NÖVÉNYVÉDELEM

45. évfolyam 12. szám, 2009. december

VÁLTOZÓ KLÍMA..... VÁLTOZÓ NÖVÉNYVÉDELEM

AGROINFORM

A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos lapja

NÖVÉNYVÉDELEM

A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium szakfolyóirata

Megjelenik havonként

Előfizetési díj a 2009. évre ÁFÁ-val: 5200 Ft
Egyes szám ÁFÁ-val: 520 Ft + postaköltség
Diákoknak 50% kedvezmény

Szerkesztőbizottság:
Elnök: Eke István
Rovatvezetők:
Csóka György (erdővédelem)
Fischl Géza (növénykórtan, arcképcsarnok)
Hartmann Ferenc (gyomszabályozási technológia)
Kovács Cecília (alkalmazástechnika)
Kuroli Géza (technológia, rovartan)
Mészáros Zoltán (rovartan)
Mogyorósyné Szemessy Ágnes (információk, krónika)
Palkovics László (növénykórtan, virológia)
Solymosi Péter (gyombiológia, gyomszabályozás)
Szeőke Kálmán (rovartan, most időszerű)
Vajna László (növénykórtan)
Vörös Géza (technológia, rovartan)
A Szerkesztőbizottság munkáját segítik:
Dancsházy Zsuzsanna (angol nyelv)
Böszörményi Ede (angol nyelv)
Palojtay Béla (nyelvi lektorálás)

Felelős szerkesztő: Balázs Klára

Szerkesztőség:
Budapest II., Herman Ottó út 15.
Postacím: 1525 Budapest, Pf. 102.
Telefon: (1) 39-18-645
Fax: (1) 39-18-655
E-mail: h10427bal@ella.hu

Felelős kiadó: Bolyki István

Kiadja és terjeszti:

AGROINFORM Kiadó
1149 Budapest, Angol u. 34.
Telefon/fax: 220-8331
E-mail: kiado@agroinform.com

Megrendelhető a Szerkesztőség címén, illetve előfizethető a Kiadó K&H 10200885-32614451 számú csekkszámláján.

ISSN 0133–0829

AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft.
Felelős vezető: Stekler Mária
09/206

PLANT PROTECTION

ÚTMUTATÓ A SZERZŐK SZÁMÁRA

A közlemények terjedelmét a mondanivaló jellege szabja meg, de ne legyen a kettes sortávolságra nyomtatott szöveg a mellékletekkel együtt 15 oldalnál hosszabb. A kéziratot bevezető, anyag és módszer, eredmények (következtetések, köszönetnyilvánítás), irodalom fő fejezetekre kérjük tagolni és a Szerkesztőség címére 2 pld.-ban + lemezen beküldeni. A közlemény címét a Szerző(k) neve, munkahelye és a rövid összefoglaló kövesse, a dolgozat az irodalommal fejeződjön be. A táblázatok és ábrák (címjegyzékkel együtt) a dolgozat végére kerüljenek. Csak jó minőségű, pauszpapírra rajzolt vagy lasernyomtatóval készült ábrát, illetve fekete-fehér fotót fogadunk el. Színes diát és színes fotót csak a borítóra kérünk. Belső színes ábrák elhelyezésére közlési díj befizetése vagy szponzor anyagi támogatása esetén van lehetőség.

Az angol nyelvű összefoglaló, illetve az e célra készült magyar szöveg új oldalon kezdődjön.

A kéziratban csak a latin neveket kérjük kurzívval (egyszeri aláhúzás vagy italic nyomtatás) jelölni, egyéb tipizálás mellőzendő. A technológia részbe szánt kézirathoz összefoglalót nem kérünk. A Szerkesztőség csak az előírásoknak megfelelő eredeti kéziratot fogad el.

A Szerkesztő bizottság az internet honlapokról származó adatokra való hivatkozásokat nem tartja elfogadhatónak, ezért felhívja a Szerzők figyelmét, mellőzzék ezeket. Kivételt képeznek az interneten „on-line" elérhető tudományos folyóiratok, amelyek lektorált, szakmailag ellenőrzött dolgozatokat közölnek. Az ezekre történő hivatkozás esetén a szokásos bibliográfiai adatokat kell megadni.

A kézirat beadásával egyidejűleg kérjük a Szerző(k) személyi adatait (név, lakcím, munkahely, munkahely címe, telefon, fax, e-mail) megadni.

CÍMKÉP:

Változó klíma... változó növényvédelem

Fotó: Vécsy Attila

COVER PHOTO:

Changing climate... changing plant protection

Photo by: Attila Vécsy

KLÍMAVÁLTOZÁS – NÖVÉNYVÉDELEM

KIHÍVÁS A NÖVÉNYKUTATÓK ÉS -NEMESÍTŐK SZÁMÁRA

Veisz Ottó
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A várható klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak egyik leginkább kitett gazdasági ágazat a mezőgazdaság. A növénytermesztés eredményessége alapvetően befolyásolja az egész élelmiszer-ellátás biztonságát, ezért stratégiai cél a kedvezőtlen hatások okozta veszteségek elkerülése vagy mérséklése. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete – Európa egyik legnagyobb fitotronjában végzett kísérletek eredményeire alapozva – mintegy két évtizede foglalkozik a klímaváltozás várható hatásainak alap- és alkalmazott kutatásával, azok mértékének meghatározásával a gazdanövényre és a gazdanövény–kórokozó kapcsolatára. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének eredményeit az Európai Unió – az FP7-REGPOT-2007-1 pályázata keretében – Magyarországon elsőként ismerte el a benyújtott „AGRISAFE" rövid elnevezésű program elfogadásával, melyben az intézet arra a feladatra vállalkozott, hogy e témában Közép-Európára kiterjedő regionális szintű képzési és kutatási központtá válik. A központ feladata, hogy a mezőgazdaságban – hazai és külföldi (elsősorban az unió országaiból érkező) – kutatók, nemesítők, innovációs szakemberek, mezőgazdászok képzésén keresztül elősegítse a klímaváltozás hatásainak következményeire irányuló felkészülést.

A program kutatási és képzési koncepciója

Napjainkban a nemzetközi kutatások egyik fő területét képezi a globális klímaváltozás várható hatásainak meghatározása, melynek számos tényezője jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági termelés biztonságát. Közép- és Kelet-Európában a leggyakrabban tapasztalt időjárási szélsőségek az alacsony és a magas hőmérséklet, valamint a csapadék hiánya vagy túlzott bősége. E térségben az évek során gyakrabban és nagyobb különbségek voltak megfigyelhetők a szélsőséges időjárási tényezőkben, mint Európa nyugati részein. A klímaváltozási előrejelzések szerint Európa jelentős részén lényeges, akár 20 százalékot is meghaladó terméscsökkenések várhatók a növénytermesztésben. A terméskiesést az ökoszisztémák stabilitásának általános csökkenése, új kórokozók és kártevők megjelenése kíséri.

A globális klímaváltozáshoz történő alkalmazkodásnak az egyik legfontosabb eleme az élelmiszer-biztonság, ezért rendkívül fontos mind a kutatók, mind a termelők képzése és felkészítése. Cél, hogy olyan új biológiai alapanyagokat hozzanak létre, és olyan termelési rendszereket vezessenek be, melyek segítenek alkalmazkodni az új körülményekhez.

A KLÍMAVÁLTOZÁS KÖVETKEZŐ ASPEKTUSAIT TANULMÁNYOZZUK A MARTONVÁSÁRI KUTATÓINTÉZETBEN

A stressztűrő képesség meghatározása a sejtbiológia, a molekuláris genetika és a funkcionális genomika eszközeinek felhasználásával

Ezeknek a vizsgálatoknak elsődleges célja a stressztoleranciáért felelős genetikai tényezők, gének azonosítása. Ezt követően tanulmányozzuk a stressztolerancia génekben kimutatható

természetes variabilitás mértékét a termesztett fajtakörben, vad fajokban, valamint a különböző génvariánsok adott tulajdonságra kifejtett hatását. Az így azonosított kedvező génvariánsok felhasználhatók a stressztoleranciára történő nemesítésben.

Agro-ökológiai kutatások

E munka a környezetvédelem számos elemét tartalmazza, melyek közvetve vagy közvetlenül hozzájárulnak a mezőgazdasági termelés stabilizálásához és a környezetbarát termesztési eljárások elterjedéséhez. Az új növényfajták termesztése döntő fontosságú a mezőgazdaságban. A martonvásári kutatók által végzett agroökológiai és termesztéstechnológiai kutatások, továbbá a fenntartható mezőgazdaság kérdéseire adott válaszok még változó éghajlati viszonyok között is lehetővé teszik a környezet és a mezőgazdaság közötti optimális viszony elérését.

Növénytermesztési tartamkísérletek

E kísérletek, melyek 50 éve folynak, és a környezetvédelemre, valamint a biotikus és abiotikus tényezők hatásaira irányulnak, szántóföldi laboratóriumként tekintendők, melyekben vizsgáljuk a környezet biotikus és abiotikus tényezőinek időben történő változásait és a termesztési technológiák hosszú távú hatásait, mérjük a termesztési technológiák stabilitását és elemezzük az évjárati hatásokat, valamint a genotípus × környezet interakciókat.

Fitotroni kutatások

Egyre több programban szerepel a globális klímaváltozás várható hatásainak, valamint az éghajlati szélsőségek és a növények növekedése, fejlődése, kémiai minősége, illetve az abiotikus és biotikus rezisztenciája közötti kapcsolat tanulmányozása. A kísérletek célja meghatározni a várható éghajlati változások hatását a növényfajok fejlődésére és termésére. Az e területre előre jelzett változások következményeit – mint a CO_2 légköri koncentrációjának emelkedését, az átlaghőmérséklet növekedését, a rendkívül magas hőmérsékletű napok (hősokk) nagyobb gyakoriságát és a csapadékmennyiségek csökkenését – először külön-külön vizsgáltuk, majd e környezeti tényezők közös hatásait értékeltük. Az új fajták nemesítésekor kiemelt fontosságot tulajdonítunk az agroökológiai kutatásoknak, a szélsőséges éghajlati hatások tanulmányozásának, valamint a környezetvédelemmel kapcsolatos növénytermesztési kérdéseknek.

Szántóföldi növények nemesítése

A martonvásári intézet által nemesített búzafajták között olyan fagy- és szárazságtűrő genotípusok vannak, melyek képesek a legtöbb fajtánál szignifikánsan nagyobb terméseket elérni még azokban az években is, amikor rendkívül hidegek a telek, vagy kevés a csapadék. A martonvásári kukoricahibridek között jó szárazságtűrő genotípusok találhatók. Az ilyen fajták folyamatos nemesítése nélkülözhetetlen, ha az éghajlatváltozás okozta kárt ki akarjuk védeni, és megbízható élelmiszer-tartalékokat akarunk biztosítani. Ha a növénynemesítők válaszolni akarnak erre a kihívásra, széles körű alapkutatásra, az abiotikus és a biotikus stressztényezők tanulmányozására, és a nemesí-

tést megkönnyítő technikai fejlesztésekre van és lesz szükség. Széles körű nemzetközi együttműködést követel meg a nemesítési alapanyagok genetikai variabilitásának kiterjesztése és az alkalmazkodóképesség javítása.

Növényvédelem

Az éghajlati változások egyik következménye az új növényi kórokozók és kártevők megjelenése. A kórokozók és kártevők állandó nyomása folyamatos kihívás, melyre a hagyományos és újabban biotechnológiai módszerek felhasználásával a rezisztens fajták nemesítése lehet a válasz. A tapasztalat azt mutatja, hogy a globális fölmelegedés következtében egyes területeken új növényi kórokozókra, kártevőkre és gyomokra kell számítani, melyek a korábbiaknál agresszívebbek, ezért valószínűleg tömegesen fordulnak majd elő. Mivel ez viszonylag új jelenség, növekszik a patogénekkel és a kártevőkkel szembeni rezisztencia vizsgálatának jelentősége, és nagyobb hangsúlyt kap a rezisztens fajták nemesítése. Az ilyen fajták termesztésével megvalósítható a biológiai környezetvédelem és a költségkímélő termesztési technológia.

A program várható eredménye

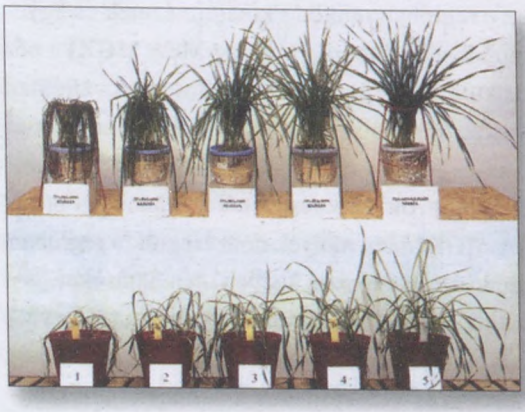
A különböző európai kutatási centrumokkal és egyetemekkel meglévő kétoldalú kutatási együttműködési szerződések folyamatos fenntartása és kiterjesztése nagyban hozzájárulhat ahhoz, hogy a martonvásári intézet az egész közép- és kelet-európai régióban e téma kutatási és képzési központjává váljék, miközben az e régióban működő kutatóintézetek és egyetemek fiatal kutatóinak szervezett képzési tanfolyamok lehetővé teszik, hogy az MTA MGKI a növény és környezet közötti interakcióval kapcsolatos kutatási területen még nyitottabbá váljék az együttműködésre. A Közép- és Kelet-Európában tapasztalt szélsőséges éghajlati viszonyokhoz alkalmazkodó biológiai alapanyagok nemesítését csak az érintett területen belül lehet megoldani. Ez szükségessé teszi jól képzett növénykutatók meglétét és azok aktív részvételét. A jelenlegi program keretében olyan fejlesztéseket tervezünk az MTA MGKI-ben, melyek hozzásegítik a régióban dolgozó szakembereket, hogy kivédjék a globális klímaváltozás okozta kedvezőtlen hatásokat.

A több közép- és kelet-európai országgal (Románia, Szlovákia, Szlovénia, Szerbia, Horvátország) már aláírt együttműködési szerződés, a szomszédos országok vetőmagcégeivel és gazdáival fenntartott folyamatos kapcsolat és a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium szakembereivel meglévő együttműködés szilárd alapot nyújt a globális klímaváltozásra történő felkészüléshez.

E kapcsolatoknak köszönhetően, az intézetben nemesített fajtákat, az elmúlt tíz év során, igen gyorsan vezették be a gyakorlatba, így az intézetnek meghatározó pozíciója van Magyarország vetőmagpiacán. Az említett kapcsolatokra alapozva, és az intézetben szervezett különböző rendezvények nagy látogatottsága miatt, az MTA MGKI ideális helyzetben van, hogy gyakorlati bemutatót tartson (szántóföldön és fitotronban) a klímaváltozás kedvezőtlen hatásairól, és információt nyújtson arról, hogyan lehet e változásokhoz alkalmazkodni és mérsékelni az előre jelzett veszteségeket.

A martonvásári fitotron
Európa egyik legnagyobb fitotronja

Klímaváltozás modellezése fitotronban



Szárazságstressz folyadékkultúrában
és talajban

Genotípus-környezet
kapcsolatának vizsgálata
Fotók: Vécsy Attila

HATVANÉVES A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MEZŐGAZDASÁGI KUTATÓINTÉZETE

Veisz Ottó
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A hat évtizedes múltra visszatekintő martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézetet az 1949 februárjában megalakult Országos Kutatásirányítási Központ, illetve a Földmívelésügyi Minisztériumhoz tartozó Mezőgazdasági Tudományos Központ hívta életre. „A növénynemesítés egységes irányítására és a nemesítettvetőmagellátás biztosítására Agrárbiológiai intézetet kell létesíteni" – rendeli el 1949. április 29-én a Magyar Köztársaság miniszterelnöke. A Magyar Közlönyben megjelent, június 3-án kelt földmívelésügyi miniszteri rendelet részletezi annak feladatait. Ezek: „a haladó tudomány követelményeinek megfelelő növényfajok és -fajták előállítása, meghonosítása, az utántermesztésükhöz szükséges nemesített vetőmag előállítása, a növényfajták állami elismerése és törzskönyvezése, általában az agrobiológia elméleti és gyakorlati kérdéseinek tanulmányozása, a vetőmagtermesztő szervek tudományos ellenőrzése és az állami növénynemesítő telepek irányítása."

Az új intézmény székhelye Martonvásár lett. Egyrészt azért, mivel e helyen a kísérletezésnek már voltak hagyományai. És itt nemcsak a távoli múltra, vagyis a grófi Brunszvikok 1865-ben „kísérleti állomásként" említett uradalmára vagy az iparmágnás Dreher család mintagazdaságára gondolunk, hanem arra a tudományos munkára, amelyet az agráregyetem oktatói 1945-től az itteni tangazdaságban folytattak. Másrészt a kastéllyal és parkkal együtt rendelkezésre állt az az „500 kataszteri hold jó szántó", amelyet 1945 tavaszán a földosztásból kikapcsoltak és közcélokra lefoglaltak. A természetföldrajzi adottságok az ország jó részére jellemzőek, s így „az itt elért termesztési és nemesítési eredmények – áll az intézet 1950. évi évkönyvében – könnyen és jól vonatkoztathatók nagy mezőségi területek klimatikus és talajviszonyaira."

A martonvásári intézet 1949-es megalapítása, majd az Akadémiához történt 1953-as csatolása igen nagy jelentőségű volt a maga idejében, s az maradt napjainkban is. Bár a küldetése mára már átalakult, jelentősége nem csökkent. A Kutatóintézet kutatási koncepciója a magyar mezőgazdaság és a nemzetközi agrárkutatás prioritásainak megfelelően változott az elmúlt hat évtizedben. Kezdetben a gabonatermelés növelése volt az elsőrendű célkitűzés, hiszen a második világháború után mintegy két évtizeden keresztül Magyarország gabonabehozatalra szorult. Martonvásár kutatási stratégiája először a hetvenes évek elején módosult, amikor elkészült Európa egyik legnagyobb és legkorszerűbb fitotronja, ami a növénynemesítéshez kapcsolódó alapkutatásoknak, valamint az alkalmazkodóképesség-vizsgálatoknak adott kiváló lehetőséget.

