályos évjáratban. *Agrártudományi Közlemények. Acta Agr. Debr. Különszám 53:*71-74.
- Csongrády, M-né. (1958) Gyomirtó permetezések kukoricában. In: I'só, I. (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1953 – 1957. Akadémiai Kiadó Budapest.* 315-323.
- Győrffy, B. (1962a) Vegyszerkombinációk használata a kukorica gyomirtására. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó Budapest.* 338-340.
- Győrffy, B. (1962b): Magyar klóraminotriazin készítmények összehasonlítása Simazinnal és Atrazinnal. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Akadémiai Kiadó Budapest.* 341-344.
- Győrffy, B. (1969a) A kukorica-gyomirtási kísérletek, 1960-1964. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 375-392.
- Győrffy, B. (1969b) A kukorica gyomirtására használt herbicidek és herbicidkombinációk értékelése IV. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 355-374.
- Győrffy, B., Szabó J. L. (1969a) A kukorica gyomirtására használt herbicidek és herbicidkombinációk értékelése I. Az Atrazin toleráns gyomok irtásának újabb lehetőségei. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 324-335.
- Győrffy, B., Szabó J. L. (1969b) A kukorica gyomirtására használt herbicidek és herbicidkombinációk értékelése II. Az Atrazin és az N-szubsztituált klór-acetamid-csoportbeli herbicidek kombinációi. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 336-344.
- Győrffy, B., Szabó J. L. (1969c) A kukorica gyomirtására használt herbicidek és herbicidkombinációk értékelése III. Az Atrazin, N-metoxi-karbamid és klór-acetamid herbicidek kombinációi. In: I'só, I. (Szerk.): *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 345-355.
- Győrffy, B. (1974) A Sutan és Eradicane használata a kukorica gyomirtásában. Stauffer gyomirtási ankét. INTERÁG, Budapest.
- Győrffy, K. (1975) A kukoricatermesztésben használt herbicidek fitotoxikus hatása. Diplomadolgozat. Agrártudományi Egyetem, Keszthely
- Győrffy, K. (1978) Adatok a kukorica herbicid érzékenységéhez. Egyetemi Doktori Értekezés. Agrártudományi Egyetem, Keszthely. 66
- I'só, I. (1958) (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1953 – 1957. Akadémiai Kiadó Budapest.* 408
- I'só, I. (1958a) Ápolási kísérletek kukoricával. In: I'só, I. (1958): (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1953 – 1957. Akadémiai Kiadó, Budapest.* 269-285.
- I'só, I. (1962) Dóziskísérletek Simazinnal. In: I'só, I. (1962): (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1958 – 1960. Akadémiai Kiadó Budapest.* 359-362.
- I'só, I. (1966) (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1961– 1964. Akadémiai Kiadó Budapest.* 483
- I'só, I. (1969) (Szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1965 – 1968. Akadémiai Kiadó Budapest.* 498
- Kükedi, E. (1962) A takarmánycirok vegyszeres gyomirtásáról. *Magyar Mezőgazd.* 17/5:14-15
- Kükedi, E. (1965) A takarmánycirok vegyszeres gyomirtásának újabb tapasztalatai. *Magyar Mezőgazd.* 20/45: 12-13

- Kükedi, E. (1970): Szemescirok vegyszeres gyomirtási kísérletek eredményei, tapasztalati 1968-ban és 1969-ben. Növényterm. 19/3: 275-283
- Novák, R., Dancza, I., Szentey, L., Karamán., J. (2009) Ötödik Országos Gyomfelvételezés (2007-2008) FVM, Budapest. 95
- Ujvárosi, M. (1979) Változások a kukorica gyomnövényzetében az elmúlt 20 évben. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1968-1974. Szerk.: Bajai, J. Akadémiai Kiadó. Budapest. 139-154.

A hibridkukorica első 30 éve Magyarországon

Hadi Géza, Pintér János, Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

hadi.geza@agr.ar.mta.hu

Összefoglaló

Magyarországon és Európában elsőként martonvásári hibridkukoricát minősítettek. A vetőmagipar és kereskedelem gyorsan kiépült, melynek hatására 1962-63-ban Magyarország vetésterületének túlnyomó részén hibridkukoricát termeltek.

1953-83 között Magyarországon 20 millió hektárt meghaladó, Európában pedig 25 millió hektárt megközelítő mennyiségű vetőmagot értékesítettek.

Magyarországon népszerűek voltak a C5, 156, O14, N6 és WF9 vonalakkal előállított hibridek, melyek kiváló termőképességük mellett kiválóan alkalmazkodtak a talaj természetes termőképességéhez és jól ellenálltak a rostosüszög fertőzésnek is.

Bevezetés

Az iparosítás következményeként a falusi lakosság nagy számban hagyta el a mezőgazdaságot. A természetett növények kézi munkaerő híján termesztésükhöz iparosítható eljárásokat igényeltek.

A kukorica termesztésben az iparosításhoz kiváló lehetőséget biztosított a hibridkukorica elterjedése.

A hibridkukorica nemesítése egy eljárás, melynek során önporzással homozigóta vonalakat hoznak létre, azok általános használhatóságát teszteléssel állapítják meg. Létrehozzák azokat az SC, TC, DC típusú hibrideket, melyeknek a termőképessége biotikus és abiotikus alkalmazkodóképessége elfogadható a köztermesztés számára.

A szülői vonalakat izolált területen feldaporítják. Ezek vetőmagjával az előírt séma szerint ipari vetőmagtermesztést végeznek, melyet szükség szerint évente ismételnék. Európában törvényi előírás, hogy csak a regisztrált hibridek hatóságilag ellenőrzött vetőmagját lehet forgalomba hozni. Ahhoz, hogy hibridet termeljenek regisztrált fajtákra van szükség.

Eredmények

Az első regisztrált kukoricahibrid Európában a Pap Endre által Martonvásáron nemesített hibridek voltak. (Mv 5=1953, Mv 1= 1955) (1. táblázat)

Hibrid	Pedigré	Elismerés éve	Összes eladott vetőmag (ha)
Mv DC 5	(0118B*156)*(C5*014)	1953	2 769 479
Mv DC 1	(WF9*M14)*(C5*014)	1955	4 497 800
Mv MC 39	[(WF9*M14)*(C5*014)*(0118b*156)]	1957	157 058
Mv MC 40	[(A96*A34)*(0117b*156)*(Min6*01)]	1959	1 497 012
Mv DC 42	(Iregi*L17)*(Min6*01)	1960	43 262
Mv DC 57	(0118b*156)*(A96*A34)	-	22 388
Mv DC 58	(0118b*156)*Min6*01)	-	25 776
Mv DC 48	(C5*WF9)*(0118b*156)	1961	758 616
Mv 26	(C5*014)*Mindszentpusztai White	1961	660 804
Mv DC 59	C5CmsC*N6)*(0118b*156)	1962	1 854 216
Mv DC 602	(WF9*N6)*(C5*014)	1964	2 430 825
Mv DC 502	(156*OH43)*(C5*014)	1966	26 184
Mv SC 520	(156*N6)*(C5*014)	1968	509 700
Mv TC 521	(C5*N6)*B125	1968	50 896
Mv SC 530	156*N6	1968	604 667
Mv SC 620	WF9*N6	1968	254 569
Mv TC 651	(WF9*N6)*c103	1969	34 016
Mv TC 290	(0118a*W153R)EP1	1970	68 429
Mv SC 370	156*A90	1970	105 898
Mv TC 431	(156*N6)*C5	1970	620 234
Mv TC 540	(Be03b*N6)*B125	1970	190 880
Mv SC 570	C5*N6	1970	42 368
Mv TC 596	(156*N6)*HMv850	1970	953 230
Mv TC 610	(C5*N6)*HMv850	1970	64 555
Mv TC 281	(0118a*A90)*EP1	1971	55 911
Mv DC 460	(B125*B18/4)*(Be03b*N6)	1971	406 366
Mv SC 660	N6*C103	1971	30 931
Mv MSC 262	(0118a*0118aR2)*EP1	1972	17 121
Mv SC 380	156*w153R	1972	410 623
Mv SC 580	156*B14	1972	477 813
Mv SC 587	A374h*CE187	1972	27 717
BEMA 250	(0118aR2*W153R)*(Dbe19*DBe42)	1974	179 549
Mv SC 405	156*B18/4	1974	173 425
Mv DC 350	(0118a*A90)*(156*W153R	-	11 300

Hibrid	Pedigré	Elismerés éve	Összes eladott vetőmag (ha)
Mv MSC 342	(HMv480*W153R)*A90	1976	36 299
Mv SC 424	156*F564	1976	3 918
Mv SC 429	156*HMv404	1976	124 584
Mv TC 296	(0118aR2*W153R)*HMv404-C	1978	40 888
Mv SC 484	F564*A632	1978	19 865
BEMA TC 210	(F7CmsC*F2)*CM7/Mv	1980	19 151
Mv SC 434	HMv403*MA61A47D	1981	15 623
Összesen:			20 304 230

1. táblázat. Martonvásári hibridek és azok vetésterületei (1953-83)

Martonvásár később is élen járt a hibridkukorica nemesítésben. Pap Endre és munkatársai: Kovács István, Csetneki András, Kovács Károly, Herczegh Márton, Dolinka Bertalan és Manninger István 1983-ig 42 minősített hibridet állítottak elő, melyeket kezdetben a martonvásári hibridüzemben, később az ország folyamatosan kiépített hibridüzemeiben termeltek meg és hoztak forgalomba.

Az 1. táblázat alapján látható, hogy Magyarországon a legsikeresebb hibrid az Mv 1. volt, melyből 4,5 millió ha bevetéséhez elegendő vetőmagot állítottak elő, ehhez járult a közeli rokon változat az Mv DC 602, melyből további 2,5 millió ha vetőmag igényét fedezték.

Az első regisztrált hibrid Európában az 1953-ban az Mv 5 volt. Ez egy korábbi hibrid (FAO350) lévén, a csöves kukorica betakarítás korában nem számított akkora érdeklődésre, mint az Mv 1 mégis közel 3 millió hektár bevetéséhez elegendő vetőmagot termeltek belőle a minősítése 16 éve során.

A táblázat szemlélteti, hogy a hibridkukorica Magyarországon mindösszesen hét év alatt terjedt el, és 1983-ig ezekből a hibridekből 20,3 milliót meghaladó vetésterületre elegendő vetőmagot adtak el. Számos, a táblázatban szereplő hibrid külföldön is regisztrálva volt, így az összes eladott vetőmag megközelíti a 25 millió ha vetőmag szükségletét.