Az újabb tudományos koncepció kialakítását a kilencvenes évek első felében a rendszerváltás és az MTA reformja tette lehetővé. A molekuláris genetikai és klasszikus növénynemesítési módszerekkel új növényfajtákat nemesítünk. Ismét előtérbe kerültek a génbanki kutatások. A világ agrárkutatása napjainkban nem csak a növények termésének növelését, a terméstabilitást és a minőség javítását tartja szem előtt, hanem legalább ilyen jelentős a mezőgazdasági termelés, valamint a természet közti egyensúly fenntartása, a termelés fenntarthatóságának biztosítása is. Az agroökológiai kutatások előtérbe kerülésével új kutatási programokat indítottunk

a globális klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak kutatására és a várható veszteségek mérséklésére.

A kutatóintézet eredményei nem csak a tudományos közéletben, a publikációk, tudományos előadások révén ismertek, hanem a gyakorlatban is. Az Akadémia csaknem 40 kutatóintézete közül a martonvásári az egyike azon kevés intézménynek, ahol az elmúlt időszakban a teljes innovációs láncot megvalósítottuk. Kézzelfogható eredmény, hogy nemesítvényeink közül 76 őszi búzafajta és 126 kukoricahibrid szerepelt vagy szerepel a hazai köztermesztésben. Csak az elmúlt öt év eredményeit véve 16 őszi búza, egy őszi durumbúza, egy őszi zab és egy tavaszi zabfajta részesült állami elismerésben. Ebben az időszakban 16 szabadalom született, ezek közül három fajta EU jogvédelmet is kapott. A martonvásári búzafajtákat Magyarországon a búzavetésterület több mint felén, évente 500–550 000 ha-on termesztik. Ezzel a martonvásári búzaprogram több mint másfél évtizede piacvezető. Az ezen a vetésterületen megtermelt árubúza mennyisége 2,5–3 millió tonna, értéke pedig megközelíti a 90–100 milliárd Ft-ot. Az újabb martonvásári búzafajták választása évente mintegy 2,5–3 milliárd Ft többlet árbevételt eredményez a búzatermesztőknél, ami többszöröse a kutatásra fordított összegeknek. Ezen eredményeknek köszönhető, hogy az elmúlt évtizedekben minden második megsütött kenyér martonvásári búzafajta lisztjéből készült Magyarországon.

Nyolc külföldi országban, növekvő területen szaporítják a martonvásári búzákat, elsősorban Romániában és Szlovákiában, de egyes fajták nem ismeretlenek a francia, olasz, spanyol vagy kanadai gazdák előtt sem. Martonvásár neve – az itt nemesített növényfajtáknak köszönhetően – ma már nem csak Magyarországon ismert, hanem egyre több külföldi országban is.

Az elmúlt öt évben minden korábbi ciklusnál több, összesen 37 martonvásári kukoricahibrid kapott állami minősítést. A hibridek nagy számának és kiváló agronómiai tulajdonságainak köszönhetően öt év alatt duplájára nőtt az értékesített martonvásári hibridkukorica-vetőmag mennyisége. A szemeskukorica-hibridek közül némelyek speciális feldolgozóipari igényeket elégítenek ki: bioetanol gyártásra nagy keményítőtartalmú, jól fermentálható hibrideket állítottunk elő. Silótermesztésre új növényi architektúrájú, a cső fölött növelt levélszámú, nagy teljesítményű, jól emészthető hibrideket nemesítettünk.

A magyarországi értékesítésen túl jelentős vetőmagmennyiséget exportálunk Oroszországba, Törökországba, Iránba és Ukrajnába. Az EU csatlakozás óta erősödik a vetőmag-kereskedelem a környező tagállamokban, de a távolabbi (Franciaország, Spanyolország) tagországokban is.

A növénynemesítők munkájának eredményességét igazolják azok a számítások, melyek szerint, ha ma is az ötvenes évek szintjén gazdálkodnánk, akkor a jelenlegi 1,1 millió hektár helyett 3,3 millió hektáron kellene őszi búzát termesztenünk Magyarországon azonos termésmennyiség eléréséhez, ami teljességgel elképzelhetetlen. Napjainkra az is egyértelművé vált, hogy semmilyen szélsőséghez, sem az eltúlzó, iparszerű mezőgazdasághoz, sem a hat évtizeddel ezelőtti nosztalgikus gazdálkodáshoz ma már nem térhetünk vissza. Fenntartható fejlődés kell, s ez csak abban az esetben valósítható meg, ha mezőgazdaságunk tudásalapú; növénynemesítésünk pedig a megváltozott feltételekhez alkalmazkodó növényfajtákat hoz létre.

A stressz-ellenállóság javítása a növénynemesítés egyik központi kérdése. A rezisztens növényeknek nincs szükségük vegyszeres növényvédelemre, ami nem csak a termelési költségek csökkentéséhez, hanem olyan jobb minőségű élelmiszerek előállításához vezet, amelyekben nincsenek az ember egészségét veszélyeztető toxinok és szermaradványok, továbbá csökken a biológiai környezetünk növényvédőszer-terheltsége is. A növényvédelem egy speciális eszköze a rezisztens fajta előállítása. Ez a tevékenység Intézetünkben a kezdetektől napjainkig kiemelt fontosságú volt. E kutatásainkról adnak tájékoztatást a kukorica-, a búzarezisztencia- és a gyomkutatásról írt történeti áttekintéseink.

60 évvel ezelőtt az alapítók így fogalmazták meg céljaikat: „olyan növénykutató intézetet akarunk, amelynek tevékenységében majd megvalósul az elmélet és a gyakorlat egysége". A jelenlegi kutatási program azt bizonyítja, hogy ez az elképzelés folyamatosan érvényesül Martonvásár kutatási programjában.

NÖVÉNYVÉDELMI KUTATÁSOK A KUKORICATERMESZTÉSBEN

Berzsenyi Zoltán

A martonvásári kutatók mindig nagy súlyt helyeztek a szabadföldi növénytermesztési kísérletek eredményeinek megismertetésére és elterjesztésére a termesztés gyakorlatában. A megbízható szabadföldi kísérleteken alapuló kutatási eredményeket tartották a növénytermesztésben egyedül elfogadhatónak és meghatározónak. A kukoricatermesztési polifaktoriális kísérletek eredményei már az '50-es években rámutattak arra, hogy a termés, illetve a termésnövekedés több tényező együttes hatásának eredménye, melyek közül a fajta csak egy termesztési tényező. Az 1950-es évek végétől kezdve a martonvásári kutatóknak, *I'só Istvánnak, Győrffy Bélának, Szabó J. Lászlónak, Bajai Jenőnek* és munkatársaiknak olyan kérdésekre is kellett válaszolniuk, amelyek ma már a kukoricatermesztésben fel sem merülnek. Az egyes termesztési tényezőknek a kor színvonalán történő értékelése azonban nem mindenki számára volt elfogadható és érthető. *Győrffy Béla*, aki munkatársaival kidolgozója volt a kukoricatermelési rendszerek korszerű technológiájának, erre az időszakra így emlékezik vissza: „Sok elméleti kérdést kellett tisztáznunk. Kukoricát kell-e fatytyazni? A másik ilyen vitatott téma volt a kukorica kapálása." Az első nyilvános cikket erről 1958-ban írta meg „A kukoricatermesztés forradalma" címmel. „Mikor megjelent a cikk, másnap reggel az akkori földművelésügyi miniszter beidézett és felelősségre vont."

A kukoricatermesztési kísérleteknek kezdettől fogva fontos részét képezték a gyomnövények elleni védekezési kísérletek. Már az 1950-es években, szántóföldjeink elgyomosodása irányította Győrffy Béla figyelmét a gyomirtási kísérletekre. Ebben az időben az intézetben dolgozott Ujvárosi Miklós gyomkutató, aki inspirálója volt e kutatások beindításának. A kukoricaápolási kísérletek kezdeti szakaszában a kapálás hatását kívánták a kutatók tisztázni. A martonvásári és az országos kísérletek adatai azt mutatták, hogy ha herbicidekkel eredményesen megoldható a gyomok irtása, akkor a mechanikai gyomirtásra nincs szükség.

Győrffy Béla és Szabó J. László, a hazai herbológiai kutatások pionírjai, elévülhetetlen érdemeket szereztek a kukorica vegyszeres gyomirtásának hazai bevezetésében. Az 1950-es évek végétől több száz herbicid, illetve herbicidkombináció hatását tanulmányozták. Közülük többet éppen a martonvásári kísérletek eredményei alapján vezettek be a gyakorlatba. Szántóföldi kísérletekben 1958 óta foglalkoztak a triazinok csoportjába tartozó herbicidek vizsgálatával. Az atrazin bevezetése, az atrazintoleráns gyomok irtásának lehetőségei, a karbamid és klóracetamid herbicidkombinációk, az acetoklór alkalmazástechnológiájának kidolgozása, az antidótum-kutatások, a herbicidrezisztencia-vizsgálatok, az egyszikű gyomok ellen a posztemergens védekezés újabb lehetőségei, a kukoricahibridek és a szülői komponensek hebicidtoleranciájának vizsgálata jelzik egy-egy fontos állomását ezeknek, a kukoricatermesztés gyakorlatában is rendkívül fontos kutatásoknak. Több hazai és nemzetközi herbicidtechnológiai szabadalom fűződik a martonvásári kukoricakutatók nevéhez (Győrffy 1969, Győrffy és mtsai 1965, Győrffy és Szabó 1969).

Az 1980-as években folytatott kutatások közül kiemelkedik az acetoklór gyomirtási technológiájának kidolgozása. Kísérleteink igazolták, hogy az acetoklór gyomirtó hatása mind az egyszikűek, mind a kétszikűek tekintetében jobb, mint a klóracetanilidekhez tartozó propaklóré, alaklóré és metolaklóré. Fitotoxikus vizsgálataink rámutattak arra, hogy a kukorica legjobban a propaklórt tűri, acetoklór- és metolaklórtűrése hasonló. A kukorica-genotípusok herbicidtoleranciájának meghatározására fitotroni és szabadföldi kísérletekben vizsgáltuk az acetoklór és tiokarbamát hatóanyagú herbicidek antidotált kombinációit. Kidolgoztuk az antidótumok fitotroni tenyészedény-kísérletben történő vizsgálatának módszerét (Berzsenyi és Győrffy 1989). Voltak időszakok, amikor az intézet által szabadalmaztatott antidotált acetoklórt használták a gyomirtásban a hazai kukorica-vetésterületnek több mint a felén.

1966-ban a Győrffy Béla által beállított, hazai vonatkozásban egyedülálló herbicid-tartam-

kísérletben vizsgáltuk a különböző herbicidek gyomflóra-átalakító hatását szántott és szántás nélküli sorozatokban. Évente 5 kg/ha atrazin, illetve simazin hatóanyaggal kezelt parcellákon már a kísérlet 17. évétől a szőrös disznóparéj *(Amaranthus retroflexus)* tömegének exponenciális növekedését állapítottuk meg, amely triazinrezisztens biotípus elszaporodását valószínűsíti (Solymosi és mtsai 2004, 2005, Berzsenyi és mtsai 2006).

A herbicidrezisztencia problémájának korai felismerése a kutatásokat a védekezés lehetőségeinek vizsgálatára irányította. Kísérleti eredményeink igazolták, hogy a jövőben még kevésbé lehet kizárólag a herbicidekre támaszkodni a gyomnövényzet szabályozásában. Kiemelkedő kutatásokat végeztünk a gyomszabályozás alapelveinek és módszereinek kidolgozásában. Elsőként vezettük be a gyomszabályozás koncepcióját a hazai gyomkutatásokba (Berzsenyi 1988). A gyomnövények elleni hatékony védekezés jelentőségét mutatja a martonvásári többtényezős tartamkísérlet 40 éves eredménye, mely szerint a kukorica termésnövekedéséhez a gyomnövények elleni hatékony védekezés átlagosan 14,2%-ban járult hozzá (azonban jelentős, 14–29% volt az évenkénti ingadozás) (Berzsenyi és Győrffy 1995).

Az a konvencionális bölcsesség volt a megalapozója a herbicidek preventív (presowing és preemergens) alkalmazásának, mely szerint a gyomnövények már a kukorica kelésének időpontjában csökkenthetik a termést, A gyomirtás kritikus periódusának meghatározására irányuló újabb kutatások azonban azt igazolták, hogy a kukorica kelése után a gyomok néhány (általában 2–4) hetes jelenléte nem okoz szignifikáns terméscsökkenést. Következésképpen a poszt-emergens védekezések az alapkezelések hatékony alternatíváját, illetve kiegészítőjét képezhetik, kompatibilisek az integrált gyomszabályozás kompetíciójával (Berzsenyi és mtsai 1995). Martonvásári kísérleteinkben a gyomkompetíció szignifikánsan csökkentette a kukoricanövény szárazanyag-produkcióját, biomasszatartósságát (BMD) és termésnövekedési sebességét (CGR). Másrészt a gyomkompetíció hatását jól jellemezte a levélterület-index (LAI) és a kumulált levélterület-tartósság (LAD) változása a kezelésektől függően. Az *A. retroflexus* kompetíciója minden esetben felülmúlta a kakaslábfű *(Echinochloa crus-galli)* kompetícióját. Az *A. retroflexus* esetében a kritikus periódus a kukorica vetése után a 4. héten, az *E. crus-galli* esetében a vetés utáni 6. héten kezdődött. A kritikus periódus vége a kukorica kelése utáni 12. héten (a kukorica 12–14 leveles stádiumában) fejeződött be (Berzsenyi és mtsai 1993).

A kukoricavetésekben a kétszikű gyomnövények elleni posztemergens védekezési technológia (piridát, dicamba, bromoxinil stb. hatóanyagú herbicidekkel) kidolgozása után változatlanul gond maradt az egyszikű gyomnövények posztemergens irtása. Nem volt az egy- és kétszikű gyomnövények széles spektruma ellen hatásos posztemergens herbicidünk. 1986 és 1991 között szabadföldi kisparcellás kísérletekben vizsgáltuk a klórmezulon hatóanyagú Mikado herbicid gyomirtó hatását és szelektivitását. Megállapítottuk, hogy széles gyomirtási spektruma kiterjed a kukoricavetésekben leggyakrabban előforduló egy- és kétszikű gyomfajokra. Meghatároztuk az alkalmazási időpontokat, a hatékony dózisokat, illetve herbicidkombinációkat. A klórmezulonnak a kukoricahibridekre kiemelkedő a szelektivitása, és kutatásaink alapján a kukorica gyomirtásának integrált részévé vált (Berzsenyi 1992).

Az 1990-es évek 2. felében széleskörűen vizsgáltuk a glufosinate-ammónium gyomirtó hatásfokát és szelektivitását transzgenikus kukoricahibridekben (Berzsenyi és mtsai 1998). 2000-től a herbicidkutatások főként a kukoricahibridek és szülői komponensek herbicidtoleranciájának vizsgálatára irányulnak. Évente 15–20 kukoricahibrid és 30–40 beltenyésztett törzs toleranciáját vizsgáljuk szabadföldi provokatív kísérletekben a legfontosabb posztemergens herbicidekkel szemben (Bónis és mtsai 2008). E kutatások eredményei közvetlenül beépülnek a kukoricahibridek növényvédelmi technológiáiba.

A kutatóintézet főépülete – a volt Brunszvik kastély

Kukorica vonalak beltenyésztése

Kalászos tenyészkert

Szabadföldi bemutató: az innováció érdekében
Fotók: Vécsy Attila

Acetoklór fitotoxicitási kísérlet fitotronban

Herbicid tartamkísérlet
(kezdete 1966)

Szőrös disznóparéj
(Amaranthus retroflexus)
triazin-rezisztens biotípusa

Szántóföldi gyomirtási kísérlet
Fotók: Vécsy Attila

Diabrotica virgifera virgifera kukorica csövön

Diabrotica virgifera virgifera kártételének hatása

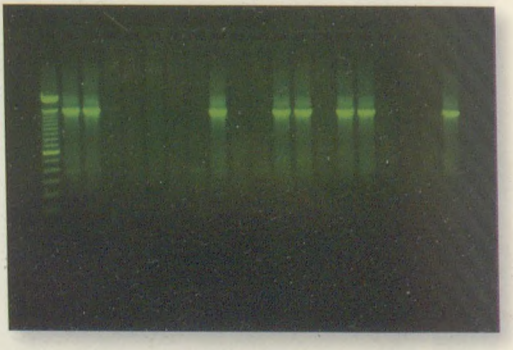
Fuzárium-fertőzés, kukoricamoly kártételét követően

Mesterséges szárfuzárium fertőzés

Kukoricamoly kártétele

A levélrozsda kórképe búzán

Búzalisztharmat izolátumok felszaporítása



Rezisztenciagén kimutatása molekuláris markerrel

Levélrozsda fertőzés

Szárrozsdára fogékony és rezisztens búza genotipusok mesterségesen fertőzött tenyészkertben
Fotók: Vécsy Attila

A KUKORICA STRESSZREZISZTENCIA-KUTATÁSOK EREDMÉNYEIBŐL

Szőke Csaba, Marton L. Csaba és Pintér János

A magyar hibridkukorica-nemesítés 1935-ben kezdődött a Fejér megyei Mindszentpusztán. Itt kezdte meg hazai forrásokból a különböző tenyészidejű beltenyésztett törzsek és hibridek nemesítését Pap Endre. Ez a munka a II. világháború alatt megszakadt, a nemesítési anyag jelentős része megsemmisült, de 1950-ben tovább folytatódott Martonvásáron. Érthető, hogy a II. világháborút követő időszakban először a mennyiségi igények kielégítése volt a cél, de nem sokkal a nemesítési munkák újrakezdése után a rezisztencianemesítés is megindult. A kukorica termésbiztonságát több abiotikus és biotikus tényező befolyásolja. Hazai éghajlati viszonyaink között a csapadék és a hőmérséklet az a két tényező, mely nem csak a kukorica növekedését, hanem a termésátlagok alakulását is alapvetően befolyásolja. A hőmérséklet a legnagyobb hatást a vetés-kelés és a kelés-virágzás közötti szakasz hosszára gyakorolja. Tavasszal, vetés után a rendszerint előforduló alacsony hőmérséklet a limitáló tényezője a kukorica kelésének és kezdeti fejlődésének. A hibridek hidegtűrő képességének javítása a nemesítés egyik fontos célkitűzése volt már a '60-as években is. Egy laboratóriumban használt cold-teszt módszert fejlesztettünk tovább a kukorica hidegtűrésének vizsgálatához (Kovács 1961, Herczegh 1970), melynek segítségével negatív összefüggést állapítottunk meg a plazmás hímsterilitás, valamint a tenyészidő és a hidegtűrő képesség között (Herczegh 1970, Herczegh és mtsai 1970). A hidegtűrés öröklődésében a heterózishatáson és reciprok különbségeken túl az additív hatások is jelentős szerepet játszanak. Ez lehetővé teszi már a szelekció korai szakaszában a hidegtűrő genotípusok sikeres kiválasztását. Az anyai hatás szintén jelentős a hidegtűrésben. Az anyai szülő heterozigótaszintjének értékelésére korábban nem volt megfelelő genetikai modell, de kiindulva a „joint scaling test"-ből bevezettünk egy új paramétert, az anyai heterozigótaszintet (fh) és részletes leírást adtunk a statisztikai értékelésre. Megállapítottuk, hogy az anyai heterozigótaszint alacsony hőmérsékleten hatással van a kezdeti fejlődésre (Marton 2000, Marton és mtsai 2000, Marton és Kuti 2002, Szundy és mtsai 2005, Rácz és mtsai 2007).

A kukorica intenzív termesztésének következményeként egyre több kórokozó és károsító veszélyeztette a kukoricatermesztés gazdaságosságát. Nagyon súlyos problémákat okozott az '50-es évek végén, '60-as évek elején a talajból gyökereken keresztül fertőző rostosüszög *(Sorosporium holci-sorghi)*. Megállapítottuk, hogy az igen fogékony vonalak fertőzöttsége is csökkenthető megfelelő tápanyag-gazdálkodással (Manninger 1962), valamint, hogy a nagy ellenállósági különbségek biztos alapjai az eredményes rezisztencianemesítésnek. Gyűjteményekből számos rezisztens vonalat szelektáltunk, illetve állítottunk elő (Manninger 1963, 1969, 1971, Marton és mtsai 1988). Sikerült azonosítani egy olyan rezisztenciaforrást (N6 vonal), ami abszolút rezisztensnek bizonyult. Ez a vonal 1972-re a hibridek 80%-ában szerepelt. Másik kórokozó, a levegő útján a növények sérülésein keresztül fertőző golyvásüszög *(Ustilago maydis)*, ami ebben az időben szintén sok problémát okozott. Kidolgoztunk egy jól bevált mesterséges fertőzési módszert (Manninger 1969), ami lehetőséget adott arra, hogy a nemesítési anyagaink golyvásüszög-ellenállóságáról információkat kapjunk, és a sok éves szigorú szelekció eredményeként megbízhatóan ellenálló hibrideket állítsunk elő. Különös figyelmet fordítottunk a szárkorhadásra és csőpenészesedésre. Magyarországon először jelentősebb szárkorhadás a '60-as évek közepén jelentkezett, a legnagyobb gondot a '70-es évek elején okozta. A szárkorhadást több gombafaj *(Fusarium sp., Macrophomina phaseolina)* idézi elő. Az általunk kidolgozott bonitálási skála segítségével, késő őszi szelekcióval, nagy növényszámmal és nitrogénműtrágya-adaggal a természetes fertőzésre alapozott szelekciót végeztünk (Manninger 1977, 1978, Marton és mtsai 2004). Ahhoz, hogy a modern, kevésbé fogékony hibridek esetében is hatékony szelekciót végezhessünk a

fuzáriumos szárkorhadással szemben, a mesterséges fertőzésre alapozott szelekciós módszer alkalmazása szükséges (Szőke és mtsai 2007, Szőke és mtsai 2009). Adataink szerint egy genotípus fogékonysága, illetve ellenállósága és a fertőzött szövetkivonat celluláz enzimaktivitása között szoros összefüggés van (Szőke és mtsai 2006, Szőke és mtsai 2009).

A fuzáriumos csőpenészesedés különösen nagy károkat okozott a '70-es évek elején. Fő károsítók a különböző *Fusarium* fajok. Kidolgoztunk egy „természetes-mesterséges" fertőzési eljárást, melynek lényege a következő: természetes úton fertőzött kukoricacsöveket összedaráltuk, majd 1000 ml csapvizet adva hozzá, szűrtük a szuszpenziót. A fertőzést az így kapott szűrlet 2 ml-ével végeztük el (Manninger 1969). A módszer használhatóságát későbbi kísérleti eredmények is alátámasztották (Kizmus 1978). Igazoltuk, hogy az „ellenállóság" öröklődésekor a fogékonyság dominanciája tapasztalható (Marton és mtsai 1993). Megállapítottuk, hogy a zárt csuhélevél csökkenti a csőpenész természetes fertőzésének mértékét, valamint a lófogú kukoricák érzékenyebbek a csőpenészre, mint a simaszeműek (Kizmus 1994). Meghatároztuk a hazai *Fusarium* fajok összetételét, melyek a betegség kialakulásáért felelősek (Kizmus és mtsai 2000). Megállapítottuk a természetes és mesterséges fertőzés közötti kapcsolatot, mely a két tényező között a penészgyakoriság esetében (r=0,49) közepes, a borítottság esetében (r=0,14) viszont nagyon laza. Ezek alapján azt állítjuk, hogy a csőpenész elleni nemesítés mesterséges fertőzés nélkül elképzelhetetlen. Megállapítottuk, hogy a kukoricamoly kártétele és a fuzáriumos csőpenész megjelenése között szoros pozitív összefüggés van (Szőke és mtsai 2003).

A károsítók elleni vizsgálatokat a '60-as évek elején kezdtük Martonvásáron. Kukoricamollyal (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) kapcsolatban a következő megállapításokat tettük: meghatároztuk a mesterséges fertőzéshez szükséges fertőzőanyag mennyiségét, módját, időpontját. Olyan mesterséges fertőzést dolgoztunk ki, ami alkalmas a biológiai és mechanikai kártétel felmérésére. Meghatároztuk a különböző kukoricagenotípusok molytolerancia-szintjét, és keresztezési programot indítottunk a kukoricamoly-rezisztens genotípusok előállítása céljából (Dolinka 1960, 1968a, 1978, Szőke és mtsai 2002). A fritlégy (*Oscinella frit* L.) rezisztencianemesítésével kapcsolatban a következő eredményeket kaptuk: a steril kukoricaformáknak általában nagyobb volt a fritlégy-rezisztenciájuk, mint a fertiliseknek. Szignifikánsan erősebb volt a rezisztenciájuk a Tcms és Rf/Tcms vonalaknak, mint a normál citoplazmájúaknak. A P339 Tcms donor fritlégyfogékonyságot örökít. A WF9 Tcms törzs, függetlenül az apai vonal fritlégy-rezisztenciájától, minden esetben álrezisztenciát örökít. A hibridkombinációkban a fritlégy-rezisztencia kialakításában szerepe van a citoplazma típusának is. A Tcms és az Ft, valamint az Rf/Tcms és az Ft között szignifikáns, de a Tcms és az Rf/Tcms között nem volt szignifikáns különbség (Dolinka és Manninger 1962, Dolinka és Oraby 1967, Dolinka 1968b). A kukoricabogár megjelenését követően elkezdtük a tolerancia- és rezisztenciavizsgálatokat, konvencionális nemesítési és géntechnológiai módszerek segítségével. A kukoricagenotípus toleranciaszintjének megállapításához kidolgoztunk egy gyökérellenállás-mérésen alapuló szelekciós módszert, amit gyökérdőlés- és Iowa-skála szerinti értékeléssel egészítettünk ki. Ez a módszer alkalmas arra, hogy viszonylag gyorsan, nagy tömegű kukoricagenotípust értékelhessünk, megfelelő pontossággal (Szőke és mtsai 2008). Az eddigi eredmények alapján a martonvásári genotípusok között vannak toleranciaszintbeli különbségek a kukoricabogárral szemben (Marton és mtsai 2009a, 2009b). Az elővetemény és a trágyázás mértéke is befolyással van a kukoricabogár kártételének mértékére (Árendás és mtsai 2009). Az említett munkákon kívül elkezdődött *in vivo* technikával az idegen gének hagyományos nemesítési eszközökkel történő beépítése a martonvásári beltenyésztett kukoricavonalakba.

REZISZTENCIAKUTATÁS ÉS -NEMESÍTÉS A KÖRNYEZETKÍMÉLŐ BÚZATERMESZTÉS SZOLGÁLATÁBAN

Vida Gyula

A termésbiztonságot meghatározó tényezők között fontos szerepet játszik a betegség-ellenállóság. Intézetünk nemesítési célkitűzései közé tartozik a legfontosabb betegségekkel szemben ellenálló búzafajták előállítása. Mivel nem minden évben jelenik meg minden jelentős kárt okozó betegség, ezért természetes körülmények között nehéz, esetenként lehetetlen lenne rezisztenciára szelektálni. Így a biztonságos nemesítés végett a betegségek kiváltásához provokációs tenyészkerteket hoztunk létre, és üvegházat építettünk.

A stresszhatások mértékétől és a termesztett fajták ellenállóságától függően a kár eltérő, elérheti a 20–40%-ot is. A vegyszeres növényvédelem költségnövelő és környezetszennyező eljárás, amit célszerű minimálisra csökkenteni. Ehhez nyújt segítséget az integrált növényvédelem lehetőségeinek a kihasználása. Ezen belül jelentős a biológiai növényvédelem, melynek alapja a betegségekkel szemben ellenálló fajták előállítása és termesztése.

A növényvédelem témakörében feladatunk a termésbiztonságot jelentősen befolyásoló biotikus stressztényezők búzára gyakorolt hatásának tanulmányozása, különös tekintettel a gazdanövény oldaláról, mivel a munka célja a nemesítés segítése. Az elmúlt 60 év során a gazdanövény (kalászos gabonák) és a kórokozó (lisztharmat, levél- és szárrozsda, kalászfuzárium, kőüszög, vírus, levélfoltosság kórokozók) kapcsolatának keretén belül tanulmányoztuk a rezisztencia genetikai hátterét. Hatásos rezisztenciagéneket tártunk fel, és begyűjtöttük az e géneket hordozó genotípusokat. Provokációs kísérletekben teszteltük fajták és egyéb genotípusok betegség-ellenállóságát. Üvegházi mesterséges fertőzési módszereket dolgoztunk ki és ezeket felhasználtuk a rezisztencianemesítésben. Molekuláris markerekkel ismert rezisztenciagéneket azonosítottunk, valamint ezeket markerszelekcióval beépítettük martonvásári búzafajtákba. Térképezési populációkat hoztunk létre a betegségrezisztenciát kódoló genetikai faktorok azonosításához.

Martonvásáron 1971 óta folyamatosan nyomon követjük a búzalisztharmat [*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Ém. Marchal] populációban végbemenő változásokat. Kezdetben a patotípusok azonosítása Nover-féle differenciáló fajtáival történt. A vizsgálatok több mint három évtizede alatt a tesztelésbe vont Pm gének és génkombinációk száma 18-ra növekedett (Vida és mtsai 2002), melyekkel a rezisztenciagének hatékonyságát tanulmányoztuk, valamint meghatároztuk a lisztharmat-populációban található patotípusok gyakoriságát és virulenciáját (Szunics és mtsai 2000). Csíranövénykori tesztben az 1971-től 2008-ig terjedő időszakban 6671 db, Martonvásár körzetében begyűjtött búzalisztharmat-izolátumot vizsgáltunk. A lisztharmatpopuláció-vizsgálatok megkezdése óta eltelt 38 év alatt jelentős változásokat figyeltünk meg a kórokozó populáció rasszösszetételében és virulenciájában. A Nover-féle tesztszortimentet használva 91 rassz jelenlétét mutattuk ki. Évekre lebontva a rasszok száma 11 és 35 között változott. A 91 azonosított rasszból 39 mindössze 1–4 évig fordult elő a kórokozó populációban, 23 rassz viszont több mint 15 éven át volt kimutatható. Megfigyeléseink szerint a lisztharmat-populáció rasszösszetétele 4–8 évente jelentősen átalakul (Szunics és mtsai 2001). A változás összhangban áll a termesztett búzafajták vetésterületi arányainak változásával. Ezen összefüggés szemléltetésére jó példa a Pm8 rezisztenciagénre virulens lisztharmatrasszok arányának változása a Kavkaz és az Avróra fajták vetésterületének függvényében (Szunics és Szunics 1978). A Pm8-as gént hordozó fajtákat azonban mind a mai napig használják a búzatermesztésben, így a virulencia napjainkban is igen elterjedt. Adataink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált nagy hatású gének egyike sem képes teljes rezisztenciát nyújtani a lisztharmattal szemben (Vida és mtsai 2007).

A búzát három rozsdafaj veszélyezteti: a vörös, vagy levélrozsda (*Puccinia triticina* Erikss.), a fekete vagy szárrozsda (*Puccinia graminis* Pers.: Pers. subsp. *graminis*) és a sár-

garozsda (*Puccinia striiformis* Westend. var. *striiformis*). A három faj közös tulajdonsága, hogy jelentős gazdasági kártételre képesek, eltérő ökológiai igényük miatt azonban fellépésük valószínűsége eltérő hazánkban. Magyarországon jelenleg kétségkívül a levélrozsda okozza a legnagyobb kárt, fertőzésére szinte minden évben számíthatunk. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében végzett rozsdarezisztencia-kutatások túlnyomó része ezért e gombafajhoz köthető. Mesterségesen fertőzött tenyészkertben vizsgáljuk búzafajták, nemesítési törzsek és rezisztenciaforrások levélrozsda-rezisztenciáját, továbbá hasadó utódpopulációkból e betegséggel szemben ellenálló egyedeket szelektálunk. Ismert levélrozsda-rezisztenciagéneket (Lr gének) hordozó forrásokkal új kombinációkat hoztunk létre, melyekben molekuláris markerszelekcióval azonosítjuk a kívánt rezisztenciagén jelenlétét. Több kiváló hatékonyságú Lr gén alkalmas a levélrozsda-ellenállóság javítására. Az Lr gének beépítésének hatékonysága jelentősen javítható a molekuláris markerszelekció felhasználásával. A rezisztenciagének beépítését visszakeresztezéssel végezzük, vagyis az adott Lr gént hordozó egyedet a kombináció alapját jelentő martonvásári fajta pollenjével termékenyítjük meg. Elsőként az Lr9, Lr24, Lr25 és az Lr29 gének beépítését kezdtük meg négy martonvásári fajtába. A kiválasztott négy Lr gén jelenleg még teljes védelmet nyújt a hazai vörösrozsda-populációval szemben (Vida és mtsai 2009).

A szárrozsda-rezisztenciakutatás jelenleg a levélrozsdáénál szűkebb területen folyik. Mindenesetre a hazai klimatikus viszonyok e kórokozó számára is kedvezőek, sőt a globális fölmelegedés hatására egyre inkább előnyössé válhatnak, hiszen a szárrozsda szaporodásához optimális hőmérséklet magasabb a másik két rozsdafajénál. Tovább növeli az újbóli megjelenés veszélyét egy új rassz létrejötte, mely az 1990-es évek végén alakult ki Közép-Afrikában. Az Ug99-es rassz fogékony típusú reakciót képes kiváltani, azaz virulens az Sr31 rezisztenciagént hordozó búza-genotípusokon (Singh és mtsai 2006). Magyarországon jelenlegi ismereteink szerint ez a rassz még nincs jelen. Ennek ellenére már korábbi megfigyeléseink szerint a genetikai háttér jelentősen befolyásolja az Sr31 gén hatékonyságát, és egyelőre ismeretlen tényezők hatására már több éve megfigyelhető néhány Sr31 gént hordozó fajta szárrozsdával történő fertőződése (Vida és mtsai 2000).

A sárgarozsda szerencsére rendkívül ritka „vendég" Magyarországon. Martonvásáron mindössze 2001-ben egy öntözött területen sikerült értékelhető mennyiségű fertőzését megfigyelnünk. Akkori eredményeink azt bizonyították, hogy az Yr17 sárgarozsda rezisztenciagén, mely Nyugat-Európában már több évvel azelőtt letört, a kórokozó populációt alkotó patotípusokkal szemben sikeresen megvédte az e gént hordozó búza genotípusokat (Vida és mtsai 2003).

A búza kalászfuzáriumos betegsége (*Fusarium spp.*) az utóbbi években világszerte a kutatások homlokterébe került. Ennek elsődleges oka, hogy a *Fusarium* fajok az emberi és állati szervezetekre káros, így az élelmiszer-biztonság szempontjából veszélyes mikotoxinokat termelnek. A nemesítésben felhasználható rezisztenciaforrások száma korlátozott, emellett a legellenállóbb távol-keleti és brazil fajták agronómiai és beltartalmi tulajdonságai jelentősen eltérnek a Magyarországon termesztett fajtákétól. A felsorolt hátrányok miatt minden új, a helyi viszonyokhoz alkalmazkodott forrás azonosítása jelentős eredménynek számít. Kísérleteinkben vizsgáltuk, hogy az 1920–1950-es években nemesített búzafajták genetikailag kódolt kalászfuzárium-rezisztenciája hozzájárulhatott-e ahhoz, hogy a betegség nem okozott jelentős gazdasági károkat. Intézetünk génbankjában több régi magyar búzafajta populációját is fenntartjuk. Korábbi megfigyeléseink szerint, a 'Bánkúti 1201' fajta kiemelkedően ellenállónak bizonyult a *Fusarium* fajokkal mesterségesen fertőzött kísérletekben (Szunics és Szunics 1992). Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az 1960 előtt nemesített régi magyar búzafajtákból kialakított törzsek egy része az átlagosnál jobb kalászfuzárium-ellenállóságú. Mivel e genotípusok több más tulajdonsága (őszi életforma, télállóság, kiváló sütőipari minőség) magyarországi körülmények között kedvezőbb, mint a világszerte használt távol-keleti fajtáké, rezisztenciaforrásként történő felhasználásuk

előnyös lehet a búzanemesítésben, további felhasználásukkal csökkenthető a genetikai sebezhetőség veszélye (László és mtsai 2008).

Az utóbbi néhány évben kutatásaink kiterjedtek a búzatermesztésben egyre gyakrabban előforduló levélfoltosság szindrómát előidéző kórokozókra. A sárga levélfoltosság [*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.], a szeptóriás levélfoltosság [*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. in Cohn] és a pelyvalevél-foltosság [*Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hedjaroude) gombabetegségekkel szembeni ellenállóság meghatározására alkalmas üvegházi csíranövénykori tesztet dolgoztunk ki, és rendszeresen vizsgáljuk fajtáink és fajtabejelentés előtt álló törzseink rezisztenciáját (Cséplő és mtsai 2009).