Érdeemes megfigyelni az 1953-83 között használt hibridek genotípus összetételét. (2. táblázat)

A legnépszerűbb vonal a C5 volt, amelynek a hozzájárulása 18%-ot is meghaladja, de hasonlóan népszerű volt a 156, 014 és 0118b Mindszentpusztai sárga lófogúból Pap Endre által előállított vonalak is. A világon a legtöbb vetőmagot a WF9 vonalon állítottak elő, amely Magyarországon is igen népszerű volt. Az N6 népszerűségét az indokolta, hogy a trágyázatlan

Területen gyakran járványként fellépő rostosüszöggel szemben rezisztens volt, és ezt a tulajdonságát hibridjeibe is átörököltette. A későbbi előállítású vonalak közül csupán a HMv 850 volt népszerű (2,51%), amely 2-3 csövet növesztett, jól alkalmazkodott, és ez utóbbit kiválóan örököltette utódaira is. Érdekes, hogy az USA-ban népszerű Lancaster vonalak (OH43, A619, C103, Mo 17). A fenti vonalak Magyarországon nem, hanem helyettük a Chester Leaming csoportba tartozó Mindszentpusztai sárga lófogu vonalak voltak a meghatározóak.

Ezek a vonalakon előállított hibridek dominálták a magyarországi kukorica termesztést 1953-1983 között.

Vonal	Származás	A vonal genetikai hozzájárulása	Gyakorisági alapján számított vetésterület (ha) megosztás (%)
C5	W23 =Golden Glow	3 791 562	18, 67
156	MPS C ₀	3 035 966	14,95
014	MPS C ₀	2 750 080	13,54
N6	Hayes Golden	2 276 511	11,21
WF	Wilson Farm Reid	2 077 230	10,23
0118b	MPS C ₀	1 590 761	7,83
M 14	BR 10*R 8	1 144 082	5,63
HMV850	U.W.W.30(HY-2 rel.)	508 893	2,51
01	MPS C ₀	391 512	1,93
Min.6	Min. No. 13	385 068	1,90
M.p.f.	Mindszentpusztai White Flint	330 402	1,63
W153R	(I.a.153*W8)*I.a 153	289 428	1,43
B 14	BSSS C ₀	238 907	1,18
B 125	Bánkúti Early Dent	222 229	1,09
A 96	64*H	192 724	0,95
A 34	Rustler (C5)	192 724	0,95
B 18/4	A374h*A118,A374h rec.	188 054	0,93
Be03b	Bélyei Yellow Dent	149 062	0,73
EP 1	Lizzargarote	70 730	0,35
HMV 401	N6*M5226, N6 rec	62 292	0,31
0118Ar2	0118 mutant	59 389	0,29
A 90	64*15-28	56 137	0,28
Dbe 19	Pommermais	44 887	0,22
Dbe 42	Sammerlaktion Lübeárs	44 887	0,22
0118a	MPS C ₀	38 190	0,19
C 103	Lancaster Sure Crop	32 474	0,16
HMV404-C	(156*C131A)*156BC ₃	20 444	0,10
A 374h	A 374 rec.	13 858	0,07
CE 187	C.I. 187-2 rec	13 859	0,07
Iregi	Iregi 12-week flint	10 815	0,05
L 17	Poland O.P.V. (Wielkopolanka?)	10 815	0,05
F 564	F 564 rec.	9 932	0,05
A 632	(Mt42*B14)*B14 ³	9 932	0,05

Vonal	Származás	A vonal genetikai hozzájárulása	Gyakorisági alapján számított vetésterület (ha) megosztás (%)
CM7/MV	CM 7 rec.	9 575	0,05
HMV 480	W153R rec.	9 075	0,04
HMV 403	A632*M5226, A 632 rec	7 811	0,04
MA61A47D	B37*W 79A	7 811	0,04
OH 43	OH40B*W8	6 546	0,03
F2	Lacaune	4 787	0,02
F7	Lacaune	4 788	0,02
Összesen:	20 304 230	100,00	

2.táblázat. A martonvásári hibridekben használt szülői vonalak (1953-83)

A mindszentpusztai sárga lófogú heterózisforrás jelentősége a magyar és európai kukoricanevelésben

Hadi Géza, Pintér János, Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

hadi.geza@agrar.mta.hu

Összefoglaló

A Mindszentpusztai sárga lófogú a Leaming fajtából származik. A hibridkukorica nevelés első évtizedeiben Magyarországon és Európában jelentős szerepet játszott. A vele előállított hibridekkel 25 millió hektárnál több vetésterületet vetettek be. A Mindszentpusztai sárga lófogú heterózis forrásból származó vonalak reményeink szerint a jövő hibridkukorica neveléséhez is hozzájárulnak.

Bevezetés

A kukorica nevelésben a hibridizációnak nincs módszertani alternatívája. A kereskedelmi hibridek előállításához azonban heterózis források kellene. Bár a kukorica-faj morfológiai és genetikai gazdagsága nagy, a heterózis források száma mégis kevés.

Az Amerikai Egyesült Államokban két alapvető (Reid Yellow Dent és Lancaster) mellett még három kiegészítő (Min. 13., Northwestern Dent és Leaming) volt használatban. A kiegészítő heterózis források hozzájárulása is csekély, nem haladta meg a 10 %-ot.

Magyarországon a Leaming fajtából származó Mindszentpusztai sárga lófogú különös jelentőségű. A Leaming fajta feltehetően Mexikó magassági rassz (Conico, Chalqueno) és Corn Belt Dent rassz genetikai keveredéséből származik.

Eredmények és következtetések

A Leaming család 1830-as évek óta természetesen Ohio déli részén a Leaming fajtát, de a fajta végleges kialakulása és stabilizálása mégis Jakob és Chester Leaming munkájuknak köszönhető, akik 1855-1990 között az USA-ban is kiemelkedő fajtát neveltek belőle. A Leaming fajtát 1896-ban a chicágói kukorica show is kiállították, ahol ezüstérmét kapott. Magyarországra feltehetően Mauthner *Ödön* nevelő és vetőmag-kereskedő vállalata révén került 1890-es években, amelyet Magyarországon felszaporítottak és listáztak. Pap Endre nagyapja még a '90-es években hozzájutott és Baja környéki birtokán évekig természetesen. Halálával a fajta Pap Endre édesapjának a mindszentpusztai birtokára került, ahol Pap Endre megismerhette.

Nemesítése 1917-ben Mindszentpusztán kezdődött, 1928-ban, mint Mindszentpusztai sárga lófogút regisztrálták. Az elterjedését és hozzájárulását a magyar kukoricatermesztéshez a 1. táblázatban közöljük.

Korszak	Szabadvirágzású fajták	Becsült vetésterület megoszlás (%)
1919–1937	Bánkúti Dent	30
	American Yellow Dent	25
	Old Hungarian Yellow Flint	15
	„F” Golden Dent	7
	Cinquantino (Putyi,Székely)	5
	Pignoletto	5
	Gyérei-Dudás White Dent	3
	Paduan (Pál Kárász type, MPF)	2
	Mindszentpusztai Yellow Dent	1
	Egyéb fajták	7
1938–1962	„F” varietes	50
	Golden Flood Yellow Dent	11
	Mindszentpusztai Yellow Dent	9
	Mindszentpusztai White	6
	Putyi	5
	Bánkúti Dent	4
	Szegedi Yellow Dent	3
	Egyéb fajták	12

1. táblázat. A Mindszentpusztai sárga lófogú hozzájárulása a magyar kukoricatermesztéshez (1919-1963)

Pap Endre 1931-33-ban értékelte a nemesítési haladást. Azt tapasztalta, hogy az első 10 évben mintegy 20 % terméshozadékot ért el, míg az utolsó 5 évben mintegy 2%-ot. Ez nem elégítette ki Pap Endrét, ezért új nemesítési eljárás után nézett. Beltenyészéssel kívánta rögzíteni a fajta kiváló termőképességét, ezért 1933-tól több mint 200 beltenyészett vonalat állított elő. Ebből a beltenyészetből származik a 01, 014, 0118b, a 156 és feltehetően a 0118a vonalak is, melyek később igen jelentős mértékben járultak hozzá a magyar kukoricatermesztés eredményeihez. 1983-ig összesen 22 db MPS vonalakkal előállított hibrid volt termesztésben, amelyek vetőmagjával összesen 18, 7 millió ha területet lehetne bevetni (2. táblázat) ez a magyar kukorica vetésterületének több mint 15 szorosa. Közülük is kiemelkedő szerepet játszott az Európában elsőként minősített négyvonalas hibrid az Mv 5, amely 3 darab MPS vonalból és egy amerikai vonalból épült fel. Az Mv 5-ből 1953-tól közel 3 millió ha-ra elegendő vetőmagot adtak el Magyarországon 16 év alatt. Hasonlóan sikeres volt az Európában másodikként 1995-

ben minősített Mv 1, amelyből mintegy 4,5 millió hektárra, valamint közeli rokona az Mv DC 602, amelyből 2,5 millió ha-ra elegendő vetőmagot értékesítettek.

Hibrid	Pedigré	Minősítés éve	Termesztés tól-ig	Összes eladott vetőmag (ha)
Mv DC5	(0118b*156)*(C5*014)	1953	1965-71	2 796 479
Mv DC1	(WF9*M14)*(C5*014)	1955	1960-71	4 497 800
Mv MC39	((WF9*M14)*(C5*014)*(0118b*156)	1957	1960-63	157 058
Mv MC 40	((A96*A34)*(0118b*156)*(Min6*01)	1959	1961-73	1 497 012
Mv DC42	(Iregi*L17)*(Min6*01)	1960	1962-67	43 261
Mv DC57	(0118b*156)*(A96*A34)	-	1962-64	22 388
Mv DC58	(0118b*156*(Min6*01)	-	1963	25 776
Mv DC48	(C5*WF9)*(0118b*156)	1961	1962-69	758 616
Mv26	(C5*014)*Mindszentpusztai white	1961	1965-83	660 804
Mv DC59	(C5Ms*N6)*(0118b*156)	1962	1965-75	1 854 216
Mv DC 602	(WF9*N6)*(C5*014)	1964	1967-77	2 430 825
Mv DC 502	(156*OH43)*(C5*014)	1966	1968-70	26 184
Mv DC520	(156*N6)*(C5*014)	1968	1969-81	509 700
Mv SC 530	156*N6	1968	1969-78	604 667
Mv TC431	(156*N6)*C5	1970	1968-78	620 234
Mv TC 596	(156*N6)*HMv850	1970	1971-82	953 230
Mv SC 380	156*W153R	1972	1971-78	410 623
Mv SC 580	156*B14	1972	1973-81	477 813
Mv DV405	156*B18/4	1974	1973-80	173 425
Mv SC 429	15Rf*HMv401	1976	1975-81	124 584
Mv SC424	156Rf*F564	1976	1978-79	3 918
Mv DC350	(0118a*A90*(156*W153R)	-	1975	11 300
Összesen:				18 659 913

2. táblázat. Martonvásári kukoricahibridek MPS származású szülői vonalakkal (1953-1983)

A MPS származású vonalak kiemelkedő jelentőségűek voltak a magyar kukoricanevelésben. 1959-1978-ig a vetésterület több mint 60 %-on MPS vonalakkal előállított hibrideket termeltek (3. táblázat)

60 éves a magyar hibridkukorica

Év	Kukorica vetésterület Magyarországon (ha)	MPS vonalakkal előállított hibridek	
		Ha	%
1956	1 162 925	11 629	1,0
1957	1 346 575	40 398	3,0
1958	1 304 000	39 120	3,0
1959	1 358 000	380 240	28,0
1960	1 401 000	868 620	62,0
1961	1 304 000	873 680	67,0
1962	1 288 000	1 030 384	79,9
1963	1 288 847	1 220 360	94,5
1964	1 208 000	1 206 475	99,9
1965	1 217 980	1 192 424	97,9
1966	1 237 000	1 199 892	97,0
1967	1 237 000	1 159 069	93,7
1968	1 258 441	1 097 325	87,2
1969	1 255 140	1 065 552	84,9
1970	1 188 831	901 110	75,8
1971	1 321 000	915 453	69,3
1972	1 392 000	1 087 368	78,1
1973	1 460 764	1 025 312	70,2
1974	1 461 493	925 066	63,3
1975	1 412 540	713 310	50,5
1976	1 339 000	522 210	39,0
1977	1 281 000	457 317	35,7
1978	1 183 000	315 618	24,6
1979	1 352 000	209 560	15,5
1980	1 229 000	98 320	8,0
1981	1 163 000	52 338	4,5
1982	1 130 000	31 640	2,8
1983	1 107 000	4 408	0,4

3. táblázat. MPS származású vonalakkal előállított hibridek hozzájárulása a magyar kukoricatermesztéshez (1956-1983)

Mindszentpusztai sárga lófogú származású vonalakkal, illetve azok javított változataival Martonvásár 1983 után is állított elő minősített hibrideket, melyeket Magyarországon kívül Németországban, Lengyelországban, Oroszországban, Ukrajnában is termesztettek (4. táblázat). Ukrajnában például közel 10 éven keresztül az ODMA 310 vetőmagjával évente 1 millió hektárt vetettek be.

Hibrid	Pedigré	Minősítés éve	FAO szám	Hasznosítás
Bermador	(Co158*HMv651)*CM7/Mv	1983	240	Siló
Bermasil		1987	290	Siló
Bermarit		1988	260	Siló
Mv To 289 TC		1989	286	Szemes
Mv TC 287		1999	187	Szemes
Mv NK 333		1993	333	Siló
ODMA 310		1994	310	Siló
Mv TC 272		1997	270	Szemes
Mv 273		1999	290	Szemes
Marusya		2013	180	Siló

4. táblázat. Termesztett hibridek Magyarországon MPS vonalak hozzájárulásával (1983-1994)

Az MPS származású vonalakat, illetve javított változatait minősített hibridekben több országban is használták. Moldáviában legalább 6 db MPS rokon vonalakkal minősített hibridről tudunk. Szlovákiában szintén 4-5 elismert hibrid született.

Az MPS genetikai anyagát sikerrel használta fel az INRA és a Maize Angevein Franciaországban.

A Mindszentpusztai sárga lófogú vonalakkal előállított hibridek mérsékelt állomány-sűrűség (35-55 000 tő/ha) különösen jól teremtek, kiválóan alkalmazkodtak, szárazságot is jól tűrték. Termesztésük nem igényelt nagyadagú műtrágya felhasználást.

A glutamin szintetáz enzim aktivitásának összehasonlítása búzában (*Triticum aestivum* L.) és kukoricában (*Zea mays* L.)

Nagy Zoltán¹, Zakar Tomas², Németh Edit², Pécsváradi Attila², Marton L. Csaba¹

¹Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,

Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

²Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,

Növénybiológiai Tanszék 6726 Szeged, Közép fasor 52.

e-mail: nagy.zoltan.mgi@agrar.mta.hu

Bevezetés

A glutamin szintetáz (E.C. 6.3.1.2, GS) a nitrogén metabolizmus egyik kulcsenzime. Minden élőlényben megtalálható a prokariótáktól kezdve az eukariótáig. A növényekben is meghatározó szerepe van a talajból felvett vagy szimbióta baktériumok által megkötött szerves nitrogén szerves molekulákba történő beépítésében, illetve a fehérje-aminosav anyagcserében is fontos. A GS szubsztrátjai az ammónia és glutamát, a keletkező reakciótermék pedig glutamin. A reakcióhoz ATP szükséges és kétértékű fémion jelenléte feltétlenül elengedhetetlen (*Mifflin és Habas, 2002*).

Vizsgálatainkat a széndioxid megkötés szempontjából két eltérő növényen végeztük. A C3-as fotoszintézist folytató kenyérbúza (*Triticum aestivum* L.) esetében a légköri széndioxid koncentrációja meghatározza a fotoszintézis sötét szakaszának folyamatait, ugyanis a ribulóz-1,5-bifoszfát karboxiláz/oxigenáz (Rubisco) szubsztrátjaként szolgáló CO₂ sejten és kloroplasztiszon belüli koncentrációja arányos a növényen kívüli koncentrációjával. A C4-es fotoszintézist mutató kukorica (*Zea mays* L.) esetében azonban a növény a CO₂ megkötését térben különválasztja a Calvin ciklus enzimeitől. A CO₂ megkötése a mezofill sejtekben történik, ahol a foszfoenolpiruvát karboxiláz (PEP-karboxiláz) köti hozzá a piruváthoz malátot hozva létre. A malát a nyalábhüvelyparenchima sejtekben a malát-dehidrogenáz szubsztrátja lesz, ahol felszabadul a CO₂ és piruvát keletkezik. Ebben az esetben a CO₂ koncentrációja magasabb a ribulóz karboxilációját végző sejtekben (*Edward és Voznesenskaya, 2011*).

A Rubisco működése két féle, képes oxidálni és karboxilálni is és ezt egyedül a jelenlévő szubsztrátok mennyisége határozza meg. Ha magas a CO₂ koncentráció akkor nagyobb arányban karboxiláció történik, azonban ha az CO₂ koncentrációja alacsony akkor oxigenizáció történik és foszfoglitolát is keletkezik foszfogllicerát mellett. A foszfoglitolát Calvin-ciklushoz való kapcsolását nevezzük fotorespirációs ciklusnak. Ebben a folyamatban ammónia is keletkezik (*Ogren, 1984*). Az NH₃ jelenléte a sejten belül több szempontból sem kedvező. Elsősorban toxikus hatású, másodsorban pedig képes a membránokon keresztül kidiffundálni a sejtől és ezáltal a növény képes elveszíteni a felvett és megkötött nitrogént. A C3-as növényekben a fotorespiráció sokkal erőteljesebb az alacsonyabb CO₂ koncentráció miatt, mint a C4-es növényekben. A GS-nek fontos szerepe van a fotorespiráció során keletkező ammónia megkötésében is. Vizsgálataink során a búza és kukorica különböző szöveteinek hasonlítottuk össze fehérjetartalmát és GS aktivitását és arra a kérdésre kerestünk választ, hogy az eltérő széndioxid megkötési mód megmutatkozik-e a GS mérhető aktivitásában?

Anyagok és módszerek

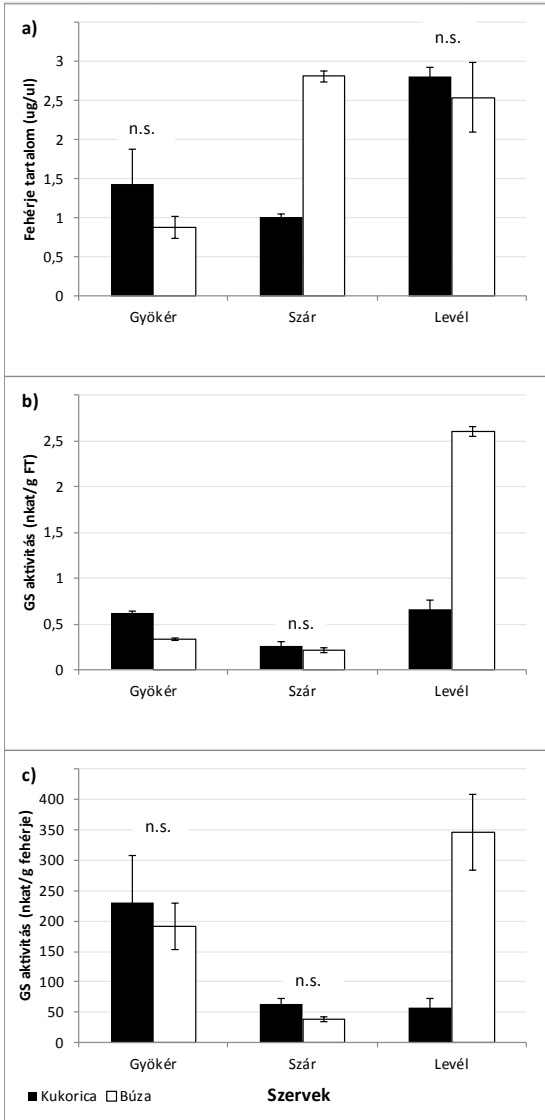
A növényi anyag búza (*Triticum aestivum* L.) és kukorica (*Zea mays* L.) volt. A csiráztatás után a növényeket 1 héti módosított Hoagland tápoldatban neveltük növénynevelő szobában. A mintavételre a hetedik napon került sor a gyökérből, szárból és levélből (0,5 g). A minták vízben oldható fehérjetartalmát Bradford módszerével határoztuk meg. A GS aktivitását módosított szintetáz reakcióval mértük meg spektrofotómetter segítségével. A vizsgálati eredmények matematikai-statisztikai feldolgozását és kiértékelését a Microsoft Office Excel szoftverrel végeztük. Minden mérésnél adatokat kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze. Az alkalmazott szignifikancia szint $p \leq 0,1\%$ volt, ahol az adatok között ez nem volt meg ott n.s.-el jelöltük. (Pécsváradi és mtsai. 2009).