IRODALOM

Árendás T., Bónis P., Szőke Cs., Vuts J. és **Tóth M.** (2009): A kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) kártétele és az imágó rajzásdinamikája trágyázási tartamkísérletekben. Növényvédelem, 45: 291–296.

Berzsenyi Z. (1988): A gyomszabályozás módszerei. In: Hunyadi K. (szerk.): Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk. Mezőgazd. Kiadó, Budapest. 437–442.

Berzsenyi Z. (1992): A kukoricavetések egy- és kétszikű gyomnövényei elleni posztemergens védekezés újabb lehetőségeinek vizsgálata ICIA-0051 herbiciddel az 1986–1991. években. Növénytermelés, 41: 223–236.

Berzsenyi Z. és **Győrffy B.** (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés, 44: 507–517.

Berzsenyi Z., Solymosi P., Lap D.Q., Árendás T. és **Bónis P.** (2006): Herbicidek gyomnövényekre gyakorolt hosszú távú hatásai. III. Herbicidkezelések hatása a gyomnövényzet tömegviszonyaira a martonvásári tartamkísérletben. Növényvédelem, 42: 67–78.

Berzsenyi, Z. and **Győrffy, B.** (1989): Comparative study of the phytotoxicity of acetanilide herbicides on maize (*Zea mays* L.) as affected by temperature and antidotes. Acta Agronomica Hungarica, 38: 371–384.

Berzsenyi, Z., Berényi, Gy., Árendás, T. and **Bónis, P.** (1993): Growth analysis of maize (*Zea mays* L.) in competition for different periods with barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) /L./ *Beauv.*) and redrot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). 8th EWRS Symposium „*Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application*", Braunschweig, 1993: 107–115.

Berzsenyi, Z., Bónis, P., Árendás, T. and **Lap, D.Q.** (1995): Investigations about the effects of some factors influencing the efficacy of postemergence weed control in maize (*Zea mays* L.). 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium Budapest. 1995: Challenges for Weed Science in a Changing Europe, 257–264.

Berzsenyi, Z., Kopácsi, J., Árendás, T., Bónis, P. and **Lap, D.Q.** (1998): Three-years experiences on the efficacy and selectivity of glufosinate-ammonium in transgenic maize. Z.PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XVI: 391–399.

Bónis, P., Árendás, T., Berzsenyi, Z. and **Marton, L.C.** (2008): Effect of herbicide treatments on the yield and quality parameters of maize in different years. Cereal Res. Commun. 36. Suppl. (1): 215–218.

Cséplő, M., Pribék D. and **Csősz, M.** (2009): Studies on the resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis* in the seedling stage. Cereal Research Communications, 37, Supplement 1: 173–176.

Dolinka B. (1960): Adatok a kukoricamoly okozta termésveszteséghez. Kukoricatermesztési kísérletek 1958–60. 416–423.

Dolinka B. (1968a): Rovarrezisztenciára nemesítés problémái, módszerei és eredményei. Agrártud. Közlemények, *27*: 517–527.

Dolinka, B. (1968b): Beitrag zur Fritfliegenresistenz bei Maislinien und Hybriden. Pflanzenschutz Berichte, 38: 115–122.

Dolinka B. (1978): Rezisztencianemesítés lehetőségei a kukorica kártevőivel szemben. Agrártud. Közlemények, 37: 183–186.

Dolinka B. és **Manninger I.** (1962): Adatok a fritlégy (*Oscinella frit* L.) és a golyvásüszög (*Ustilago maydis* (DC) Cda.) kukoricán okozott közös kártételéhez. Növénytermelés, 11: 267–282.

Dolinka B. és **Oraby B.F.** (1967): Különböző citoplazmásan hímsteril donorok és a kukorica fritlégy rezisztenciája. XVII. Növényvédelmi Konferencia, Budapest

Győrffy B. (1969): Kukorica gyomirtási kísérletek 1960–1964. In I'só I. (szerk.): Kukoricatermesztési kísérletek 1965–1968. Akadémiai Kiadó, Budapest. 375–392.

Győrffy B. és **Szabó J.L.** (1969): A kukorica gyomirtására használt herbicidek, herbicidkombinációk értékelése. I.–IV. Az atrazintoleráns gyomok irtásának újabb lehetőségei. In I'só I. (szerk.): Kukoricatermesztési kísérletek 1965–1968. Akadémiai Kiadó, Budapest, 324–374.

Győrffy B., I'só I. és **Bölöni I.** (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Herczegh, M. (1970): Some problems of cold tolerance. Some Methodological Achievements of the Hungarian Hybrid Maize Breeding. Akadémiai Kiadó, Budapest, 271–281.

Herczegh, M., Csetneki, A. and **Oraby, F.T.** (1970): Some date on cytoplasmic male-sterility and cold test reaction in maize. Some Methodological Achievements of the Hungarian Hybrid Maize Breeding. Akadémiai Kiadó, Budapest, 282–286.

Kizmus L. (1978): A kukorica csőpenészesedésének vizsgálata mesterséges fertőzéssel. Növényvédelem, 14: 49–54.

Kizmus L. (1994): A kukorica fuzáriumos csőpenészének kialakulására ható néhány tényező vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés, Martonvásár

Kizmus, L., Marton, L.C., Krüger, W., Müller, D., Drimal, J., Pronczuk, M., Zwatz, B. and **Craicu, D.S.** (2000): Data on the distribution in Europe of Fusarium species causing root and stalk rot in maize. pp. 170–176. In: Bedő Z. (ed.), 50th Anniversary of the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. Scientific Meeting (June 2–3, 1999), Martonvásár.

Kovács I. (1961): A „hidegpróba" alkalmazása a kukorica hidegtürő képességének fokozására irányuló nemesítésben. Növénytermelés, 10: 27–42.

László, E., Puskás, K., Vida, Gy., Bedő, Z. and **Veisz, O.** (2007): Study of fusarium head blight resistance in old Hungarian wheat cultivars. Cereal Research Communications, 35: 717–720.

Manninger I. (1962): Rostosüszög-megbetegedés néhány összefüggése agrotechnikai tényezőkkel. Kukoricatermesztési kísérletek, 1958–1960. Akadémiai Kiadó, Budapest, 424–434.

Manninger I. (1968): A szántóföldi provokációs kísérletek módszerei és lehetőségei a kukorica rezisztencianemesítésében. Agrártud. Közlemények, 27: 529–534.

Manninger I. (1969): Kukorica fajtafenntartó nemesítés rezisztencia vonatkozásai. Agrártud. Közlemények, 28: 441–448.

Manninger I. (1978): A kukoricabetegségek károsításának értékelése a rezisztencianemesítésben és a fajtaminősítésben. Növénytermelés, 27: 7–10.

Manninger, I. (1963): Breeding hybrids for resistance to Ustilago maydis, Sorosporium reilianum and Ostrinia frit. Symposium on Maize Breeding and Production, Martonvásár, 127–130.

Manninger, I. (1971): Versuche mit systemischen Fungiziden gegen Kopfbrand des Maises. Acta Phytopatologica, 6: 423–425.

Manninger, I. (1977): Artificial infection of maize in the field with common smut, head smut, stalk ror and ear rot. In: Current topics in plant pathology, Budapest, 215–221.

Marton, C.L., Nagy, E. and **Oross, D.** (2009): A new biotic stress factor in maize production: the Western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) Cer. Res. Commun., 37: 325–329.

Marton, L.C., Szőke, C., Pintér, J. and **Bodnár, E.** (2009): Studies on the tolerance of maize hybrids to western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) Maydica, (09–1589 in press)

Marton L. Cs. (2000): A kukorica (*Zea mays* L.) fiatalkori hidegtűrés öröklődésének vizsgálata hőmérsékleti gradiens kamrában szisztematikus genetikai soron. Növénytermelés, 49: 475–485.

Marton L.Cs. and **Kuti Cs.** (2002): A kukorica (*Zea mays* L.) fiatalkori öröklődésének értékelése módosított „joint scaling test"-tel. Növénytermelés, 51: 367–373.

Marton L.Cs., Kizmus L. és **Nagy E.** (2000): A fuzáriumos magfertőzés hatása a kukorica (*Zea mays* L.) keléskori hidegtűrésére. Növénytermelés, 3: 261–272.

Marton, L.Cs., Kizmus, L., Pintér, J. and **Nagy, E.** (2004): Stalk strength of maize synthetics grown at different plant densities in Hungary. In: Genetic variation for plant breeding. eds.) J. Vollmann, H. Grausgruber, P. Ruckenbauer, Tulln, 407–410.

Marton L.Cs., Szundy T. és **Kovács I.** (1988): Eltérő típusú kukoricahibridek és szülői komponenseik rostosüszög-ellenállósága. Növénytermelés, 37: 385–390.

Marton L.Cs., Szundy T., Kizmus L. és **Hadi G.** (1993): Genetikai haladás a kukorica rezisztencianemesíté-

sében Martonvásáron. XXXV. Georgikon Napok, Keszthely

Marton, L.Cs. and Kuti, Cs. (2002): Modified joint scaling test for evaluating the effect of heterozygosity of the female parent. Acta Agron. Hung., 50: 185–190.

Rácz, F., Hadi, G., Szőke, Cs., Záborszky, S. and **Marton, L.Cs.** (2007): Cold tolerance of seed from inbred maize lines sown at various sowing dates in different years. Cer. Res. Commun., 35: 697–700.

Singh, R.P, Hodson, D.P., Jin, Y., Huerta-Espino, J., Kinyua, M.G., Wanyera, R., Njau, P. and **Ward, R.W.** (2006): Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2006/1, No. 054.

Solymosi P., Berzsenyi Z., Árendás T., Bónis P. és **Győrffy B.** (2004): Herbicidek gyomnövényekre gyakorolt hosszú távú hatásai. I. Szelektív környezet hatása a gyomflóra összetételére a martonvásári tartamkísérletben. Növényvédelem, 40: 609–617.

Solymosi P., Berzsenyi Z., Árendás T. és **Bónis P.** (2005): A herbicidek gyomnövényekre gyakorolt hosszú távú hatásai. II. A gyomfajok egyes kezelésekre adott reakciói a martonvásári tartamkísérletben. Növényvédelem, 41: 177–198.

Szőke, C., Árendás, T., Bónis, P. and **Szécsi, Á.** (2009): Fusarium stalk rot: a biotic stress factor decisive for maize stalk strength. Cer. Res. Commun., 37: 337–340.

Szőke, C., Árendás, T., Rácz, F., Pintér, J., Nagy, E. and **Marton, L.C.** (2007): Correlation between maize genotypes and the stalk rot caused by maize *Fusarium* Acta Agron. Hung., 55: 447–452.

Szőke, C., Pintér, J., Hegyi, Z. and **Marton, L.C.** (2008): Studies on the tolerance of maize hybrids to corn rootworm on various types of soil. Cer. Res. Commun., 36: 1675–1678.

Szőke, C., Rácz, F., Spitkó, T. and **Marton, L.C.** (2009): Dates on the fusarium stalk rot. Maydica, (09-1588 in press)

Szőke, C., Zsubori, Z., Pók, I., Rácz, F., Illés, O. and **Szegedi, I.** (2002): Significance of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hübn.) in maize production. Acta Agron. Hung., 50: 447–461.

Szőke Cs., Magyar D., Szécsi Á., Marton L.Cs. (2006): Kukorica szárszövetből izolált *Fusarium graminearum* és *Fusarium verticillioides* izolátumok celluláz aktivitásának meghatározása. 52. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest

Szőke, Cs., Kizmus, L., Hadi, G., Illés, O., Rácz, F. és **Marton, L.Cs.** (2003): A kukorica fuzáriumos csőfertőzöttsége és a kukoricamoly kártétele közötti kapcsolat vizsgálata. 50 éves a magyar hibrid kukorica. Martonvásár, MTA Kutatóintézete 317–321.

Szundy, T., Pók, I. and **Marton, L.C.** (2005): Cold tolerance of inbred lines and sister line crosses of maize with different genetic backgrounds. Acta Agron. Hung., 53: 81–87.

Szunics L., Szunics Lu. és **Vida Gy.** (2000): A búzalisztharmat-populáció irulenciaváltozása közel három évtized alatt. Növénytermelés, 49: 13–25.

Szunics, L., Szunics, Lu., Vida, G., Bedő, Z. and **Svec, M.** (2001): Dynamics of changes in the races and virulence of wheat powdery mildew in Hungary between 1971 and 1999. Euphytica, 119: 143–147.

Szunics, Lu. és **Szunics, L.** (1978): A Kavkaz és az Avrora búzafajták lisztharmat-fertőzöttségének okai.. Agrártudományi Közlemények, 37: 157–160.

Szunics, Lu. és **Szunics, L.** (1992): Búza kalászfuzárium fertőzési módszerek és a fajták fogékonysága. Növénytermelés, 41: 201–210.

Vida Gy., Gál M., Csősz L-Né, Szunics L., Veisz O., Láng L. és **Bedő Z.** (2003): Martonvásári őszi búzafajták és törzsek sárgarozsda-ellenállósága és az Yr17 rezisztenciagén azonosítása molekuláris markerrel. Növénytermelés, 52: 281–290.

Vida Gy., Szunics L., Szunics Lu., Komáromi J. és **Veisz O.** (2007): Búzaliszthármat-kutatások Martonvásáron. Növényvédelem, 43: 231–235.

Vida, Gy., Gál, M., Uhrin, A., Veisz O., Syed, N.H., Flavell, A.J., Wang, Z.L. and **Bedő, Z.** (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. Euphytica, 107: 67–76.

Vida, Gy., Szunics, L., Gál, M., Veisz, O. and **Bedő, Z.** (2002): Comparison of two wheat powdery mildew differential sets in seedling test. Plant Protection Science, 38, Special Issue 2: 417–420.

Vida, Gy., Szunics, L., Szunics, Lu., Gál, M., Veisz, O., Láng, L. and **Bedő, Z.** (2000): Stem rust resistance of wheat genotypes in the adult plant stage. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 35: 169–176.

KRÓNIKA

KÖLTSÉG- ÉS KÖRNYEZET-KÍMÉLŐ TRÁGYÁZÁS

Trágyázási szaktanácsokra azért van szükség, mert a kémiai módszerekkel kimutatható tápelemeknek csak töredéke vesz részt közvetlenül egy adott tenyészidőszak során a növények táplálásában. A mesterséges tápanyag-visszapótlás során a talaj természetes tápanyagtőkéjéhez viszonyítva általában minimális hatóanyagmennyiségeket juttatunk ki. Ennek pozitív hatása azonban legtöbbször jól kimutatható a termés mennyiségére és minőségére, bár a hozzáférhetőséget a talaj jellemzői, a környezeti feltételek és az adott tápelem tulajdonságai egyaránt módosíthatják.

A korszerű, tudományos ismeretekre alapozott trágyázási módszerek fejlesztése Magyarországon a múlt század hetvenes éveiben vált intenzívvé. Az 1990-es évek közepén kezdődött meg az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet együttműködésével egy új szemléletű, környezetkímélő trágyázási szaktanácsadó rendszer kifejlesztése. A cél az volt, hogy a talajvizsgálati eredmények figyelembevételével a rendszer – egy, a hazai intenzív trágyázási periódust jellemzőnél alacsonyabb, de hosszú távon fenntartható tápanyagszinten – harmonikus tápanyagellátottságot biztosítson a termesztett növényeknek. Ennek elméleti hátterét az elmúlt 40 év hazai trágyázási kutatásainak tartamkísérleti eredménysora adta, amely nemzetközi összehasonlításban is egyedülálló információs hátteret jelent. Ezzel párhuzamosan elkészült a rendszer korszerű, felhasználóbarát kezelőfelülettel rendelkező – a ProPlanta 3M Mezőgazdasági Szaktanácsadó Bt. (www.proplanta.hu) által terjesztett és fenntartott – szoftveres változata is. Ennek segítségével a Nitrogénművek Zrt. (www.nitrogen.hu) valamint a megyei agrárkamarák (www.agrarkamara.hu) szaktanácsadói már több mint félmillió hektáron készítettek ajánlást.

A rendszer 52 szántóföldi növény 59 változatát, valamint 33 szántóföldi zöldségnövény 45 termesztési variánsát kezeli. Mindezek mellett – a megbízható talajvizsgálati eredmények ismeretében – a szoftver 15 gyümölcsfaj és a szőlő tudományosan megalapozott trágyázását is lehetővé teszi.

A kutatás-fejlesztés másfél évtizedes eredményeinek gyakorlati hasznosítását és elismertségét mutatja, hogy a rendszert 2008-ban Innovációs Nagydíjjal tüntették ki.

Árendás Tamás[1], Csathó Péter[2], Fodor Nándor[2] és Németh Tamás[3]
[1]MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár; [2]MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest; [3]Magyar Tudományos Akadémia, Budapest

A KUKORICABOGÁR (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE) RAJZÁSA ASZÁLYOS ÉVBEN, MARTONVÁSÁRON

Árendás Tamás, Bónis Péter és **Szőke Csaba**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Trágyázási tartamkísérletben, önmaga után vetett kukoricában vizsgáltuk a kukoricabogár jelenlétét és hatását 2009-ben, a növények fejlődését nehezítő, aszályos évjáratban. Trágyázatlan, valamint extenzíven és intenzíven trágyázott parcellák növényein, KLP_{flor} típusú virágillat-csalétkes, és KLP_{fero} feromoncsalétkes csapdákkal becsültük az imágók számának változását.

Az eltérő típusú csapdákkal észlelt rajzások menete azonos karaktert mutatott, de azok intenzitása között nagyságrendi különbségek voltak a feromoncsapdák javára. Az első rajzáscsúcs – a csapda típusától függően – július 3-án, illetve 6-án, a második július 17-én volt. A kukorica fejlődése szempontjából kedvezőtlen évjáratban a növények leszáradása a szokásosnál korábban következett be, aminek következményeként a populációk stabilitása is kisebb volt a kedvező évjáratban tapasztaltakhoz viszonyítva.

Az összefüggés-vizsgálatok eredményei szerint a feromont tartalmazó csapdák fogásai mutattak szorosabb kapcsolatot a vizsgált meteorológiai tényezőkkel. Aszályos évben az időjárás változása jobban befolyásolta a hímek ivari aktivitását, mint az imágók táplálékkeresését. Ez utóbbit az időjárás változása alapján – a csapadékos évben tapasztaltakkal ellentétben – száraz körülmények között a kísérletben nem lehetett megbízhatóan prognosztizálni.