Eredmények és következtetések

Az 1. ábrán láthatóak a mérések eredményei. A búza és kukorica szerveinek a fehérjetartalma (a) a szár kivétel azonosak. Ahogy látszik a búza szárában és levelében a fehérjetartalmak azonosak. Bár mindkét faj esetében a szár a levélhüvely takarásában van a kukorica esetében hamarabb megindult a szár differenciálódása, míg a búza esetében a magas fehérjetartalom aktív sejtosztódásra utal. A vízben oldódó fehérjék mennyisége összefüggésben áll az adott szerv asszimilációs képességével és fejlődési állapotával. A fiatal és metabolikusan aktív szervek fehérjetartalma magas, emiatt mértük a legnagyobb értékeket a levélben, ahol a fotoszintézis folyamata zajlik.

A GS aktivitási értékeket megadtuk a növények friss tömegére vonatkozóan és a szö-

vetek fehérjetartalmára vonatkozóan is (b, c). Ennek oka, hogy bizonyos esetekben csak a fehérje koncentrációra megadott érték nem mindig az adott szövetre valóban jellemző értéket mutatják. Jelen esetben azt látjuk, hogy nincs jelentős eltérés a kétféle adatsor között, csak annyiban, hogy a kukorica esetében kicsivel nagyobb átlag értéket kaptunk a szárban



n.s.: nincs szignifikáns eltérés az adatok között $p \leq 0,1\%$ esetében.

1. ábra: Az egy hetes búza (□) és kukoricánövények (■) szöveteinek fehérje tartalma (a), illetve azok friss tömegére (b) és fehérje tartalomára (c) vonatkozó glutamin szintetáz aktivitása.

a búzához viszonyítva az eltérő fehérje koncentrációk miatt, de elmondható, hogy a szár esetében mind a két növényfaj esetében azonos értékeket kaptunk, nem volt szignifikáns eltérés. A legjelentősebb eltérést a búza és a kukorica GS aktivitási értékei között a levélben mértük. A friss tömegre vonatkoztatott enzimaktivitás szempontjából a gyökérben is van eltérés, de nem olyan jelentős az eltérés, mint a levél esetében. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy valószínűleg a fotoszintézis módjának szerepe van a GS aktivitásának különbségében. Azt tapasztaltuk, hogy a levélben a C3-as fotoszintézist folytató búza GS aktivitási értéke majdnem ötször magasabb, mint a C4-es kukoricáé. A gyökér esetében a kukorica javára alig csak kétszeres különbséget tapasztalunk. A bevezetésben leírtak alapján látszik, hogy a fotorespiráció mértékével áll kapcsolatban a glutamin szintetáz működése, mert ez az a folyamat ami kapcsolatban áll a nitrogén anyagcserével és amiben különbözik a két növény. A Rubisco oxidáz aktivitása során keletkező többlet ammóniát köti meg a búzában a glutamin szintetáz. A kukorica esetében erre nincs szükség, mert C4-es növények esetében a fotorespiráció mértéke nem számottevő.

Összefoglalás

Eredményeink összefoglalásaképpen elmondható, hogy a növényi glutamin szintetáz a nitrogén anyagcsere állapotának indikátora. A búza esetében a legmagasabb enzimaktivitást a levélben mértük. A fokozott nitrogén anyagcsere hátterében a C3-as fotoszintézist folytató növényekre jellemző fotorespiráció áll. A felszabaduló többlet ammóniát a növény megfelelő fejlődésének érdekében a lehető leghatékonyabban meg kell kötni. Kukorica esetében a gyökérben és a levélben közel azonos aktivitásokat mértünk. A gyökérben a nitrogén felvétel miatt szükséges a fokozott aktivitás, míg a levélben a fehérje bioszintézisben betöltött szerepe miatt szükséges a GS jelenléte, de az ehhez szükséges aktivitás nem olyan jelentős mértékű, mint a fokozott fotorespiráció során ammóniát termelő búza esetében.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a Szegedi Tudományegyetem Növénybiológiai Tanszék vezetésének, hogy lehetővé tette a kísérletek elvégzését.

Irodalomjegyzék

- Edwards, G.E., Voznesenskaya, E.V. (2011) C4 Photosynthesis: Kranz forms and single-cell C4 in terrestrial plants. C4 Photosynthesis and Related CO₂ Concentrating Mechanisms Advances in Photosynthesis and Respiration Volume 32 (Agepati S. Raghavendra, Rowan F. Sage (Eds.)) pp 29-61
- Mifflin, B.J., Habash, D.Z. (2002) The role of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in nitrogen assimilation and possibilities for improvement in the nitrogen utilization of crops. *Journal of Experimental Botany* 53, 979-987
- Ogren, W.L. (1984) Photorespiration: pathways, regulation, and modification. *Annu. Rev. Plant Phys.* 35, 415-442
- Pécsváradi, A, Nagy, Z, Varga, A, Vashegyi, Á, Labádi, I, Galbács, G and Zsoldos, F (2009) Chloroplastic glutamine synthetase is activated by direct binding of aluminium. *Physiol. Plant.* 135: 43-50

Szárazság hatása a kukoricahibridek terméselemeire

Spitkó Tamás, Nagy Zoltán, Halmos Gábor, Marton L. Csaba
*MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet,
Kukoricanevelési Osztály*
2462 Martonvásár, Brunszvik út 2.
e-mail: spitko.tamas@agr.ar.mta.hu

Összefoglaló

A szárazságtűrés vizsgálatokor figyelembe kell venni, hogy az aszály, vagy más néven szárazság stressz egy olyan komplex jelenség, amely évenként és termőhelyenként jelentősen eltérő képet mutat. A jelenség összetettségéből fakadóan a növényi válasz is sokrétű, komplex folyamat. A vizsgált években (2011 és 2012), júniusban, júliusban a virágzás idején, sőt még augusztusban, a szemtelítődés idején is, nagy hősséggel párosuló, hosszantartó csapadékhiány (aszály) lépett fel, amely a növényekben is tartós vízhiányt idézett elő. A vizsgálatok során öntözéssel tartottuk megfelelő kondícióban a kontrol parcelláink növényeit, amely az optimális csapadék ellátottságot volt hivatott szimulálni. A nem öntözött területen termesztett növényeink aszálytűrését vizsgáltuk a virágzási szinkron, és a terméselemek vizsgálatával. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a tartós vízhiány hatására a hím- és nővirágzás közti időtartam megnőtt, a terméselemek közül elsősorban a csövenkénti szemszám és a szemkezdemények termékenyülésének részaránya csökkent le, ugyanakkor az öntözött területen az ezerszemtömeg nem volt nagyobb, ami annak tulajdonítható, hogy az öntözést csak a virágzás előtt és alatt, valamint közvetlenül utána folytattuk, míg a szemtelítődés közben víz utánpótlás nem történt. A proterandria megnövekedésével csökkent a betakarítható szemtermés, ami azt erősítette meg, hogy e tulajdonság vizsgálatával lehetséges a szárazságtűrés előrejelzése. A vizsgálatba vont genetikai anyagok között jelentős eltéréseket találtunk az aszálytűrés tekintetében, ami arra enged következtetni, hogy a felhasznált szülővonalak és hibridjek között található száraz termesztéstechnológiában nevelhető, a tartós vízhiánynak ellenálló genotípus is.

Bevezetés

A növények részéről számos stratégia áll rendelkezésre az aszály következményeinek enyhítésére: (1) a növény vízhasznosító képességének javítása, (2) megszőkés, melynek célja, hogy a vízhiányra legérzékenyebb fejlődési fázis – a reprodukciós szakasz – befejeződjön az aszályos időszak kezdetéig, (3) tolerálás, a növény 'per se' aszály tűrésének javítása (Ribaut és mtsai., 2009).

A kukorica a virágzás idején a legérzékenyebb a szárazságra. Az aszálykár legfontosabb tünetei a növény virágzása idején a következők: a virágzatok kialakulásának késése, virágzási aszinkron, hímvirágzat elégeése, a pollen termékenyítő képességé-

nek és életképességének csökkenése, esetleg teljes sterilitás, bibeszálak receptivitásának csökkenése (esetenkénti teljes meddőség), embriók abortálása (Westgate és Boyer, 1985).

Aszály idején tapasztalt általános megfigyelés, hogy a hím- és nővirágzás közötti intervallum (proterandria) megnyúlik (DuPlessis és Dijkhuis, 1967). Ezt leggyakrabban a bibeszálak megjelenésének relatív késése okozza a címer megjelenéséhez viszonyítva (ez utóbbit az aszály kevésbé befolyásolja). A proterandria tehát lényegesebb tulajdonság egy hibrid szárazság tűrésének megtételésében, mint a virágzási idő maga, és független a fajták közti éréscsoport különbségektől (Edmeades és mtsai., 1989). A bibeszálak megjelenésének késését okozhatja a bibeszál növekedésének lelassulása, amit nagymértékben meghatároz a növény vízellátottsága (Herrero és Johnson, 1981). A proterandria, ami megfelelő mérőszáma a virágzási aszinkron mértékének, a vízhiány hatására megnövekedik, elsősorban a csőkezdemény és a bibeszálak megjelenésének késése és növekedésének lassulása miatt (Bolaños és Edmeades, 1993). A proterandria megnövekedését sokan összefüggésbe hozzák az asszimiláták lecsökkenet mennyiségével a növényben, amit okozhat például nagyobb állomány sűrűség is (Buren és mtsai., 1974).

Ribaut és mtsai. (2009) a következőképpen foglalja össze az aszálytűrésre történő nemesítés lehetőségeit: elsősorban a növények felső régiójában, kisebb levélfelülettel rendelkező genotípusokra történő szelekció, rövid, vastag szár, kisebb címer, erekt levelek, későbbi szenescencia (zöld száron érés) kialakítására történő kiválogatás. Többé-kevésbé megváltoztatható tulajdonságoknak tekinti, a kisebb gyökérbiomasszát és célnak a mélyen gyökerező, kevesebb oldalgyökérrel rendelkező genotípusok kiválogatását.

Anyagok és módszerek

A kísérleteket két évben (2011 és 2012), véletlen blokk elrendezésben, két (öntözött: WW), illetve három ismétlésben (öntözetlen: WD) vetettük el a martonvásári kutatóintézet kísérleti terén. Öntözés, évente 4-5 alkalommal (nyáron, június és július hónapokban), a talajszenzorok adatainak megfelelően, kizárólag a WW területen történt. A kijuttatott víz mennyisége esetenként 40-50 mm öntözővíz volt. A WD területeken öntözés csak egy alkalommal a virágzást követő 15. napon történt 15 mm vízmennyiséggel.