A szántóföldi növények hazai termesztésének általános ökonómiai feltételrendszere a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) okozta kockázati tényezők növekedése ellenére – főként az intenzív termelést, a nagy termések elérését biztosító termőhelyeken – elősegíti a kukorica önmaga utáni vetését. A rovarölő szerekkel végzett védekezéseknek a múlt század közepétől tapasztalt hatékonyságromlása ugyan az agrotechnika adta lehetőségek, azokon belül is a vetésforgó pozitív hatásának felértékelődését eredményezte (Pike és Gray 1992), de az itthoni körülmények között is milliárdos nagyságrendű inszekticidhasználat (Marton és mtsai 2008) továbbra is része az integrált növényvédelmi stratégiáknak. A kukoricát károsító bogár és a növény közötti kapcsolat mérséklésének folyamatában ezért minden olyan agrotechnikához (Széll 2007), kémiai növényvédelemhez (Ripka 2007), nemesítéshez (Szőke és mtsai 2008) kapcsolódó kutatási eredményt fel kell használni, amely a ráfordítás és a veszteség együttes mértékét gazdaságilag elfogadható szinten tartja.

Anyag és módszer

Martonvásáron, trágyázási tartamkísérletben vizsgáltuk 2009-ben a kukoricabogár jelenlétét és hatását a kukorica fejlődését nehezítő, aszályos évjáratban (*1. táblázat*). A kísérletben a kukoricát önmaga után vetve termesztettük. A tápanyagkezelések közül hármat választottunk ki: (1) a trágyázatlan (0 kg/ha N, 0 kg/ha P_2O_5, 0 kg/ha K_2O), (2) az extenzíven táplált (60 kg/ha N, 40 kg/ha P_2O_5, 100 kg/ha K_2O), és (3) az intenzíven trágyázott (120 kg/ha N, 80 kg/ha P_2O_5, 100 kg/ha K_2O) parcellákon végeztünk vizsgálatokat.

A kísérlet kiválasztott kezeléseiben 2–2 parcellán, a hím és nőstény egyedeket egyaránt csalogató CSALOMON® KLP_{flor} ragacsmentes virágillatcsalétek-csapdákat és a főként hím imágókat vonzó (Tóth és mtsai 2006) CSALOMON® KLP_{fero} ragacsmentes feromoncsalétek-csapdákat helyeztünk el. Az intenzív rajzás megindulásától, 2009. június 22-től kezdődően 18 alkalommal, jellemzően 3–4 naponként számoltuk meg a fogott imágókat. A kukorica virágzása után, a szemtelítődés kezdeti időszakában (2009. 07. 17.) speciális kétkarú emelő segítségével, parcellánként 8–8 növényen mértük a növény kiemeléséhez szükséges erő nagyságát. Gyökérmosást követően a módosított Iowa-skála (EPPO 1999) alapján meghatároztuk a lárvakárosítás mértékét. Két átló átlagával jellemeztük a gyökérkorona kiterjedését. A szárat a legfelső gyökérkorona felett elvágva, súlyállandóságig szárítva mértük a gyökérzet és a hozzá tartozó internódiumok szárazanyagtömegét.

A kezelések hatását Sváb (1981) útmutatásainak megfelelően, varianciaanalízissel hasonlítottuk össze. Korrelációvizsgálatokkal jellemeztük az átlagos napi fogások és az egyes időjárási jellemzők összefüggéseinek szorosságát, megbízhatóságát a teljes fogási időszakra, valamint külön, a második rajzáscsúcsot megelőző, illetve azt követő szakaszra vonatkozóan is.

Eredmények és következtetések

A vizsgált termőhelyen a csapadék mennyisége alapján és Harnos (1993) kritériumai szerint aszályos volt az évjárat *(1. táblázat)*. A talaj felszínére jutó víz mennyisége a kukorica vegetációs időszakában 135,1 mm-rel (43%-kal) maradt el a sokéves martonvásári átlagtól. Az imágók rajzási időszakában (VII–IX.) 47,6 mm (34%) volt a hiány. Az áprilistól szeptemberig terjedő időszak 0,7, a virágzástól az érésig (VII–IX.) tartó szakasz 1,0 °C-kal volt melegebb a 30 éves átlagnál. A hőségnapok száma a teljes vegetációt tekintve kevesebb, a virágzást követően némileg több volt, mint a legutóbbi 10 év átlaga.

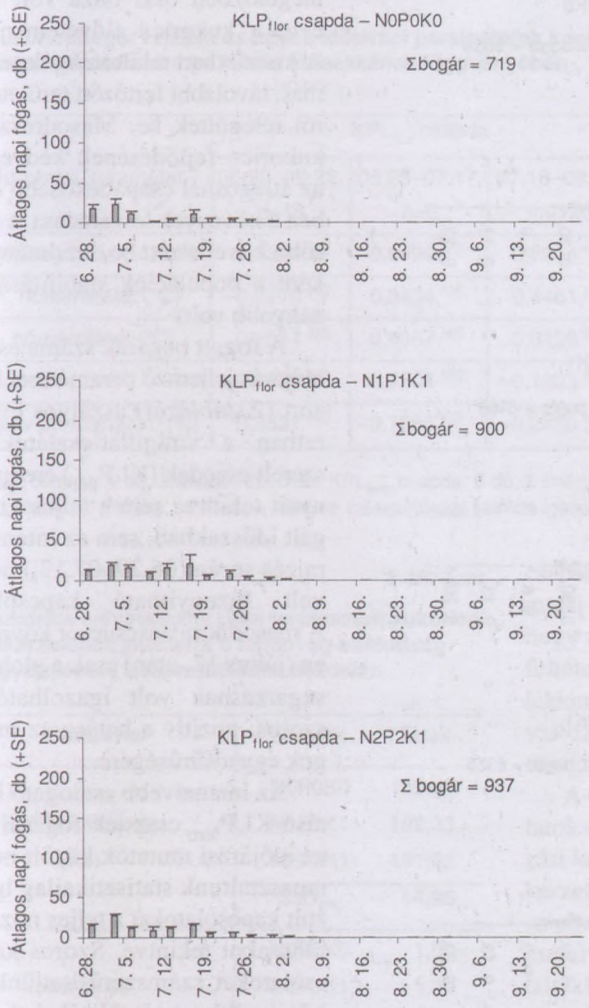
A kukorica-elővetemény után termesztett kukoricában a június 22-én kihelyezett KLP_{flor} ragacsmentes virágillatcsalétek-csapdák fogási eredményei alapján az első rajzáscsúcs július elején volt *(1. ábra)*. Az intenzíven trágyázott parcellákon a második észlelési időpontban (07. 03.) az átlagos napi fogás megközelítette a harminc darabot (N2P2K1 = 27,75). A növények eltérő tápláltsága ekkor még nem befolyásolta érdemben az imágók táplálékkeresését. Az első rajzáscsúcs után azonban minden észleléskor a trágyázott, jobban táplált növényeken találtunk több bogarat. Ennek eredményeként a trágyá-

1. táblázat

A kukorica tenyészidőszakának főbb meteorológiai jellemzői

Hónap	Csapadék (mm)		Átlaghőmérséklet (°C)		Hőségnap[a]	
	Átlag[b]	2009	Átlag[b]	2009	Átlag[c]	2009
IV.	43	2,1	11,3	14,0	0	0
V.	56	12,6	16,4	16,3	4	1
VI.	73	69,8	19,7	18,5	9	3
VII.	53	22,8	21,5	21,8	14	18
VIII.	46	42,8	20,7	21,5	12	10
IX.	41	26,8	16,6	18,5	2	2
Σ, ill. átl. IV–IX.	312	176,9	17,7	18,4	41	34
Σ, ill. átl. VII–IX.	140	92,4	19,6	20,6	28	30

Index: a - $t_{max} \geq 30$ °C; b – 30 éves átlag; c – 10 éves átlag



1. ábra. Növényi illatanyagot tartalmazó, ragacsmentes kalapcsapdák (KLP$_{flor}$) kukoricabogárimágó-fogásai eltérő intenzitással trágyázott kukoricákban

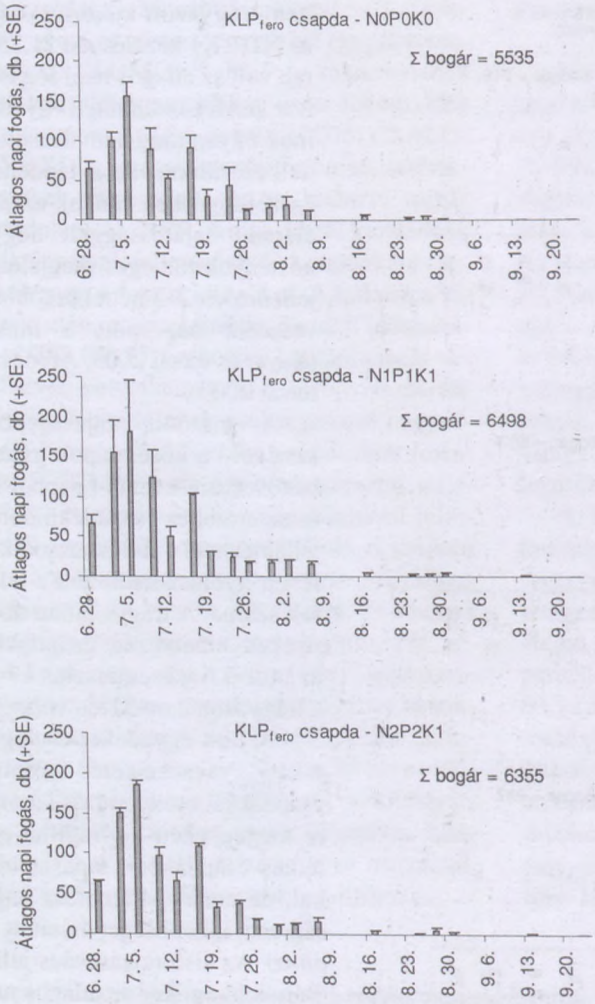
zatlan növényeken 700, az extenzíven trágyázottakon 900, az intenzíven tápláltakon 937 volt a bogarak száma a teljes csapdázási időszakot tekintve. Az első rajzáscsúcsot követő héten a fogások száma – a trágyázás és az imágósűrűség kimutatható pozitív kapcsolatával – folyamatosan csökkent. Július 10-én a trágyázatlan kukoricákon átlagosan 1,50, a trágyázottakon 8,88 bogarat találtunk.

A későbbi időpontokban ismét fokozatosan növekedett a populációk sűrűsége. A második rajzáscsúcsot július 17-én észleltük, amikor a nem trágyázott kukoricákon 11, az N1P1K1 kezelésben 21,25 darab volt az átlagos napi fogás. Az ivar szerint elkülönített egyedszámok ugyan még nem állnak rendelkezésünkre, de a tendenciák összefüggésben vannak azzal az élettani sajátossággal, hogy a nőstények tömeges megjelenése jellemzően 2–3 héttel később következik be, mint a hímeké (Bayar és mtsai 2003, Árendás és mtsai 2009).

A második rajzáscsúcstól kezdve – a hőségnapok gyakori bekövetkezésével (14 napból 10), és az erőteljes csapadékhiánnyal jellemezhető – július második felében gyorsan csökkent a bogarak száma. A trágyázatlan növényeken elhelyezett csapdákban az utolsó fogás augusztus 17-én, a trágyázottakon 31-én volt.

A hím egyedeket csalogató KLP$_{fero}$ ragacsmentes feromoncsapdákkal észlelt rajzás karaktere megegyezett a virágillat-csalétkes csapdákban tapasztaltakkal, de annak intenzitása nagyságrendi különbséget mutatott *(2. ábra)*. Az első rajzáscsúcs július 6-án volt, amikor az átlagos napi fogás az intenzíven trágyázott parcellákon megközelítette a kétszázat (185,00 db). A trágyázatlan és a trágyázott kezeléseket tekintve a fogások már július 3-án eltértek egymástól. A teljes vizsgálati periódusban az N0P0K0 parcellákon 5535, az N1P1K1 adaggal kezelt növényeken 6498, az N2P2K1-trágyakezelésekben 6355 imágót fogtak a csapdák.

Az első rajzáscsúcsot követő két észleléskor a feromonnal csalétkezett csapdákban is folyamatosan csökkent a bogarak száma, amit július 17-én egy második csúcs követett. Ennek mértéke az azt megelőző észleléshez (100%) viszonyítva, trágyázástól függően 167–204% között változott. Ezt követően ebben a típusú csapdában is fokozatosan



2. ábra. Feromont tartalmazó, ragacsmentes kalapcsapdák (KLP$_{fero}$) kukoricabogárimágó-fogásai eltérő intenzitással trágyázott kukoricákban

csökkent a fogások száma. A vizsgált időszakot tekintve a trágyázatlan parcellákon szeptember 14-én fogtunk utoljára imágókat (0,57 db/nap), míg a trágyázottakon – elenyésző számban ugyan, de – ezt követően is (09. 23. – N1P1K1: 0,11 db/nap; N2P2K1: 0,22 db/nap).

A kísérletben a rajzáscsúcsok jellege eltért az előző évben tapasztaltaktól (Árendás és mtsai 2009). Ez alapvetően két tényező markáns hatásával magyarázható. Egyrészt a dikultúrában folytatott trágyázási kísérletben a 2008. évet megelőzően őszi búza volt két évig a kukorica előveteménye. A kísérletben talált imágók tehát más, távolabbi fertőzött területekről települtek be. Másodrészt a kukorica fejlődésének kedvező, az átlagosnál csapadékosabb évben a növények leszáradása is később következett be, eredményeként a populációk stabilitása is nagyobb volt.

A fogott bogarak száma és az időjárás jellemző paraméterei között *(2. táblázat)* aszályos évjáratban a virágillat-csalétekkel szerelt csapdák (KLP$_{flor}$) eredményeit tekintve sem a teljes vizsgált időszakban, sem az intenzív rajzás során (06.29–07.17.) nem volt bizonyítható kapcsolat. A második rajzáscsúcsot követően (július 17. után) csak a globálsugárzásnak volt igazolhatóan szoros, pozitív a hatása az imágók egyedsűrűségére.

Az intenzívebb csalogató hatású KLP$_{fero}$ csapdák fogásai és az időjárási mutatók között nem tapasztaltunk statisztikailag igazolt kapcsolatokat a teljes rajzási időszakot tekintve. Szoros kapcsolatokat számszerűsítettünk a hőmérséklet szélsőértékei és a globálsugárzás, valamint a bogarak aktivitása között az intenzív rajzások idején, de azok megbízhatósága nem érte el a P=5%-os valószínűségi szintet. Ilyen elvárások teljesültek a második rajzáscsúcs utáni időszakban is a globálsugárzás és a maximum hőmérsékletek, illetve az imágók számának kapcsolatában.

A korrelációvizsgálatok azt mutatták, hogy a kétféle csapdatípus közül a feromont tartalmazók fogásai mutattak szorosabb összefüggést a vizsgált meteorológiai tényezőkkel. Aszályos évben az imágók táplálékkeresésére tehát kevéssé hatottak az időjárás változásai, mint a hímek ivari aktivitására. A 2009. évi adatokat a

2. táblázat

A kukoricabogár rajzása és egyes időjárási paraméterek kapcsolata (r-érték) a csapda típusának és a rajzás időszakának függvényében

Időjárási paraméter	KPL_{flor} csapda			KPL_{fero} csapda		
	06.29–09.23. n=18	06.29–07.17. n=6	07.18–09.23. n=120	6.29–09.23. n=18	06.29–07.17. n=6	07.18–09.23. n=12
Globálsugárzás (MJ/m^2)	0,2384 NS	–0,0499 NS	0,7254**	0,3846 NS	0,6115 NS	0,7104**
Max. hőmérséklet (°C)	–0,0276 NS	0,3434 NS	0,4461 NS	0,1116 NS	0,7449 +	0,6134*
Min. hőmérséklet (°C)	0,1371 NS	0,4067 NS	0,0129 NS	0,2790 NS	0,7371 +	0,3030 NS
Csapadék (mm)	0,1183 NS	0,0704 NS	–0,1833 NS	–0,0909 NS	–0,4655 NS	–0,1033 NS
Relatív páratartalom (%)	0,3631 NS	–0,1885 NS	–0,2480 NS	0,2343 NS	–0,3156 NS	–0,2430 NS

KPL_{flor} csapda: 6 db; Σ imágó: 2556 db. KPL_{fero} csapda: 6 db; Σ imágó: 18 388 db.
*** 0,1%-os, ** 1%-os, * 5%-os, + 10%-os valószínűségi szinten igazolható, NS nem igazolható kapcsolat

3. táblázat

A kukorica elővetemény után termesztett kukorica gyökérzetének jellemzői a tápanyag-ellátottság függvényében, a szemtelítődés kezdetén

Paraméter	Kezelés	Érték
Gyökérellenállás (Kp)	N0P0K0	169,40
	N1P1K1	196,33
	N2P2K1	191,63
	$SzD_{5\%}$	14,95
Iowa-skála (1–6)	N0P0K0	1,00
	N1P1K1	1,09
	N2P2K1	1,11
	$SzD_{5\%}$	NS
Gyökér korona átmérő (cm)	N0P0K0	12,61
	N1P1K1	15,38
	N2P2K1	15,53
	$SzD_{5\%}$	1,68
Gyökér szárazanyag tömeg (g)	N0P0K0	19,63
	N1P1K1	25,11
	N2P2K1	31,26
	$SzD_{5\%}$	5,10

N0P0K0 = 0N, 0P, 0K; N1P1K1 = 60N, 40P, 100K;
N2P2K1 = 120N, 80P, 100K (kg/ha);
NS = statisztikailag nem igazolható különbség.

csapadékos 2008. év eredményeivel (Árendás és mtsai 2009) összehasonlítva megállapítható, hogy a kukorica fejlődésére ható meteorológiai feltételek romlásával csökkent a rovarok táplálékkeresését, aktivitását előrejelző – az időjárás változásán alapuló – prognózisok megbízhatósága.

A kukorica virágzása után elvégzett vizsgálatok eredményei szerint *(3. táblázat)* a trágyázási kezelések igazolhatóan befolyásolták a gyökérzet fejlődését. A kitépett növények talajfelszínhez közeli gyökerein viszont – az előző évi, kukorica után vetett, másik kísérletben tapasztaltakkal ellentétben – lárvakártétel alig volt kimutatható.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálatok elvégzését a *KUKBOGMV-OM-00063/2008 NKTH Jedlik Ányos pályázat* és az *AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1* pályázat támogatta.

IRODALOM

Árendás T., Bónis P., Szőke Cs., Vuts J. és **Tóth M. (2009):** A kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) kártétele és az imágó rajzásdinamikája trágyázási tartamkísérletekben. Növényvédelem, 45 (6): 291–296.

Bayar K., Komáromi J., Kiss J., Edwards, C.R., Hataláné Zsellér I. és **Széll E.** (2003): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) populációjának jellemzői kukorica monokultúrában. Növénytermelés, 52: 185–202.

EPPO Bulletin (1999): Efficacy evaluation of insecticides – *Diabrotica virgifera*. 29. (3): 319–323.

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.

Marton L.Cs., Berzsenyi Z., Pintér J., Spitkó T. és **Szőke Cs.** (2009): Drága bogarunk, *Diabrotica virgifera virgifera*! MartonVásár. XXI/1: 10–12.

Pike, D.R. and **Gray, M.E.** (1992): A history of pesticide use in Illinois. In: Proceedings of Eighteent Ann. Illinois Crop Protec. Works., 3–5 March, 1992. Univ. of Illinois, Champaigh-Urbana, Illinois. 43–52.

Ripka G. (2007): A kukoricabogár magyarországi elterjedése és kártétele. In: **Marton L.Cs.** (szerk.) A kukoricabogár terjedése és a védekezés módszerei. Martonvásár, 2007. szept. 25. 3–5.

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Széll E. (2007): Az agrotechnikai műveletek szerepe az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben. In: **Marton L.Cs.** (szerk.) A kukoricabogár terjedése és a védekezés módszerei. Martonvásár, 2007. szept. 25. 8–11.

Szőke, C., Pintér, J., Hegyi, Z. and **Marton, L.C.** (2008): Studies on the tolerance of maize hybrids to corn rootworm on various types of soil. Cer. Res. Commun. Suppl., 36: 1675–1678.

Tóth, M., Csonka, É., Szarukán, I., Vörös, G., Furlan, L., Imrei, Z. and **Vuts, J.** (2006): The KLP+ ("hat") trap, a non-sticky, attractant baited trap of novel design for catching the western corn rootworm *(Diabrotica v. virgifera)* and cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Intl. J. Hortic. Sci., 12: 57–62.

SEASONAL FLIGHT OF WESTERN CORN ROOTWORM (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE) IN A DRY YEAR IN MARTONVÁSÁR

T. Árendás, P. Bónis and **C. Szőke**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

The occurrence and effect of western corn rootworm on maize grown in a monoculture in a long-term fertilisation experiment was examined in 2009, when the dry weather retarded plant development. Changes in the number of imagos on plots with no, non-intensive or intensive fertiliser application were estimated using KLP_{flor} traps containing floral baits and KLP_{fero} traps containing pheromone baits.

The nature of the swarming patterns recorded with the different types of traps was similar, but differences of an order of magnitude were observed in the intensity, in favour of pheromone traps. The first swarming peak was noted on July 3rd or 6th, depending on the type of trap, and the second on July 17th. Due to the unfavourable weather, the maize plants started withering earlier than usual, so the populations were less stable than in favourable years.

Correlation analysis revealed that the catches recorded in pheromone traps were more closely related to meteorological factors. In dry years, the weather was thus found to have a greater influence on the sexual activity of the males than on the feeding patterns of the imagos. Unlike the situation in wet years, the latter could not be reliably predicted from changes in the weather under dry conditions.

A HERBICID KEZELÉSEK HATÁSA A KUKORICATERMÉS MINŐSÉGI PARAMÉTEREIRE KÜLÖNBÖZŐ ÉVEKBEN

Bónis Péter, Árendás Tamás, Berzsenyi Zoltán és **Marton L. Csaba**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Három martonvásári kukoricahibrid herbicidtoleranciáját vizsgáltuk a 2006. és a 2007. évben posztemergensen kijuttatott herbicidekkel. A látható fitotoxikus károk 2006-ban a kétszeres dózisú kezelésekben sem haladták meg a 20%-ot, 2007-ben pedig 15% alatt maradtak. A herbicid kezelések hatással voltak a kukorica fehérje- és keményítőtartalmára, és nem módosították az olajtartalmat. A minőségre gyakorolt hatásokat az extrém időjárási körülmények erősítették.

A fosszilis energiahordozók készleteinek rohamos fogyatkozása, valamint a globális fölmelegedés egyre nyilvánvalóbb jelei a megújuló energiaforrások felé fordítják a felelős gondolkodók, irányítók figyelmét. Az agrártermelésből származó nyersanyagok, mint pl. a repceolaj, cukorrépa, burgonya, kukorica bioenergiai alapanyagként történő hasznosításának technológiája mára már kidolgozott. A kukorica nagy keményítőtartalma miatt kitűnően alkalmas cukorból nyerhető alkohol előállítására. A bioetanol energetikai célú felhasználása világszerte növekvő mértékű, és mint megújuló energiaforrás, a kőolaj alapú üzemanyagok részleges helyettesítőjeként szolgálhat.

A kukoricaszem beltartalmi értékeit, keményítő-, fehérje-, olaj-, nyersrosttartalmát a genotípuson kívül számos környezeti tényező is befolyásolja. A termőhely, a tőszám, a műtrágyázás egyaránt hatással van az említett minőségi paraméterekre (Hegyi és mtsai 2001, 2006, Izsáki 2006, Svečnjak és mtsai 2007). A fehérjetartalom növelésére irányuló nemesítői erőfeszítések eredményeként létrejött genetikai anyagok (quality protein maize – QPM) azonban érzékenyebbek a környezeti hatásokra (kártevő rovarok, gombás és baktériumos megbetegedések, gyomirtó szerek), mint a hagyományos törzsek (Aguado-Santacruz és mtsai 2007). A peszticid kezelések hatását a szemtermés minőségére kalászosgabona-kultúrában számos eredmény igazolja (Varga és mtsai 2007, Jolánkai és mtsai 2006, Szentpétery és mtsai 2005). Hagyományos kukoricában azonban herbicidek és a szemtermés minőségének kapcsolatát kevésbé vizsgálták. Ebben a cikkben a Martonvásáron beállított herbicidtolerancia-kísérletekből származó kukoricaminták minőségvizsgálati eredményeit mutatjuk be.

Anyag és módszer

A vizsgálatot Martonvásáron, erdőmaradványos csernozjom talajon állítottuk be 2006-ban és 2007-ben. Posztemergensen kijuttatott gyomirtó szerek hatását vizsgáltuk három martonvásári kukoricahibridre. Mindkét tenyészidőszak csapadékellátottsága elmaradt a termőhelyre jellemző értéktől. A 2006-os évben 66 mm-rel, 2007-ben 47 mm-rel hullott kevesebb csapadék a 30 éves átlagnál. A csapadékhiány 2006-ban a kukorica virágzásakor és az őszi-téli időszakban, 2007-ben pedig az év és a tenyészidőszak elején jelentkezett leginkább. A nyáron lehullott csapadék a 40 °C-ot megközelítő napi maximum hőmérsékletek miatt gyorsan elillant, és kiszáradtak a növények. A kísérletet kétismétléses osztott parcellás elrendezésben állítottuk be oly módon, hogy minden kezelt parcellához tartozott egy kezeletlen kontroll is. A herbicidek ha-

1. táblázat

A kísérletben alkalmazott herbicid kezelések

	Kezelés	Dózis (g, l hatóanyag ha^{-1})	
		Egyszeres	Kétszeres
1.	Mezotrion	144	288
2.	Mezotrion + Terbutilazin	140 + 660	660 + 1320
3.	Tembotrion + Izoxadifen etil	99 + 49,5	198 + 99
4.	Foramszulfuron + Izoxadifen etil + Jodoszulfuron-metil Na	45 + 45 + 1,5	90 + 90 + 3
5.	Foramszulfuron + Izoxadifen etil	56,25 + 56,25	112,5 + 112,5
6.	Rimszulfuron	15	30

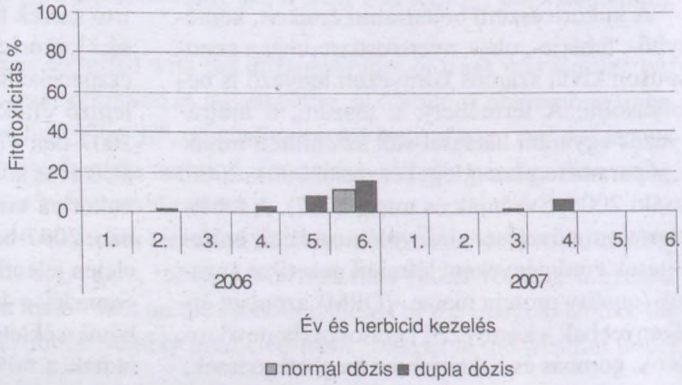
tóanyagai a következők voltak: *mezotrion, mezotrion+terbutilazin, tembotrion, foramszulfuron+izoxadifen etil+jodoszulfuron-metil Na, foramszulfuron+izoxadifen etil, rimszulfuron.* A kezeléseket az *1. táblázat*ban mutatjuk be. A gyomirtó szereket posztemergensen, a kukorica 6–7 leveles fejlettségi állapotában juttattuk ki, három martonvásári kukoricahibridre (Tisza – FAO 470, Mv 500 – FAO 510, Mv Koppány – FAO 420). A herbicidek engedélyezett maximális dózisát és ennek kétszeresét alkalmaztuk. A vegetációs időszakban felvételeztük a látható fitotoxikus tüneteket 22 (2006) és 17 (2007) nappal a kezeléseket követően. Az értékeléshez 0-tól 100-ig terjedő skálát használtunk, ahol 0 az ép, sértetlen, 100 az elpusztult növényeket jelöli. A fitotoxicitás százaléka a levélkárosodás mértékéből és az elpusztult növények arányából kombinált érték. A betakarításkor mértük a szemtermést, és NIR (*Near Infrared Spectroscopy*) készülék segítségével meghatároztuk a minták fehérje-, keményítő- és olajtartalmát.

Eredmények

A herbicid kezelések okozta látható fitotoxikus károsodás mértékét a hibridek átlagában az *1. ábrán* mutatjuk be. A köztermesztésben alkalmazott normál dózisok egyik évben sem okoztak 15%-ot meghaladó (mérsékeltnél erősebb) fitotoxikus károsodást a hibrideken, a kétszeres dózisok pedig nem érték el a 25%-os közepes szintet. 2006-ban a 6. kezelés *(rimszulfuron)* váltotta ki a legerőteljesebb tüneteket, az egyszeres dózisban 11,7%, a kétszeresben 15,8%-ot, amelyek a tenyészidőszak előrehaladtával maszkírozódtak.

2007-ben nem tapasztaltunk fitotoxikus károsodást a hibrideken ebben a kezelésben. A két év közötti eltérés oka valószínűleg az, hogy 2006-ban a permetezést követően 14, 30 °C-ot meghaladó maximum hőmérsékletű hőségnap volt, ami hősokkot jelentett a hibridek számára, így nem tudták teljes mértékben közömbösíteni a *rimszulfuron* hatóanyagot. 2007-ben a permetezés utáni napokon a 25 °C körüli hőmérséklet nem okozott eltérést a herbicid-hatóanyagok lebontásában.

A minőségvizsgálatok eredményei a *2. és 3. ábrán* láthatók. A herbicid kezelések hatását mindkét diagramon a kontroll és a kezelt parcel-



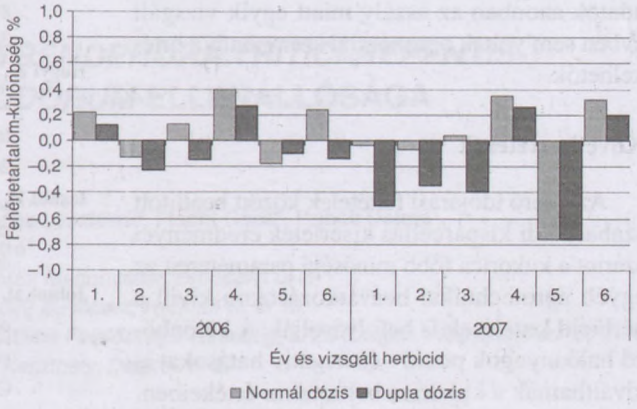
1. ábra. A látható fitotoxikus károsodás mértéke (%) a herbicid kezelések hatására, a vizsgált hibridek átlagában a 2006. és 2007. évben

lákról származó minták értékeinek különbségével mutatjuk be. Az ábrák vízszintes tengelye a kontroll érték, az oszlopok az ettől való eltérést mutatják. A szemtermés fehérjetartalmát *(2. ábra)* 2006-ban egyik kezelés sem módosította szignifikánsan. A rendkívül forró nyarú 2007-es évben tendenciájában az 1., a 2., és 3. kezelés kétszeres dózisa is csökkentette a vizsgált hibridek fehérjetartalmát, egyik sem volt azonban statisztikailag igazolható. Az 5. kezelés *(foramszulfuron+izoxadifen etil)* mindkét dózisa szignifikáns csökkenést okozott a hibridek fehérjetartalmában, a 4. *(foramszulfuron+izoxadifen etil+jodoszulfuron-metil Na)* és a 6. kezelés viszont *(rimszulfuron)* kismértékű fehérjetartalom-emelkedést idézett elő a hibridekben.

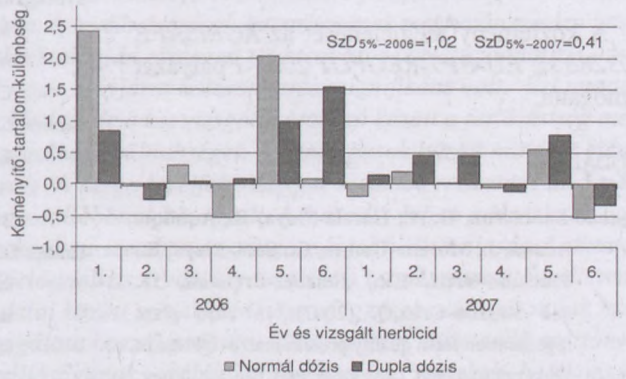
A kísérletben a keményítőtartalom évjárattól és kezeléstől függően jelentős változásokat mutat. 2006-ban az 1. kezelés *(mezotrion)* egyszeres dózisa, az 5. kezelés *(foramszulfuron+izoxadifen etil)* mindkét dózisa és 6. kezelés *(rimszulfuron)* kétszeres dózisa is szignifikáns keményítőtartalom-növekedést okozott. 2007-ben a keményítőtartalom lényegesen kisebb ingadozásokat mutatott, mint az előző évben. Az 5. kezelés mindkét dózisa szignifikáns keményítőtartalom-növekedést okozott.

A hibridek szemtermésének olajtartalmát a gyomirtó szerek normál és kétszeres dózisban sem befolyásolták *(4. ábra)*. A kezelések egyik évben sem okoztak változást, csak évjárathatást figyeltünk meg. 2006-ban a szemtermések olajtartalma átlagosan 0,12%-kal volt nagyobb a 2007. évinél.

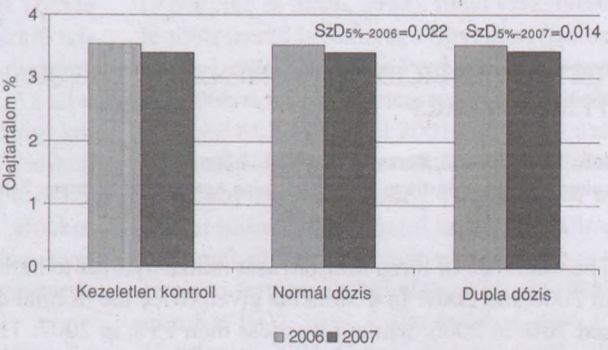
A tenyészidőszak végén betakarítottuk a szemtermést, a termés-



2. ábra. A kontrollhoz (kontroll = 0 tengely) viszonyított fehérjetartalom-változás (%) a herbicid kezelések hatására, a vizsgált hibridek átlagában a 2006. és a 2007. évben
SzD5%–2006=0,43 SzD5%–2007=0,40



3. ábra. A kontrollhoz (kontroll = 0 tengely) viszonyított keményítőtartalom-változás (%) a herbicid kezelések hatására, a vizsgált hibridek átlagában a 2006. és a 2007. évben



4. ábra. Az olajtartalom változása a dózisok függvényében a herbicid kezelések és a vizsgált hibridek átlagában a 2006. és a 2007. évben

adatok azonban az aszály miatt egyik vizsgált évben sem voltak agronómiai szempontból értékelhetők.

Következtetések

Az eltérő időjárási feltételek között beállított szabadföldi kisparcellás kísérletek eredményei szerint a kukorica főbb minőségi paramétereit az egyéb agrotechnikai beavatkozásokon kívül a herbicid kezelések is befolyásolják. A különböző hatóanyagok pozitív és negatív hatásokat is kiválthatnak a kukorica beltartalmi értékeiben. A hatásokat az átlagostól eltérő időjárási körülmények erősíthetik.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését az *AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1* pályázat támogatta.

IRODALOM

Aguado-Santacruz, G. A., Garcia-Moya, E., Aquilqr-Acuna, J., Moreno-Gomez, G., Solis-Moya, E., Preciado-Ortiz, ER., Jimenez-Bremont, JF. and **Rascon-Cruz,Q.** (2007): In vitro plant regeneration from quality protein maize (QPM). In vitro cellular and Developmental Biology-Plant, 43: 215–224.

Hegyi Z., Kizmus L., Záborszky S. és **Marton L. C.** (2001): A kukorica fehérje- és olajtartalmának, valamint ezerszemtömegének alakulása eltérő ökológiai körülmények között. Növénytermelés, 50: 385–394.

Hegyi Z., Berzy T. és **Pintér J.** (2006): Eltérő körülmények között termesztett kukoricahibridek fontosabb tulajdonságainak vizsgálata. Növénytermelés, 55: 243–254.

Izsáki Z. (2006): A N- és P-ellátottság hatása a kukoricaszem (*Zea mays* L.) fehérjetartalmára és aminosavösszetételére. Növénytermelés, 55: 213–230.

Jolánkai, P., Tóth, Z. and **Kismányoky, T.** (2006): Effect of nitrogen and pesticides on the yield and protein content of winter wheat. Cereal Research Communications, 34: 509–512.

Szentpétery, Zs., Hegedűs, Z. and **Jolánkai, M.** (2005): Impact of agrochemicals on yield quality and pesticide residues of winter wheat varieties. Cereal Research Communications, 33: 635–640.