A hím- és nővirágzást naponként felvételeztük úgy, hogy a parcella növényeit akkor tekintettük virágzónak és a dátumot akkor rögzítettük, amikor a növények legalább 50%-a megkezdte a pollenszórást, illetve a bibeszálak a növények felénél jól láthatóan megjelent. A proterandriát a hím- és nővirágzás időpontja között eltelt napok számában fejeztük ki, a virágzási időt a vetéstől eltelt napok számában adtuk meg.

A termésadatokat kisparcellás kombájn betakarítással mértük meg. A mérésre használt műszer egy menetben mérte meg a parcellánkénti termést (g) és a szemnedvességet (%). A csövek hosszának és a termékenyülés mértékének mérését mintacsöveken végeztük el, megszámloltuk továbbá a csövenkénti szemszámot is. Az ezereszemtömeget a csövenkénti szemszámból és a csövenkénti szemsúlyból számoltuk ki. A statisztikai értékelést az *Agronomix Inc. Agrobase* szoftverével végeztük el.

Eredményes és következtetések

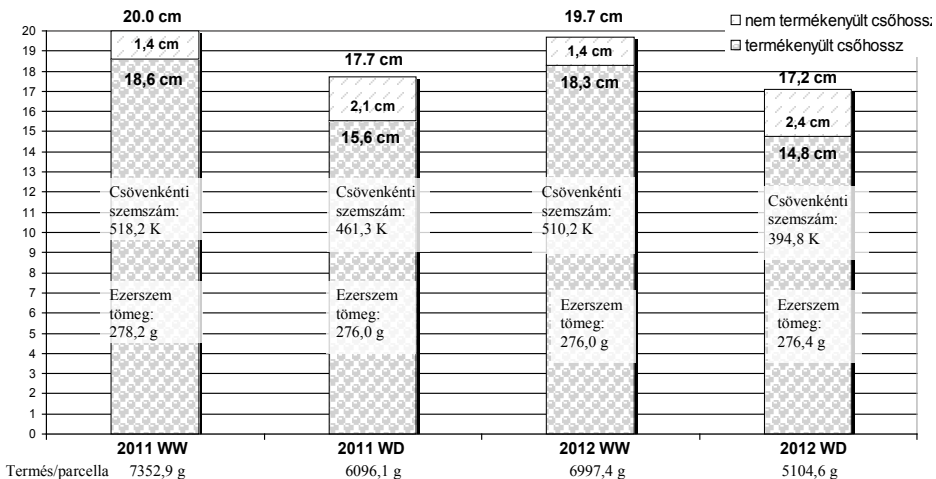
A virágzási idő és a proterandria változásai

A kísérleteinkben vizsgált hibridek 83 különböző anyai beltenyésztéses vonal és egy európai flint teszter (EFT) apa keresztezésével jöttek létre. A szülővonalak különböző kutatóintézetek és cégek fejlesztései, eltérő éréscsoportban. A vetéstől számított hímvirágzás ideje a legkorábban virágzó hibrid esetében 58,25 nap (EP51*EFT), a legkésőbbi 63,25 nap volt (B73*EFT). A virágzási időben lévő 5 napos eltérés jelentős, ugyanakkor a vizsgálatok során inkább a proterandria meghatározása, sem mint az éréscsoportba sorolás és ennek megfelelő elkülönített értékelés volt a célunk. A nővirágzás leghamarabb az 59. napon (CO109*EFT), legkésőbb a 65. napon következett be (B73*EFT). Aszály stressz hatására a hím- és nővirágzás általában később kezdődött el. Az évek összehasonlításában elmondható, hogy a 2011. évben később történt a virágzás, mint 2012-ben és lényegesen kisebb esetenként nem szignifikáns különbségekkel.

A virágzási szinkron vizsgálatok arra a megállapításra jutottunk, hogy az évjáratnak és a csapadékhiánynak jelentős hatása van a hím-és nővirágzatok megjelenésének idejére és a közöttük eltelt időtartam hosszára. Kedvezőbb évben, öntözött körülmények között a proterandria időtartama átlagosan 1,23 nap volt (legkevesebb 0,25, de maximum 3 nap), míg aszály stressz hatására, vízhiányos években ez átlagosan 1,96 nap (minimum 0,25; de egyes genotípusoknál akár 6 nap is előfordult). A hosszabb proterandriát a hímvirágzás késése kevésbé, míg a nővirágzás elhúzódása jelentősen befolyásolta.

Terméselemek és szemnedvesség vizsgálata

A betakarításkor vizsgált tulajdonságok a következők voltak: szemtermés, betakarításkori szemnedvesség, ezerszem tömeg, csővenkénti szemszám, csőhossz és termékenyült csőhossz. A proliferációt nem vizsgáltuk, mivel a tesztelt genotípusok



SzD_{5%}: 146,6 g (termés), 6,2 g (ezerszemtömeg); 12,2 K (csővenkénti szemszám); 0,3 cm (csőhossz és termékenyült csőhossz)

1. ábra. Termékenyült és a teljes csőhossz alakulása 2011 és 2012-ben

a kísérleteink során – normál, 65-70 000 tő/ha-os állománysűrűség mellett – kezeléstől függetlenül nem neveltek másodcsövet. Ugyanakkor teljes meddőség még aszály stressz hatására sem alakult ki. A parcellánkénti termést 15%-os szemnedvességre átszámolva hasonlítottuk össze. A kísérletben a szemtermés, a vártnak megfelelően, kezelésként és genotípusonként statisztikailag igazolhatóan változott. 2011 aszályos, de kedvezőbb év volt, így a parcellánkénti szemtermés 7352,93 g volt átlagosan az öntözött területen és 6096,14 g volt öntözetlenül ($LSD_{5\%}$: 146,58 g). 2012 szárazabb év volt, a termés öntözött parcellákon 6997,36 g, öntözetlen körülmények között 5104,6 g volt (1. ábra).

Amint az adatokból látszik, a kísérletben legjobban teljesítő hibridek esetében is statisztikailag igazolható, jelentős eltérések voltak a termésben az optimális vízellátottságú és a száraz területek között. Három vonal (HMv5325, F912 és F98902) hibridje az aszály stressz hatására sem mutatott jelentős terméscsökkenést. Ugyanakkor a HMv5325 vonal hibridje termésben nem maradt el jelentősen a legtöbbet termő B97 vonal utódjától. Ennek alapján a legtöbbet termő és az aszály stressz hatására legkisebb termésdepresszióval reagáló hibridnek a HMv5325*EFT kombinációt tekintettük. Az legnagyobb termést a B97 hibridjének öntözött parcelláin mértük a két év átlagában (9285,78 g).

A betakarításkori szemnedvesség értékek jól tükrözik azt, hogy a hibridek szülőkomponensei milyen érécsoportba tartoznak. Kísérleteinkben a legkisebb szemnedvességgel betakarított hibridek a CO109 és az Oh33 kombinációi voltak (17,45 és 18,33%), míg a legmagasabb szemnedvességgel a B104 és az NC209 hibridjeit takarítottuk be (25,66 és 25,13 %). Az évjáratoknak volt statisztikailag igazolható hatása a betakarításkori szemnedvességre, míg az öntözés, 2011-ben nagyobb, 2012-ben pedig statisztikailag elhanyagolható különbséget okozott. A kísérlet főatlaga a szemnedvességre nézve 21,24% volt.

A június-júliusi öntözés hatására a kontrol területen nagyobb csövek fejlődtek ki több szemkezdeménnyel és a termékenyülés is kedvezőbben alakult. Ennek hatására nagyobb volt a csövenkénti szemszám, mint a szárazon termesztett növények esetében (mindkét évben). A két vizsgálati évet tekintve 2011-ben jobb víz ellátottság mellett, a csövek termékenyülése is kedvezőbben alakult 2012-hez képest. Ugyanakkor az augusztusi csapadékhiány miatt, a szemtelítődés mindkét kezelés során a hónap végére befejeződött, így az ezerszemtömegben nem volt különbség a kezelésekek között és az évek átlagában sem találtunk szignifikáns különbségeket. A terméstöbbletet tehát a nagyobb, jobban termékenyült csöveken kialakuló több szemkezdemény okozta, ugyanakkora szemsúly mellett. A legnagyobb termést 2011-ben takarítottuk be az öntözött területről (7352,9 g), a legkevesebbet 2012-ben az aszály stressz által érintett területről (5104,6 g). A szárazság hatására statisztikailag igazolható mértékben csökkent a csövek mérete és a termékenyült cső aránya, illetve a csövenkénti szemszám, ugyanakkor az ezerszemtömeg nem változott számottevően.

Az aszály stressz hatására a hibridek többsége jelentős mértékű szemszám csökkenéssel reagált. Azoknak a hibrideknek, amelyeknek száraz körülmények között is közel azonos volt a csövenkénti szemtermésük, mint a kontrol környezetben nevelt növényeknél a következő anyai szülőkomponensük volt: Pa405, LH145, AS5707, FR19, F748, N25, Oh02. A szárazság hatására ezeknek a vonalaknak a hibridjei reagáltak kedvezően és a csövenkénti szemszám nem változott statisztikailag igazolhatóan a stressz hatására. Mivel az ezerszemtömeg a kísérlet egészében lényegében változatlan volt (276-278 g), az aszály stressz hatására a legkisebb termésszámot ezeknek a vonalaknak az utódjainál tapasztaltuk.

Köszönetnyilvánítás

A munka során feldolgozott eredmények a 244374 számú DROPS EU FP7 Európai Unió pályázat támogatásával jöttek létre.

Irodalomjegyzék

- Bolaños J., Edmeades G.O., 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. *Field Crops Research* 31: 253 – 268.
- Buren L.L., Mock J.J., Anderson, I.C., 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Sci.*, 14: 426-429.
- DuPlessis D.P., Dijkhuis F.J., 1967. The influence of time lag between pollen shedding and silking on the yield of maize. *S. Afr. J. Agric. Sci.*, 10: 667-674.
- Edmeades G.O., Bolaños J., Lafitte H.R., Rajaram S., Pfeiffer W., Fischer, R.A., 1989. Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals. In: Baker F.W.G. (Editor), *Drought Resistance in Cereals*. ICSU and CABI, Paris and Wallingford, pp. 27-52.
- Herrero M.P., Johnson R.R., 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. *Crop Sci.*, 21:105-110.
- Ribaut J.-M., Betran J., Monneveux P., Setter T., 2009. Drought Tolerance in Maize In: Bennetzen JL and Hake SC (eds.), *Handbook of Maize: Its Biology*, pp. 311-344
- Westgate M.E., Boyer J.S., 1985. Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize. *Crop Science* 25: 762-769.

Kukorica (*Zea mays* L.) mag- és szárminták fuzárium fajösszetételének meghatározása Magyarországon

Szóke Csaba¹, Bónis Péter², Árendás Tamás², Szécsi Árpád³, Marton L. Csaba¹

¹Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

²Növénytermesztési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

³Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Osztály

1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

e-mail: szokecs@mail.mgki.hu

Összefoglaló

Az elmúlt években hazánkban is egyre gyakoribbá váltak az időjárási szélsőségek, valamint évjáraton belül is jelentős eltéréseket tapasztalhatunk az ország kukoricatermesztés szempontjából fontos termőhelyei között. Ez a tény minden megközelítésből – tápanyag-utánpótlás, öntözés, növényvédelem – nagyobb termesztési kockázatot jelent a kukoricatermesztésben. Hatványozottan érvényes ez a kukorica fuzáriumos megbetegedéseire. Egyrészt azért, mert száraz évjáratokban inkább a xerotoleráns, mezofil, míg csapadékos évjáratokban az ombrofil, pszichotróf fuzárium fajok betegítik növényeinket, másrészt a száraz években főleg a fuzáriumos szárkorhadás, míg csapadékosban a fuzáriumos csőpenész okoz problémát. Attól függően, hogy az adott területen melyik *Fusarium* faj dominál, változik a fertőzöttség mértéke, és az általuk termelt mikotoxinok okozta minőségi kártétel nagysága. A fertőzöttség mértékét alapvetően a kukoricahibridek rezisztenciális tulajdonságai határozzák meg, melynek vizsgálatához fontos ismernünk hazánk kukoricát károsító *Fusarium* fajösszetételét. Munkánk célja meghatározni, hogy a megváltozott évjáratok hatására változott-e a kukoricát károsító *Fusarium* fajok fajösszetétele és megjelenésük aránya.

Bevezetés

A *Fusarium* fajok a kukorica fejlődésének különböző szakaszában a növény valamennyi részét fertőzhetik csírázástól egészen az érésig. Fertőzésükkel csökkentik a vetőmag csírázóképeségét, a termés mennyiségét, valamint az általuk termelt mikotoxinok révén súlyos minőségi kárt okoznak a termésben, továbbá komoly veszélyeket jelentenek mind humán-, mind pedig állategészségügyi szempontból is. Mivel a kukorica ellenállóképességének összefüggései a különböző *Fusarium* fajokkal szemben még nem minden esetben tisztázottak, nagyon fontos, hogy ismerjük az adott termőhelyen károsító *Fusarium* fajok összetételét. Az elmúlt évtizedekben több tudományos publikációban foglalták össze a Magyaror-

szágon kukoricát károsító *Fusarium* fajokat (Manninger, 1967; Békési és Hinfner, 1970; Mesterházy és Vojtovics, 1977; Fischl és Halász, 1990; Szécsi, 1994; Kizmus és mtsai., 2000). A legfontosabb kórokozóknak a *F. graminearum*-ot, a *F. verticillioides*-t, a *F. culmorum*-ot említik. Mindhárom faj mikotoxinokat termel. A *F. graminearum* és a *F. culmorum* legfontosabb toxinjai a deoxynivalenol (DON), a zeralenone (ZEN) és a nivalenol (NIV), míg a *F. verticillioides*-nek a fumonisin (FB1, FB2, stb.) különböző változatai (Logrieco és mtsai., 2002; Bartók és mtsai., 2010). A toxinok káros élettani hatásai ismertek (Marasas, 1995; Berek és mtsai., 2001; Krska, 2007; Pestka, 2010). Ezen kívül a mikotoxinoknak fontos szerepe lehet a kórokozókkal szembeni rezisztencianemesítésben is. Több tanulmányban leírták, hogy a toxintartalom szoros összefüggést mutat a fertőzés nagyságával, ami azt jelenti, hogy a *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia a kórokozó toxintermelése által is szabályozott folyamat (Perkowski és mtsai., 1997; Toldi és mtsai., 2008). Löffler és mtsai. (2011) szerint a mikotoxin tartalom örökölhetősége – a *F. graminearum* és a *F. verticillioides* esetében is – hasonló vagy nagyobb, mint a csőfertőzésé. Bolduan és mtsai. (2009) is nagyon szoros összefüggést kaptak a *F. graminearum* toxinszennyeződés és a csőfertőzés nagysága között. Véleményük szerint a *F. graminearum*-mal szembeni rezisztencianemesítés a vizuális értékelési módszerrel is elegendő lehet. A búzával ellentétben (Van Eeuwijk és mtsai., 1995) a *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia természete a kukoricánál még nem tisztázott, bár az eddigi adatokból arra lehet következtetni, hogy ahhoz hasonló lehet. A különböző *Fusarium* fajok igen eltérő ökológiai körülmények mellett is sikeresen fertőzik a kukoricát, továbbá minden termőhelyen egyszerre több *Fusarium* faj is jelen lehet. Úgy gondoljuk, hogy a fentiek, valamint az elmúlt évek változó éghajlata miatt indokolt, hogy a több évtizedes múltra visszatekintő országos *Fusarium* fajmeghatározást folytassuk. Az eredményekből választ kaphatunk arra, hogy változott-e a kukoricát károsító fajösszetétel, a fajok megjelenésének aránya, netán melegező éghajlatunknak köszönhetően jelentek-e meg hazánkban új, kukoricát károsító *Fusarium* fajok.

Anyagok és módszerek

Szármintákat 2006-2008 között Martonvásáron, míg a szár- és csőmintákat 2013-ban, az ország nyolc (Martonvásár, Sárhatvan, Keszthely, Bicsérd, Kaposfüred, Maroslele, Kaba, Debrecen) kukoricatermesztés szempontjából jelentős termőhelyéről gyűjtöttük be, szeptember 21 és október 15 között. A 2006-2008 között gyűjtött összmintaszám 165 db volt, míg az idei évben mindegyik termőhelyről 15 db cső- és 15 db szármin-tát szedtünk. A mintákat megfelelő azonosítóval ellátva, feldolgozásig mélyhűtőben tároljuk. A szármintákat 1%-os NaOCl-oldatban, 15 percig rázatva felületileg sterilizáltuk, háromszor átöblítettük, majd légszárazra szárítottuk. A magminták feldolgozása során is hasonló protokollal járunk el. A fertőtlenített mintákat szelektív *Fusarium* táptalajokra helyeztük (Szécsi, 2004), majd megfelelő inkubációt követően meghatároztuk az izolált *Fusarium* fajokat (Leslie és Summerell, 2006) is. A statisztikai értékelést a MS® Excel adatkezelő program beépített moduljaival és az Agronomix Inc. Agrobases programjával végeztük el.

Eredményes és következtetések

A 2006-2008 közötti szármintákból izolált *Fusarium* fajok megoszlását az 1. táblázat tartalmazza. Három év átlagában a martonvásári szármintákból legnagyobb gyakorisággal a *F. verticillioides* (56,36%) faj volt jelen. A második helyet a *F. graminearum* (23,64%) foglalta el, melyet a *F. subglutinans* (12,73%) követett. *F. culmorum* és *F. proliferatum* gombafajokat 2006-ban nem találtunk a begyűjtött kukoricaszárakban. *F. proliferatum* fajból (4,69%) 2007-ben azonosítottunk nagyobb számban, míg a csapadékos 2008-as évben a két faj közül a *F. culmorum* (12,00%) fordult elő nagyobb gyakorisággal. A *F. graminearum* kivételével a fajok összetétele a különböző évjáratokban kisebb-nagyobb mértékben változott, viszont a *F. graminearum* előfordulása mindhárom évben 23,5% körül volt. Adatainkat összevetettük Békési és Hinfner (1970) valamint Mesterházy és Vojtovics (1977) kukoricaszárakból izolált országos *Fusarium* felvételezési eredményeivel. A két legfontosabbnak tartott szárfuzáriumot okozó kórokozó (*F. verticillioides* és a *F. graminearum*) mindhárom felvételezésnél a legnagyobb számban volt jelen. A *F. verticillioides* előfordulásának gyakorisága nőtt (melegibényesebb faj), a *F. graminearum*-é többé-kevésbé azonos volt (1. ábra).

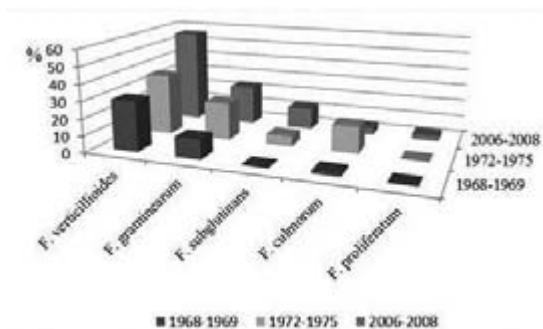
A *F. subglutinans* faj előfordulása az évek során emelkedett, legnagyobb számban 2006-2008 között tudtuk kukoricaszárból izolálni. A faj előfordulásának növekedését éghajlatunk melegedésével magyarázzuk. A *F. culmorum* jelenléte volt a legrapszodikusabb. Ebben szerepe lehet annak a ténynek is, hogy a *F. culmorum* csak az ivartalan szaporító képleteivel képes fertőzést elindítani, így hátrányban van az ivaros ciklussal is rendelkező fajokkal szemben (*F. graminearum*, *F. verticillioides*), melyek szexuális fázisuk során termőtestben fejlődő aszkospórák segítségével is fertőzhetik a növényeket.

Az elkövetkező két évben (2013-2014) egy országos felvételezést fogunk elvégezni. Az idei év szár- és csőmintáit már begyűjtöttük, laboratóriumi feldolgozásuk még nem kezdődött el.

A szárcsomók körül kialakult sporodochium gyűrű penészgyepének színe az esetek nagyobb részében fehér volt, mely alapján valószínűsíthető, hogy a *F. verticillioides* ebben az évben is jelen lesz a szármintákban.