Svečnjak, Z., Varga, B., Grbeša, D., Pospišil, M. and **Maćešić, D.** (2007): Environmental and management effects on grain quality of maize hybrids. Cereal Research Communications, 35: 1117–1120.

Tanács, L., Petróczi, I. M., Matu, M., Huhn, E. and **Gerő, L.** (1993): Effect of herbicides on flour quality of two winter wheat varieties. Acta Alimentara, 22: 315–323.

Tanács L., Véha A. és **Petróczi I. M.** (2006): Műtrágyával és fungiciddel kezelt aestivum búzák nedvessikértartalom, valorigráfos és alveográfos vizsgálatai az évjáratok függvényében. Növénytermelés, 55: 335–355.

Varga, B., Svečnjak Z., Jurković, Z. and **Pospišil, M.** (2007): Quality responses of winter wheat cultivars to nitrogen and fungicide applications in Croatia. Acta Agronomica Hungarica, 55: 37–48.

EFFECT OF HERBICIDE TREATMENTS ON THE QUALITY PARAMETERS OF MAIZE IN DIFFERENT YEARS

P. Bónis, T. Árendás, Z. Berzsenyi and **C. L. Marton**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

The tolerance of three Martonvásár maize hybrids to herbicides applied post-emergence was tested in 2006 and 2007. In treatments given twice the normal dose, visible phytotoxic damage did not exceed 20% in 2006, while it was less than 15% in 2007. The herbicide treatments caused changes in the protein and starch content but had no modifying effect on the oil content. Extreme weather conditions aggravated the effect on quality.

BÚZAGENOTÍPUSOK *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS-* ÉS *PHAEOSPHAERIA NODORUM*-ELLENÁLLÓSÁGA SZÁNTÓFÖLDÖN

Cséplő Mónika[1], Bakonyi József[2], Csősz Lászlóné[3], Fischl Géza[4], Pribék Dalma[1], Gál Mariann[1], Vida Gyula[1] és Veisz Ottó[1]

[1]*MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.*

[2]*MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, 1022 Budapest, Herman O. út 15.*

[3]*Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Korlátolt Felelősségű Társaság, 6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.*

[4]*Pannon Egyetem Georgikon Kar,8360 Keszthely, Deák F. u. 57.*

Szántóföldi körülmények között vizsgáltuk búza-genotípusok Pyrenophora tritici-repentis- *és* Phaeosphaeria nodorum-*ellenállóságát mesterségesen fertőzött, illetve fungiciddel védett több ismétléses kísérletben 2007-ben és 2008-ban. A levélbetegségek intenzitásának meghatározására használt skála (Saari–Prescott) szerinti értékek alapján elvégzett többtényezős varianciaanalízis eredményei alapján az évjárathatás, a genotípus × évjárat kölcsönhatás szignifikáns volt. Ezt mutatja a rezisztenciatípusok százalékos megoszlása is, de a két vizsgált kórokozó között a fertőzöttség mértékében nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget. A genotípusok között mindkét évben fogékonyságbeli eltérést állapítottunk meg. A sárga levélfoltossággal szemben rezisztens M-3 a kísérleti átlaghoz képest mindkét évben ellenállóbbnak bizonyult. A második évben a kísérletbe vont további 36 genotípus közül mindkét kórokozóval szemben az átlagosnál jobb ellenállóságot mutatott az Mv Bodri és a GK Csillag. A korrelációanalízis eredménye szerint a természetes úton, illetve a mesterségesen fertőzött genotípusok adatai között szignifikáns összefüggéseket állapítottunk meg. A nemesítési törzsek szélesebb körű vizsgálata hozzájárulhat a közeljövőben születendő martonvásári búzafajták komplex betegség-ellenállóságának további javításához és a szelekció hatékonyságának növeléséhez.*

A búza-levélfoltosságot előidéző kórokozók régóta ismertek (Mezey 1899, Kepes és Tóthné 1975, Csősz 2007). A betegség járványszerű fellépésének a csapadékosabb évek kedveznek (Auguszta és mtsai 1987, Csősz 2007). Az általuk okozott termésveszteség magyarországi körülmények között akár a 25%-ot is elérheti (Csősz 2006), mely az ezerszemtömeg csökkenésére vezethető vissza (Shaber és Bockus 1988). Ennek jó előrejelzője a zászlós levél AUDPC értékének meghatározása (Schilder és Bergstrom 1994, Bathal és mtsai 2003).

A sárga levélfoltosság kórokozója a *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler (anamorf: *Drechslera tritici-repentis*). Hazánkban a búza kórokozójaként 1988-ban említik (Aponyiné és mtsai, 1988), majd veszélyességére több szerző is felhívta a figyelmet (Balogh és mtsai 1991, Rátainé és Pecz 1997). A gombának több rassza ismeretes, melyek elkülönítésére egy 6 (Ali és Francl 2001), majd 8 búza genotípusból álló tesztszortimentet alakítottak ki (Strelkov és mtsai 2002). Napjainkban egyre többet tudunk meg a hazai fajták ellenállóságáról, amelyet fiatal és felnőtt növény korban mesterséges fertőzési körülmények között (Bakonyi és mtsai 1992, 1994, Csősz és mtsai 2004, Cséplő és mtsai 2004, Cséplő és mtsai 2008) állapítottak meg, illetve üvegházi körülmények között tesztelték a genotípusok *Pyrenophora*-ellenálló-

ságát a kórokozó két eltérő rasszával szemben (Cséplő és mtsai 2004a). Cséplő és munkatársai (2009) további kísérleteikben szignifikáns közepes erősségű összefüggéseket állapítottak meg az üvegházi és szántóföldi eredmények között.

A *Phaeosphaeria nodorum* (Berk.) (anamorf: *Stagonospora nodorum,* syn.: *Septoria nodorum*), a pelyvalevél-foltosság kórokozója. A gomba mikroszkópos leírását és a betegséget részletesen Mesterházy (1974) ismertette. Magyarországon a veszélyes kórokozók csoportjába tartozik. Hazai fajtáink között több szerző fogékonyságbeli különbséget állapított meg természetes eredetű *Septoria* spp. fertőződés esetén (Auguszta és mtsai 1987; Follárdt és Barkó, 1994), valamint megerősítették a kórokozó vetőmaggal történő átvitelére vonatkozó korábbi adatokat (Auguszta és mtsai 1987). Wicki és munkatársai (1999) in vitro tesztelték a búza genotípusok *Stagonospora nodorum*mal szembeni rezisztenciáját. Cséplő és munkatársai (2004b) szántóföldi körülmények között vizsgálták a genotípusok ellenállóságát mesterséges fertőzési viszonyok között, és megállapították, hogy a kalász fertőzöttsége és az ezerszemtömeg-csökkenés között szignifikáns, közepes erősségű összefüggés van.

A járványok elkerülésére hatékony és gazdaságos védekezésre van szükség, melynek elengedhetetlen feltétele a tünetek pontos ismerete, a betegség minél korábbi felismerése és természetesen a kórokozó azonosítása. A kórokozóval szembeni védekezés hatásos módját jelentheti a rezisztenciaforrások nemesítésben való felhasználása (van Ginkel és Rajaram 1999). A hazai genotípusok ellenállóságának megbízható tesztelésére mesterséges fertőzésre, illetve provokációs tenyészkert kialakítására van szükség, ahol a kórokozó fejlődéséhez megfelelő körülményeket teremtünk, így a genotípusok ellenállóságát akkor is értékelni tudjuk, amikor e kórokozó természetes körülmények között nem vagy csak nagyon kis mértékben jelenik meg.

Munkánk célja az volt, hogy megállapítsuk a búza genotípusok felnőttkori ellenállóságát a levélfoltosság szindróma két fontos kórokozójával szemben.

Anyag és módszer

Szántóföldi körülmények között vizsgáltuk 24 búzagenotípus *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* ellenállóságát mesterségesen fertőzött, illetve fungiciddel (200 g/l azoxistrobin és 80 g/l ciprokonazol) védett (Zadoks skála 47–49 és 51–59) több ismétléses kísérletben 2007-ben és 2008-ban. A genotípusokból 3 ismétlésben 2–2 sort vetettük 2 méter hosszú parcellákban, 15 cm-es sortávolsággal.

A tavaszi fertőzéskor a *Pyrenophora tritici-repentis* esetében V8PDA-t (Ali és Francl 2001) tartalmazó táptalajon előállított konídiumszuszpenziót, illetve steril búzaszemeken szaporítottuk fel a fertőzőanyagot. A második évben a tenyészidőszak során még két alkalommal (Zadoks-skála szerinti 47–49 és 51–59) konídiumszuszpenzióval fertőztünk. Bürker-kamrás számlálást követően beállítottuk a fertőzéshez szükséges konídiumszámot (5000 konídium/ml). A *Phaeosphaeria nodorum*nál tavasszal, szintén két alkalommal (Zadoks skála szerinti 47–49) fertőztük a zászlóslevelet ($3–4 \cdot 10^6$ konídium /ml), majd a fajták kalászolásához igazodva a kalászt (10^6 konídium /ml) is, a búzaszemekről lemosott konídiumszuszpenzióval, amit előzetesen SNA-t tartalmazó táptalajon állítottunk elő (Gál és Oettler 2003).

A vizsgált genotípusokat több időpontban felvételeztük, ahol az első évben Saari-Prescott (1975) -skála alapján értékeltük a genotípusok fertőzöttségét, majd az azt követő évben mind a vizsgált fajták számát mind az értékelési módszert bővítettük. Így további 36 genotípus tesztelését kezdtük meg provokációs tenyészkertben, emellett két különböző termőhelyen is vizsgáltuk a genotípusok ellenállóságát. A Saari–Prescott (1975) -skála mellett felvételeztük az egész növény és a zászlóslevél felületi borítottságát és a zászlóslevél-lézió típusait (Lamari és Bernier 1989). A *Stagonospora nodorum* esetében a kalász borítottságát értékeltük a kalász fertőzöttsége alapján. Emellett 2008-ban két termőhelyen a Saari–Prescott-skála és az egész növényborítottság alapján vizsgáltuk a fajták és a nemesítési törzsek természetes levélfoltosság-ellenállóságát. A kapott adatokból AUDPC

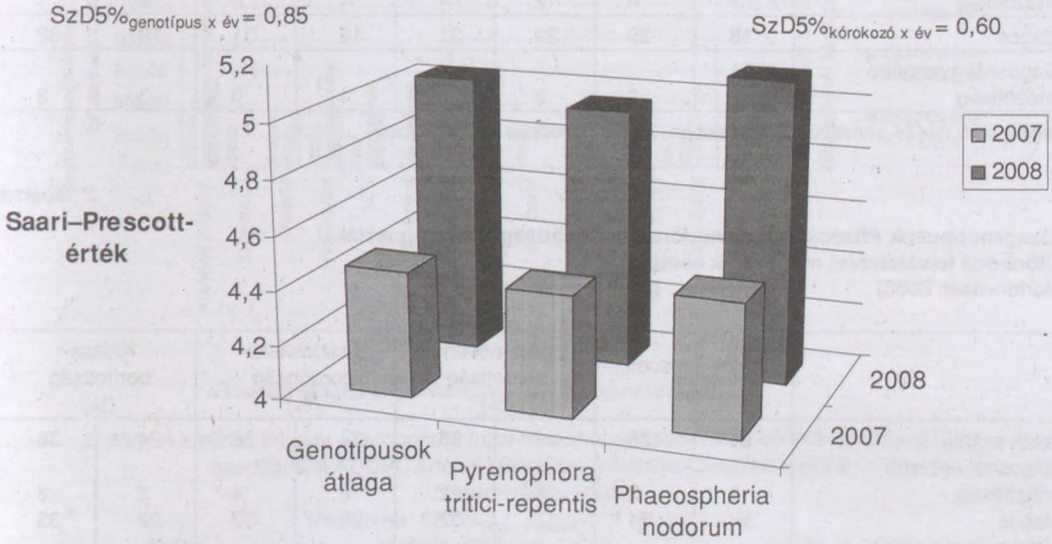
(Shaner és Finney 1977) értéket számítottunk, melyet egy-, illetve többtényezős varianciaanalízissel és korrelációanalízissel elemeztünk.

Eredmények és megvitatásuk

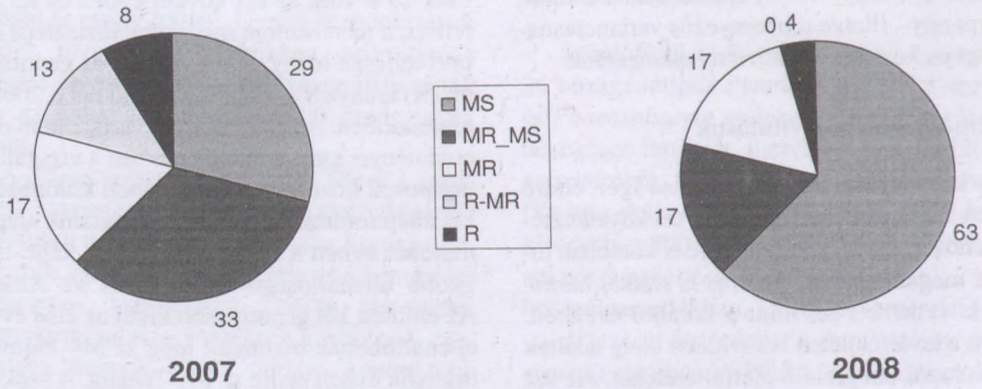
A két tenyészidőszak időjárása igen eltérő volt. A 2007-es évben az enyhe tél következtében a növények tavaszi fejlődése is korábban indult a megszokottnál. Az érés is sokkal hamarabb következett be, mint a korábbi években. Emiatt a levélfelületen is rövidebb ideig találtak a kórokozók megfelelő életfeltételeket. Az ezt követő év viszont igen kedvező volt a gabonafélék számára, a kissé csapadékosabb nyár pedig a kórokozók fejlődésének is kedvezett.

A többtényezős varianciaanalízis eredményei alapján a 2007. és a 2008. évi kísérletsorozatban a két vizsgált kórokozó között a fertőzöttség mértékében nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget, a Saari–Prescott-skála szerint az évjárathatás, a genotípus × évjárat kölcsönhatás szignifikáns volt *(1. ábra)*, ami mutatkozott a genotípusok rezisztenciatípusának megoszlásában *(2. ábra)*. A 2007-ben évben a mérsékelten fogékony (MS) genotípusok aránya csak 29% volt, az ezt követő évben ez 63%-ot tett ki, a mérsékelten rezisztens rezisztens csoport teljesen hiányzott. A rezisztens genotípusok (R) aránya 8%-ról 4%-ra csökkent a 2008-as esztendőben. A többtényezős varianciaanalízis eredményei szerint mindkét évben a vizsgált genotípusok között fogékonyságbeli különbségeket állapítottunk meg. Kétéves adataink alapján mindkét évben a kísérlet átlagához képest nagyobb ellenállóságú az M-3, és az Alcedo. Az említett két genotípuson kívül az első évben ellenállóbbnak bizonyult még az Mv Pálma, a második évben pedig az Mv Tamara. A szakirodalom szerint az ellenálló Salamouni (Ali és Adhikari 2008) és az Atlas 66 genotípusok is megfelelő ellenállóságot mutattak. Az utóbbi genotípus irodalmi adatok (Rees és Platz 1990) szerint több levélfoltosságot előidéző kórokozóval szemben ellenálló.

A második évben mindkét kórokozó esetében minden felvételezési módszerrel szignifikáns fogékonyságbeli különbségeket állapítottunk meg. Összességében elmondható, hogy minden értékelési módszer esetében minden kórokozónál a fajták legnagyobb része átlagos fertőzöttséget mutatott, amit *1.* és *2. táblázat*ban



1. ábra. Búzagenotípusok fertőzöttségének mértéke (Martonvásár, 2007–2008)



2. ábra. Búza genotípusok százalékos megoszlása levélfoltosság kórokozókkal szembeni ellenállóságuk alapján (Martonvásár, 2007–2008)

Megjegyzés: R= rezisztens, MR= mérsékelten rezisztens, MS= mérsékelten fogékony

1. táblázat

Búzagenotípusok *Pyrenophora tritici-repentis*-fertőzöttségének megoszlása különböző felvételezési módszerek esetén
(Martonvásár, 2008)

	Saari–Prescott 0–9)		Egész növény-borítottság (%)		Zászlóslevél-borítottság (%)		Léziótípus értékek a zászlóslevélen	
Fajták száma	24	36	24	36	24	36	24	36
Átlagosnál erősebb fertőzöttség	2	4	2	4	4	5	2	1
Átlagos	18	29	20	31	16	31	19	32
Átlagosnál gyengébb fertőzöttség	4	3	2	1	4	0	3	3

Megjegyzés: 24=24 genotípus 3 ismétlésben, 36=36 genotípus 2 ismétlésben

2. táblázat

Búzagenotípusok *Phaeosphaeria nodorum*-fertőzöttségének megoszlása különböző felvételezési módszerek esetén
(Martonvásár, 2008)

	Saari–Prescott 0–9)		Egész növény-borítottság (%)		Zászlóslevél-borítottság (%)		Kalász-borítottság (%)	
Fajták száma	24	36	24	36	24	36	24	36
Átlagosnál erősebb fertőzöttség	4	2	4	2	2	4	2	3
Átlagos	16	31	17	32	20	32	22	33
Átlagosnál gyengébb fertőzöttség	4	3	3	2	2	0	0	0

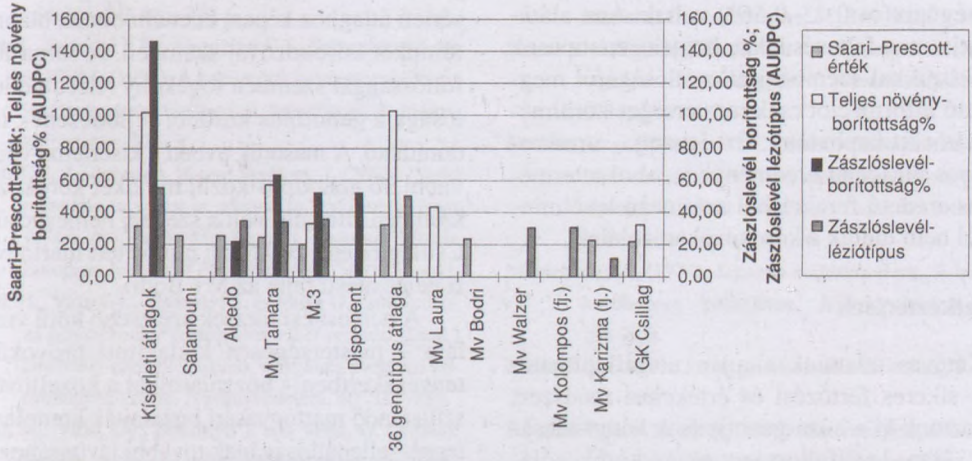
Megjegyzés: 24=24 genotípus 3 ismétlésben, 36=36 genotípus 2 ismétlésben

foglaltunk össze. Néhány fajtán az átlagosnál statisztikailag igazoltan jobb ellenállóságot figyeltünk meg, ezek adatait a *3.* és *4. ábrán* mutatjuk be.