Fusarium faj	2006		2007		2008		Összes	
	db	%	db	%	db	%	db	%
<i>F. verticillioides</i>	33	64,71	36	56,25	24	48,00	93	56,36
<i>F. graminearum</i>	12	23,53	15	23,44	12	24,00	39	23,64
<i>F. subglutinans</i>	6	11,76	9	14,06	6	12,00	21	12,73
<i>F. culmorum</i>	0	0,00	1	1,56	6	12,00	7	4,24
<i>F. proliferatum</i>	0	0,00	3	4,69	2	4,00	5	3,03
Összes	51	100	64	100	50	100	165	100

1. táblázat Szármintákból izolált *Fusarium* fajok megoszlása (Martonvásár, 2006–2008)



1. ábra. Kukorica-szármintákból izolált *Fusarium* fajok eloszlása megoszlása (Martonvásár, 2006–2008)

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Bartók T., Tölgyesi L., Szekeres A., Varga M., Bartha R., Szécsi Á., Bartók M., Mesterházy Á. (2010): Detection and characterization of twenty-eight isomers of fumonisin B1 (FB1) mycotoxin in a solid rice culture infected with *Fusarium verticillioides* by reserved phase high-performance liquid chromatography/electro spray ionization time-of-flight and ion trap mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24:35-42.
- Berek, L., Perti I. B., Mesterházy Á., Téren J., Molnár J. (2001): Effect of mycotoxins on human immune functions in vitro. *Toxicol. In Vitro*, 15:25-30.
- Békési P., Hinfner K., (1970): Adatok a kukorica fuzáriumos eredetű megbetegedéseinek ismeretéhez. *Növényvédelem*, 6:13-18.
- Fischl G., Halász L. (1990): A kukorica szárkorhadásában résztvevő mikroszkopikus gombák azonosítása hazánkban. *Növényvédelem*, 26:433-441.
- Kizmus, L., Marton L.C., Krüger W., Müller D., Drimal J., Pronczuk M., Zwatz B., Craicu D.S. (2000): Data on the distribution in Europe of *Fusarium* species causing root and stalk rot in maize. In: Bedő Z. (ed.), 50th Anniversary of the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. Scientific Meeting (June 2–3, 1999), Martonvásár, 170–176.
- Krska R., Welzig E., Boudra H. (2007): Analysis of *Fusarium* toxins in feed. *Animal Feed Science and Technology*, 137:241-264
- Leslie J.F., Summerell B.A. (2006): *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing Ltd, UK, 387 pp.
- Logrieco A., Mulè G., Moretti A., Bottalico A. (2002): Toxicogenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 108:597–609.
- Manninger I. (1967): Kétéves tapasztalatok a kukorica fuzáriumos megbetegedéséről és a védekezési lehetőségei. *Magyar Mezőgazdaság*, 13:12-13.
- Marasas, W.F.O. (1995): Fumonisin: their implications for human and animal health. *Nat. Toxins*, 3:193-198.
- Mesterházy Á., Vojtovics M., (1977): Kukorica magminták gombaflórája Magyarországon 1974-1975-ben. *Növényvédelem*, 13:441-446.
- Mesterházy Á. (1983): Relationship between resistance to stalk rot and ear rot of corn influenced by rind resistance, premature death and the rate of drying of the ear. *Maydica*, 28:425-437.
- Perkowski J., Pronczuk M., Chelkowski J. (1997): Deoxynivalenol and acetyldeoxynivalenol accumulation in field maize inoculated by *F. graminearum*. *J. Phytopathol.*, 145:113-116.
- Pestka J.J. (2010): Toxicological mechanisms and potential health effects of deoxynivalenol and nivalenol. *World Mycotoxin Journal*, 3:323-347
- Szécsi Á. (1994): A *Liseola* szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. *Növényvédelem*, 30:313-318.
- Szécsi Á. (2004): Szelektív táptalajok *Fusarium*-fajok izolálására és megkülönböztetésére. *Növényvédelem*, 40:339–342.
- Toldi E., Bartók T., Varga M., Szekeres A., Tóth B., Mesterházy Á. (2008): The role of breeding in reducing mycotoxin contamination in corn. *Cereal Res. Commun.* 36:175-177.
- Van Eeuwijk F.A., Mesterházy A., Kling C.H.I., Ruckebauer P., Saur L., Bürstmayr H., Lemmens M., Keizer L.C.P., Maurin N., Snijders C.H.A. (1995): Assessing non-specificity of resistance in wheat to head blight caused by inoculation with European strains of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* using a multiplicative model for interaction. *Theor. Appl. Genet.*, 90:221-228.

Silókukorica hibridek szárazanyag hozamának és beltartalmának változása az érés során

Tóthné Zsuzsanna, Pintér János, Pók István, Marton L. Csaba

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: zsubori.zsuzsanna@agr.ar.mta.hu

Összefoglaló

A silókukorica betakarítási idejének megválasztása jelentősen befolyásolja a szilázs mennyiségét és minőségét. Az érés előrehaladtával a csőben egyre több tápanyag halmozódik fel, míg a többi növényi rész emészthetősége fokozatosan romlik. A virágzástól kezdve 10 naponként vett növényi mintákból vizsgáltuk a szárazanyag felhalmozódás és a beltartalmi összetevők, elsősorban a lignin és az emészthető szervesanyag tartalom alakulását a csőben és a többi növényi részben, valamint a csőarány változását. A teljes növényi szárazanyaghoz viszonyítva a cső részaránya folyamatosan nőtt a betakarításkor mért 52-60%-ig, ezzel párhuzamosan szárazanyag tartalma és emészthető szervesanyag tartalma is. A leveles szár emészthető szervesanyag tartalma ezzel szemben a kezdeti enyhe emelkedés után csökkenő tendenciát mutatott. A lignintartalom a csőben folyamatosan csökkent, míg a többi növényi részben enyhe csökkenés után a betakarítás idejére jelentősen megnőtt (4,92-ről 5,71%-ra). Az emészthető szárazanyag hozam 35-40% közötti szárazanyag tartalomnál érte el a maximumát, azután csökkent.

Bevezetés

Silókukorica esetében a legfontosabb értékmérők a szárazanyag hozam, a csőarány és az emészthetőség. A betakarítási idő ezen tulajdonságokat jelentős mértékben befolyásolja. A silóérettség állapotát, amikor a szemtelítődés már befejeződött, de a növény még zöld, *Weissbach és Auerbach (1999)* szerint 30-35% szárazanyag tartalomnál éri el a kukorica. A betakarítás azonban még 42% szárazanyag tartalomig nagyobb veszteség nélkül elvégezhető, biztosítva a maximális termést és tejhozamot (*Darby és Lauer, 2002*). *Józsa (1981)* szerint a 35-40%-os szárazanyag tartalomnál betakarított silókukorica esetében a cső részaránya a teljes növényi szárazanyag 55-65%-a is lehet, ami nagyon jónak mondható. Az ilyenkor betakarított kukorica takarmányértéke is jobb, mint a korábban betakarítottaké, illetve ez a szárazanyag tartalom szükséges a szilázs megfelelő erjedéséhez is. A fiziológiai érésben betakarított kukoricából készült szilázs tej-savtartalma magasabb (*Irlbeck és mtsai., 1993*).

Az emészthetőség erősen függ a növény érettségi állapotától és szárazanyag tartalmától, ezért is kiemelten fontos a betakarítási idő helyes megválasztása. A silókukorica optimális betakarításkori szárazanyag tartalma 35% körül van. Egyes szerzők ennél alacsonyabb (*Argillier és Barrière, 1996, Kim és mtsai., 1999*), mások magasabb szárazanyag tartalomnál mérték a maximális emészthetőséget (*Giardini és mtsai., 1976*;

Hunt és mtsai., 1989). Az érés előrehaladtával a szár szárazanyagának lebonthatósága csökken, mivel a növényi szövetekben – elsősorban a szárban – egyre több lignin halmozódik fel, ami az emészthetőséget rontja (Bal és mtsai., 2000b; Russell, 1986). A teljes növény emészthetősége viszont a csóarány növekedésének köszönhetően javul (Ettle és Schwartz, 2003; Gul és mtsai., 2008). Összességében az optimális szárazanyag hozam, minőség és tejhozam 30-40% közötti szárazanyag tartalomnál várható (Darby és Lauer, 2002).

Ma és mtsai. (2006) a virágzás után több időpontban vizsgálták a szárazanyag beépülését és a szárazanyag tartalom változását, és azt tapasztalták, hogy az optimális betakarítási időpontban (35% szárazanyag tartalomnál) volt a legnagyobb a szárazanyag akkumuláció, amit a tejes- és viaszérés közötti állapotban mértek. Ez az északabbra fekvő területeken 50 nappal, délebbre 35 nappal a virágzás után következik be. Giardini és mtsai. (1976) szerint a legnagyobb szárazanyag termés és a legjobb beltartalom virágzás után 40-45 nappal (38-42% szárazanyag) várható. Irodalmi adatok alapján a szár szénhidrát tartalma a hímvirágzás után egy ideig emelkedik, majd a 35. naptól csökken (Dwyer és mtsai., 1995). Az *in vitro* emészthető nem oldódó szénhidrátok mennyisége szintén a virágzás utáni 35. napra stabilizálódik (Argillier és Barrière, 1996).

Fentiek alapján célkitűzésünk volt megvizsgálni a szárazanyag hozam és a beltartalom változásait az érés során néhány martonvásári nemesítésű silókukorica hibrid esetében, hogy meghatározzuk a betakarítás optimális időpontját.

Anyagok és módszerek

A kísérletben szereplő silókukorica hibrideket Martonvásáron vetettük el 2013-ban, véletlen blokk elrendezésű 4 soros parcellákban, 3 ismétlésben, öntözött körülmények között. A vizsgált genotípusok az Mv Nutrisil, Mv Siloking, Mv Kámasil, és Mv Megasil voltak. Az első mintavétel közvetlenül virágzás után történt (július 15.), majd betakarításig 10 naponként megismételtük (július 25., augusztus 5., 15. és 26.). Ismétlésenként három növényt kivágtunk, a csöveket csuhélevelekkel együtt eltávolítottuk, majd a visszamaradt növényi részeket egyben leszecskáztuk. A csöveket külön szecskáztuk. Az aprított növényi anyag kémiai összetételét egy Bruker MPA típusú NIR spektrométerrel mértük, és INGOT kalibrációs szoftver segítségével értékeltük. A szárazanyag tartalom és csóarány meghatározásához minden ismétlésből külön növényeket vettünk, melyekről a csöveket eltávolítottuk, majd szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig történő szárítás után visszamértük külön a csövet és a többi növényi részt. A kapott adatokat kéttényezős varianciaanalízissel értékeltük. Az emészthető szárazanyag hozam meghatározásához a következő képletet használtuk:

$$\bullet \text{ IVDMY} = \text{DMY} \cdot \text{IVDOM} / 100$$

ahol IVDMY= emészthető szárazanyag hozam (t/ha), DMY= szárazanyag hozam (t/ha), IVDOM= *in vitro* emészthető szervesanyag tartalom (%). A hektáronkénti szárazanyag hozam kiszámításához az egy növényre vetített szárazanyag hozamot szoroztuk a kísérletben beállított 80.000 tó/ha tőszámmal.

Eredmények és következtetések

A kísérletben szereplő hibridek nővirágzása július 10. és 15. közé esett. Az első mintavétel közvetlenül a virágzás után történt. Szakirodalmi adatok (*Ma és mtsai., 2006; Giardini és mtsai., 1976*) és a korábbi évek tapasztalatai alapján az utolsó mintavételt, vagyis a betakarítást a virágzás utáni 40. napra időzítettük. A nyári súlyos aszály és extrém magas hőmérséklet miatt a növényeknél kényszerérés, korai fel- és leszáradás következett be, így a betakarításkori szárazanyag tartalmuk kissé magasabb volt a vártnál. A hibridek átlagában a teljes növényre vetített szárazanyag tartalom 40,63% volt. Korábbi kísérleteink során is hasonlóan erős évjáráthatást tapasztaltunk (*Tóthné Zsubori és mtsai., 2009*).

A cső szárazanyag tartalma dinamikusabb növekedést mutatott, mint a többi növényi rész (*1. táblázat*). A leveles szár virágzáskor mért szárazanyag tartalma 17,05% volt, ami a betakarítás idejére 30,68%-ra nőtt. A cső esetében virágzáskor 10,94%, betakarításkor 50,58% szárazanyag tartalmat mértünk. A cső nyers tömege eleinte nőtt, ahogy a szemek egyre jobban kifejlődtek, majd a száradás és a szemek vízleadása miatt a betakarítás idejére kissé visszaesett. A többi növényi rész tömege eleinte csak enyhén, majd az utolsó két mintavétel időpontja között nagyobb mértékben csökkent. A betakarítás idejére a Nutrisil hibrid érte el a legnagyobb zöldtömeget (1004 g/növény).

A beltartalmi mutatók közül az emészthető szervesanyag tartalom az érés előrehaladtával a szárban folyamatosan csökkent, míg a csőben nőtt, ami megfelel a szakirodalomban található adatoknak (*Bal és mtsai., 2000b; Gul és mtsai., 2008*). Silóérettségben a cső emészthető szervesanyag tartalma csaknem 30%-kal volt több, mint a többi növényi részé összesen (75,18% és 57,23%). Az utolsó két mintavétel között ez az érték már nem növekedett, sőt az adatpontokra illesztett görbe alapján a betakarítás idejére enyhe csökkenést mutatott. Az emészthetőséget befolyásoló másik fontos paraméter, a lignintartalom esetében fordított tendenciát tapasztaltunk: a szárban enyhén nőtt, míg a csőben jelentősen csökkent a lignin mennyisége az érés folyamán. A cső lignintartalma betakarításkor 2,44%, míg a száré 5,71% volt a hibridek átlagában. A genotípusok között azonos mintavételi időpontban mért különbség nem volt szignifikáns egyik tulajdonságra sem. Több szerző szerint az egyes növényi részek emészthetősége nem annyira a genotípustól, mint inkább az érettségi állapottól függ (*Masoero és mtsai., 2006; Ettle és Schwartz, 2003*).

Mintavétel ideje	Szárazanyag (%)		Emészthető szervesa. (%)		Lignin (%)	
	leveles szár	cső	leveles szár	cső	leveles szár	cső
július 15.	17,05	10,94	66,11	69,33	5,10	4,31
július 25.	19,83	11,68	66,29	71,88	5,08	3,59
augusztus 5.	19,95	25,68	64,92	77,40	4,92	2,80
augusztus 15.	25,54	39,26	61,25	74,31	5,01	2,66
augusztus 26.	30,68	50,58	57,23	75,18	5,71	2,44
SzD_{5%}	1,45	1,76	0,95	1,54	0,17	0,28

1. táblázat. A főbb beltartalmi mutatók alakulása az érés folyamán (4 hibrid átlaga)

A silókukorica hibridek fontos értékmérő tulajdonsága a csőarány és az emészthető szárazanyag hozam (2. táblázat). A Nutrisil hibrid csőaránya volt a legkisebb a vizsgált hibridek között (52,07%), emészthető szárazanyag hozama azonban a legnagyobb volt (19,32 t/ha). Ennek oka valószínűleg a nagyobb növénytömeg. Betakarításkor a többi hibridhez képest a Nutrisil nyers tömege szignifikánsan nagyobb volt, szárazanyag tartalma a csőben kissé kevesebb, a szárban közel azonos. Az egy növényre vetített szárazanyag hozama a többi hibrid átlagához képest 9,28%-kal több volt. A kisebb csőarány oka, hogy a Nutrisil hibridnek egy jól fejlett csőve volt, míg a többi hibridnél gyakran fordultak elő másodcsövek. A csövek és a leveles szár emészthető szervesanyag tartalmában a genotípusok között azonban nem volt szignifikáns különbség. Az emészthetőségre a többi, itt nem részletezett beltartalmi mutató is hatással van, mint például a fehérje, keményítő vagy vízdoldható szénhidrát tartalom. A Nutrisil esetében a cső fehérjetartalma szignifikánsan nagyobb volt a többi hibridhez képest.

Hibridek	Csőarány (%)					Emészthető szárazanyag hozam (t/ha)				
	VII.15	VII.25	VIII.05	VIII.15	VIII.26	VII.15	VII.25	VIII.05	VIII.15	VIII.26
Nutrisil	16,16	24,15	45,06	49,75	52,07	8,03	8,51	14,63	17,71	19,32
Siloking	17,49	20,15	43,48	47,53	58,30	6,74	8,59	15,54	15,95	18,51
Kámasil	14,39	28,50	43,73	47,13	58,57	6,73	11,86	16,53	17,39	15,76
Megasil	20,96	30,70	40,48	53,02	60,43	7,91	10,26	16,09	20,37	18,09

2. táblázat A hibridek emészthető szárazanyag hozamának és csőarányának alakulása a különböző mintavételi időpontokban (Martonvásár, 2013)

A cső részaránya a teljes növényi szárazanyagban minden hibrid esetében folyamatosan nőtt. A második és harmadik mintavételezés közötti időszakban (az 50%-os nővirágzás utáni 10. és 20. nap között) jelentősebb ugrás volt tapasztalható. A hirtelen szemtömeg-növekedés oka az, hogy ekkorra az endospermiumban befejeződik a sejtosztódás, kialakul a végleges sejtszám és kezdődik a szemtelítődés lineáris szakasza: az asszimiláták keményítő formájában épülnek a szembe. Ennek intenzitása genetikailag meghatározott, még a magas hőmérséklet sem befolyásolja (*Badu-Apraku és mtsai., 1983*). Az emészthető szárazanyag hozam eleinte nagyobb, majd kisebb mértékű emelkedést mutatott. A Kámasil és Megasil hibridek esetében a betakarítás idejére még csökkent is. A hibridek átlagában a teljes vizsgált időszak alatti változás a következő egyenlettel írható le: $y = -0,6071x^2 + 6,5609x + 0,72$.

Eredményeink azt mutatják, hogy 40% szárazanyag tartalom felett a silókukorica minősége már kevésbé jó. Beltartalmi mutatói kedvezőtlen irányba változnak, lignintartalma nő, miközben emészthető szervesanyag tartalma csökken. Ezzel együtt hektáronkénti emészthető szárazanyag hozama is csökken. A túl nagy szárazanyag tartalom a tárolás (tömörítés és erjedés) szempontjából sem kedvező. A silókukorica betakarítását tehát 35-40% szárazanyag tartalomnál érdemes elvégezni, ami száraz, aszályos években a virágzás utáni 35-40. napra esik a vizsgált hibridek esetében.

Munkánkat a GOP-1.1.1-11-2012-0159 és a TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0001 pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

- Argillier O., Barrière Y. (1996): Genotypic variation for digestibility and composition traits of forage maize and their changes during the growing season. *Maydica* 41: 279-285.
- Badu-Apraku B., Hunter R. B., Tollenaar M. (1983): Effect of temperature during grain filling on whole plant and grain yield in maize (*Zea mays* L.). *Can. J. Plant Sci.* 63: 357-363.
- Bal M. A., Shaver R. D., Shinnors K. J., Coors J. G., Lauer J. G., Straub R. J., Koegel R. G. (2000): Stage of maturity, processing and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Tech.* 86: 83-94.
- Darby H. M., Lauer J. G. (2002): Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality and preservation. *Agronomy J.* 94: 559-566.
- Dwyer L. M., Andrews C. J., Stewart D. W., Ma B. L., Dugas J. A. (1995): Carbohydrate levels in field-grown leafy and normal maize genotypes. *Crop Sci.* 35: 1020-1027.
- Ettle T., Schwartz F. J. (2003): Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.* 52: 337-349.
- Giardini A., Gaspari F., Vecchietini M., Schenoni P. (1976): Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1: 313-326.
- Gul I., Demirel R., Kilicalp N., Sumerli M., Kilic H. (2008): Effect of crop maturity stages on yield, silage chemical composition and in vivo digestibilities of the maize, sorghum and sorghum-sudangrass hybrids grown in semi-arid conditions. *J. Anim. Vet. Adv.* 7: 1021-1028.
- Hunt C. W., Kezar W., Vinande R. (1989): Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by maturity. *J. Prod. Agric.* 2: 357-361.
- Irlbeck N. A., Russell J. R., Hallauer A. R., Buxton D. R. (1993): Nutritive value and ensiling characteristics of maize stover as influenced by hybrid maturity and generation, plant density and harvest date. *Anim. Feed Sci. Tech.* 41: 51-64.
- Józsa L. (1981): Kukoricatermesztés szilázsnak. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Kim J. D., Kim D. A., Lee J. G., Lee H. Y. (1999): Yield and quality of corn for silage as affected by hybrid and kernel milkline stage. *Kor. J. Dairy Sci.* 21: 207-220.
- Ma B. L., Subedi K. D., Stewart D. W., Dwyer L. M. (2006): Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dual-purpose corn hybrids. *Agron. J.* 98: 922-929.
- Russell J. R. (1986): Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Anim. Feed Sci. Tech.* 14: 11-27.
- Tóthné Zsubori Zs., Pók I., Hegyi Zs., Marton L. Cs. (2009): Az évjárat és a genotípus hatása különböző típusú silókukorica hibridek morfológiai és agronómiai tulajdonságaira. *Növénytermelés* 58: 69-80.
- Weissbach F., Auerbach H. (1999): When is maize mature for silage? The demand for higher silage quality and the new maturity classification of silage maize. *Mais* 2: 72-77.