A szakirodalom szerint a *Pyrenophora tritici-repentis*szel szemben rezisztens M-3 genotípus minden értékelési módszerrel a legkisebb AUDPC értékű volt, hozzá hasonló ellenállóságot mutatott az Mv Tamara. Az Alcedo fajta három értékelési módszerrel (Saari–Prescott, a zászlóslevél léziótípus értékei és borítottsága) az átlagnál kisebb AUDPC értékű volt. A kórokozóval szemben fogékony Alcedo fajta ellenállósága feltételezhetően azzal magyarázható, hogy igen késői, ezért a zászlóslevél fertőzésekor a többi genotípushoz képest korábbi fenológiai stádiumban volt, így kerülte el a fertőzést. A Saari–Prescott-skála szerinti értékeléssel a Salamouni, az Mv Karizma (fajtajelölt), a GK Csillag és a 2008-ban elismert Mv Bodri, esetében az átlaghoz képeset szignifikánsan kisebb AUDPC értéket kaptunk. Az teljes növény bonitálásakoraz Mv Laura és a GK Csillag, a zászlóslevél léziótípusait értékelve az Mv Walzer, az Mv Kolompos (fajtajelölt) és az Mv Karizma (fajtajelölt), a zászlóslevél borítottságát felvételezve pedig a Disponent volt szignifikánsan kisebb AUDPC értékű.

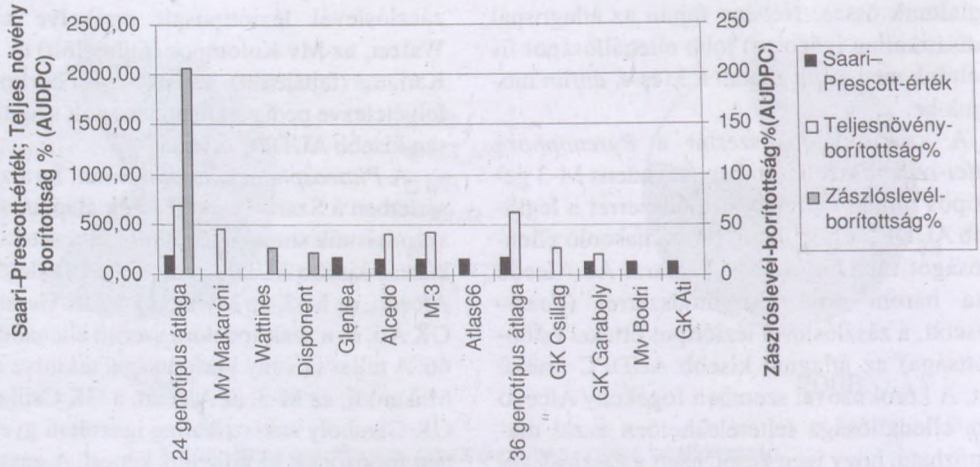
A *Phaeosphaeria nodorum*mal fertőzött kísérletben a Saari–Prescott-érték alapján végzett számításunk során az átlaghoz képeset szignifikánsan kisebb AUDPC értékű volt a Glenlea, az Alcedo, az M-3, az Mv Bodri, a GK Garaboly, a GK Ati, és a szakirodalom szerint ellenálló Atlas 66. A teljes növény borítottságát tekintve az Mv Makaróni, az M-3, az Alcedo, a GK Csillag és a GK Garaboly statisztikailag igazoltan gyengébben fertőződött az átlaghoz képest. A zászlóslevél borítottságát vizsgálva a Wattines és a Disponent mutatkozott szignifikánsan ellenállóbbnak. A kalász borítottságát vizsgálva nem volt a kísérlet átlagánál statisztikailag ellenállóbb genotípus.

A korrelációanalízis eredménye szerint a természetes úton és a mesterségesen fertőzött genotípusok levélfoltosság-adatai között szignifi-



3. ábra. A kísérleti átlagtól *Pyrenophora tritici-repentis*szel szemben szignifikánsan ellenállóbb genotípusok AUDPC értékei különböző felvételezési módszerekkel (Martonvásár, 2008)

Megjegyzés: $SzD5\%_{Saari–Prescott}$=57,7 (24); 68,2 (36); $SzD5\%_{Teljes\ növényborítottság}$ = 434,9 (24); 549,2 (36); $SzD5\%_{Zászlóslevél-borítottság}$=78,3 (24); 75,2 (36); $SzD5\%_{Zászlóslevél-léziótípus}$=15,5 (24); 16,9 (36).
24=24 genotípus 3 ismétlésben, 36=36 genotípus 2 ismétlésben



A kísérleti átlagtól szignifikánsan ellenállóbb genotípusok

4. ábra. A kísérleti átlagtól *Phaeosphaeria nodorum*mal szemben szignifikánsan ellenállóbb genotípusok AUDPC értékei különböző felvételezési módszerekkel (Martonvásár, 2008)

Megjegyzés: $SzD5\%_{Saari-Prescott}$ = 19,7 (24); 42,3 (36); $SzD5\%_{Teljes\ növény\text{-}borítottság}$ = 229,2 (24); 344,3 (36); $SzD5\%_{Zászlóslevél\text{-}borítottság}$ =174,1 (24); 134,1 (36)
24=24 genotípus 3 ismétlésben, 36=36 genotípus 2 ismétlésben

káns összefüggéseket állapítottunk meg, ezek azonban csak gyenge (r=0,35*), illetve közepes erősségűek (r= 0,43–0,56*) voltak. Ami alátámasztja azon feltevésünket, hogy a genotípusok kórokozókkal szembeni ellenállóságáról megbízható információt csak mesterséges körülmények között kaphatunk. Ezt igazolja, a mikroszkópos vizsgálat eredménye is, ahol a természetes eredetű fertőzésből származó levélmintákból nem tudtuk a kórokozókat izolálni.

Következtetések

Kétéves adataink alapján megállapítható, hogy sikeres fertőzési és értékelési módszert dolgoztunk ki a búza-genotípusok két gazdaságilag súlyos levélfoltosságot okozó kórokozójával szembeni szántóföldi ellenállóság meghatározására. A varianciaanalízis eredménye alapján a gazda-parazita kapcsolatban fontos szerepet játszik az évjárathatás, de a két kórokozó megbetegítő képessége között nem tudtunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni. A genotípusok között mindkét évben fogékonyságbeli különbségeket állapítottunk meg. Az Alcedo és a szakirodalom szerint a sárga levélfoltossággal szemben rezisztens M-3 mindkét évben a kísérleti átlaghoz képest ellenállóbbnak bizonyult mindkét kórokozóval szemben. A sárga levélfoltossággal szemben fogékony Alcedo ellenállósága a genotípus későbbi fejlődésének tulajdonítható. A második évben a kísérletbe vont további 36 genotípus közül mindkét kórokozóval szemben ellenálló volt a szegedi nemesítésű GK Csillag és egy 2008-ban minősített martonvásári nemesítésű fajta az Mv Bodri.

A nemesítési törzsek szélesebb körű vizsgálata – mesterségesen kialakított provokációs tenyészkertben – hozzájárulhat a közeljövőben születendő martonvásári búzafajták komplex betegség-ellenállóságának további javításához és a szelekció hatékonyságának növeléséhez.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak a *DTR_2007* azonosító számú *Jedlik Ányos* és az *AGRISAFE 2032288* számú *EU-FP7-REGPOT 2007-1* pályázat anyagi támogatásáért.

IRODALOM

Ali, S. and **Francl, L. J.** (2001): Recovery of *Pyrenophora tritici-repentis* from barley and reaction of 12 cultivars to five races and two host-specific toxins. Plant Disease, 85: 580–584.

Ali, S. and **Adhikari, T.B.** (2008): Variation in aggressiveness of *Stagonospora nodorum* isolates in North Dakota. Journal of Phytopathology, 156: 140–145.

Aponyiné G.I., Békési P. és **Matók I.** (1988): Újabb betegség veszélyezteti a gabonát. Magyar Mezőgazdaság, 43 (4): 9.

Auguszta G.-né., Horváth E. és **Viola J.-né** (1987): Őszibúza-fajták *Septoria nodorum* Berk. fertőzöttségének alakulása kalász- és szemvizsgálataok alapján. Növényvédelem, 23: 535–538.

Bakonyi J., Fischl G. és **Szunics L.** (1992): A *Helminthosporium (Drechslera, Bipolaris, Exserohilum)* fajok és izolátumok patogenitásának összehasonlítása őszi búzafajtákon mesterséges inokulációs kísérletben. Növényvédelem, 28: 361–365.

Bakonyi J., Pomázi A., Fischl G. és **Hornok L.** (1994): Pázsitfűféléken élő, *Helminthosporium* alakkörébe tartozó gombák molekuláris taxonómiája. Növényvédelem, 30: 207–213.

Balogh S., Rátainé V.R., Aponyiné G.I., Schweigert A-né és **Füzi I.** (1991): A kalászosok helmintospóriumos levélszáradása. Gyakorlati Agrofórum, 2. májusi különszám: 30–33.

Bathal, J. S., Loughman, R. and **Speijers, J.** (2003): Yield reduction in wheat in relation to leaf disease from yellow (tan) spot and Septoria nodorum blotch. European Journal of Plant Pathology, 109: 435–443.

Cséplő M., Vida Gy., Bakonyi J. és **Veisz O.** (2004): Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler ellenállóságának vizsgálata üvegházi körülmények között. Növényvédelem, 40: 281–285.

Cséplő, M., Vida, Gy., Bakonyi, J. and **Veisz, O.** (2004a): Studies on the resistance of wheat genotypes to two different races of *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler. Genetic variation for plant breeding. Proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress. 8–11 sept. 2004. Tulln, Austria, 185–188.

Cséplő, M., Vida, G., és **Veisz, O.** (2004b): Búza genotípusok *Stagonospora nodorum*mal szembeni ellenállóságának szántóföldi vizsgálata. X. Növénynemesítési Tudományos Napok. Budapest, 2004. febr. 18–19. Abstr. 82.

Cséplő M., Vida Gy. és **Veisz O.** (2008): Az őszi búza sárga levélfoltosságáról. Martonvásár, 20: 2.10–11.

Cséplő, M., Pribék, D. és **Csősz, M.** (2009): Studies on the resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis* in seedling stage. Cereal Research Communication, 37. Suppl. 1: 173–176.

Csősz L-né., Kopahnke D., Nagyhaska E., Pusztai L-né és **Mesterházy Á.** (2004): Őszi búzafajták biotróf és nekrotróf kórokozókkal szembeni ellenállósága és termésreakciója (Szeged 2001–2003, Aschersleben 2003). X. Növénynemesítési Tudományos Napok, 2004. február 18–19. Összefoglaló: 39.

Csősz L-né (2006): Hat év tapasztalata az őszi búza levélfoltosságát előidéző kórokozókról. Gyakorlati Agrofórum Extra, 14: 44–47.

Csősz L-né (2007): Növénykórtani és rezisztenciavizsgálatok az őszi búza rozsda, lisztharmat és levélfoltosságok kórokozóival. Ph.D. értekezés. Keszthely. htp://twilight.vein.hu/phd_dolgozatok/

Follárdt J. és **Barkó I.** (1994): Őszi búza fajták levélbetegségei. Agrofórum, 5 (9): 49.

Gál, M. and **Oettler, G.** (2003): Diallel analysis of resistance to *Stagonospora nodorum* in winter triticale. Cereal Research Communication, 31: 315–322.

Kepes A. és **Tóthné Z.E.** (1975): A búza szeptóriás megbetegedése Heves megyében. Növényvédelem, 11: 298–303.

Lamari, L. and **Bernier, C. C.** (1989): Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot *Pyrenophora tritici-repentis* based on lesion type. Canadian Journal of Plant Pathology, 11: 49–56.

Mesterházy Á. (1974): *Septoria nodorum* Berk., A búza új kórokozója hazánkban. Növényvédelem, 10: 298–303.

Mezey Gy. (1899) : Penészes búzavetés. Köztelek, 9. (48): 934–935.

Rátainé V. R. és **Pecze R.** (1997): Ismerkedjünk az őszi búza levélszáradásával! Gyakorlati Agrofórum, 8 (6): 41–43.

Rees, R.G. and **Platz, G.J.** (1990): Sources of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in bread wheats. Euphytica, 45: 59–69.

Saari, E.E. and **Prescott, J. M.** (1975): A scale for appraising for foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease Reporter, 59: 377–380.

Shabeer, A. and **Bockus, W.W.** (1988): Tan spot effects on

yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. Plant Disease, 72: 599–602.

Shaner, G. and **Finney, R. E.** (1977): The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopatology, 67: 151–156.

Schilder, A. M. C. and **Bergstrom, G. C.** (1994): Infection of wheat seed by *Pyrenophora tritici-repentis*. Canadian Journal of Botany, 72: 510–519.

Strelkov, S. E., Lamari, L., Sayound, R. and **Smith, R. B.** (2002): Comparative virulence of chlorosis-inducing races of *Pyrenophora tritici-repentis*. Canadian Journal of Plant Pathology, 24: 29–35.

van Ginkel, M. and **Rajaram, S.** (1999): Breeding for resistance to the *Septorial Stagonospora* blights of wheat. In: van Ginkel M., McNab A. and Krupinsky J.: *Septoria* and *Stagonospora* Disease of Cereals: A Compilation of Global Research. Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop, CIMMYT, Mexico.

Wicki, W., Messmer, M., Winzler, M., Stamp, P. and **Schmid J.E.** (1999): In vitro screening for resistance against *Septoria nodorum* blotch in wheat. Theoratical and Applied Genetics, 99: 1273–1280.

FIELD STUDIES ON THE RESISTANCE OF WHEAT VARIETIES AND BREEDING LINES TO *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* AND *PHAEOSPHAERIA NODORUM*

M. Cséplő[1], J. Bakonyi[2], L-né Csősz[3], G. Fischl[4], D. Pribék[1], M. Gál[1], Gy. Vida[1] and **O. Veisz[1]**

[1]Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, H- 2462 Martonvásár, Brunszvik Str. 2.

[2]Plant Protection Institute of the Hungarian Academy of Sciences, H-1022 Budapest, Herman O. Str. 15.

[3]The Cereal Research Non-Profit Company, H- 6726 Szeged, Alsó Kikötő sor 9

[4]Universitiy of Pannonia, Georgikon Faculty, H- 8360 Keszthely, Deák F. Str. 57.

The field resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum* was investigated in replicated artificially inoculated experiments and in plots treated with fungicide in the 2007 and 2008 growing seasons. The results of multifactorial analysis of variance on the data achived by appraising the intensity of foliar diseases indicate that in both years the year effect and the genotype × year interaction were significant. This is also demonstrated by the frequency of the resistance types, while no significant difference was detected between the levels of infection caused by the two pathogens. Differences in susceptibility between the genotypes were recorded in both years. The genotype M-3, reported in the literature to be resistant to tan spot, proved to be more resistant than the experimental mean in both years. In the second year, among the 36 genotypes included in the experiment, the Martonvásár variety Mv Bodri and GK Csillag, registered in 2008, were found to have above-average resistance to both pathogens. Correlation analysis revealed significant correlation between the natural infection with leafspot and artificial inoculation data under field conditions. It is hoped that the testing of a larger number of breeding lines will contribute to further improvements in the complex disease resistance of new Martonvásár varieties and to an increase in the efficiency of selection.

SPECIÁLIS LISZTHARMAT-REZISZTENCIATÍPUSÚ BÚZAGENOTÍPUSOK AZONOSÍTÁSA

Komáromi Judit, Vida Gyula, Szunics László, László Emese és **Veisz Ottó**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A kórokozó-populáció változatossága, és a patogén gombafaj szaporodási és terjedési stratégiája miatt a nagy hatású rezisztenciagének csekély hatékonysággal használhatók fel a búza lisztharmattal szembeni rezisztencianemesítésében. A kvantitatív típusú rezisztencia a nagygének által kódolt ellenállóságnál tartósabb védelmet nyújt. Három egymást követő évben szántóföldi és üvegházi kísérletekben 28 fajta és nemesítési törzs lisztharmat-rezisztenciáját vizsgáltuk. A búzagenotípusok több mint felén a betegség előrehaladási görbe alatti területe megegyezett a kvantitatív rezisztenciájú kontroll 'Massey' fajtáéval, de ennél szignifikánsan ellenállóbb fajtákat és törzseket is azonosítottunk. A felnőtt- és a csíranövénykori adatok között kísérleteinkben nem volt összefüggés. Kiváló felnőttkori rezisztenciájuk volt a martonvásári nemesítésű 'Mv Magdaléna', 'Mv Ködmön', 'Mv Csárdás' és 'Mv Verbunkos' fajtáknak.

A búzalisztharmat (*Blumeria graminis* (DC.) Speer) legfontosabb kenyérgabonánk, az őszi búza gyakori kórokozója Magyarországon. A jelenleg termesztett búzafajták többsége fogékony e kórokozóval szemben, így a rezisztencianemesítés egyik fontos feladata a fajták lisztharmat-ellenállóságának javítása. A nagy hatású ismert rezisztenciagének (Pm gének) felhasználása korlátozott hatékonyságú (Csősz 2007), hiszen az elmúlt évtizedekben tesztelt, *T. aestivum*ban található Pm gének, illetve génkombinációk között nem találtunk olyat, amely teljes védelmet nyújtana a lisztharmattal szemben (Szunics és mtsai 2000, Szunics és mtsai 2001, Vida és mtsai 2007). A rokon fajokból viszont újabb és újabb Pm géneket építenek be a búza genomjába, melyek hosszabb-rövidebb ideig hatékonyan működnek. A rezisztenciagének hatékonysága hosszabb ideig megőrizhető génpiramidálással, melynek során keresztezéssel több rezisztenciagént építünk be egy adott búzagenotípusba. Az eddigi tapasztalatok szerint azonban így is csak idő kérdése, hogy a kórokozó mikor töri át ezt a védelmet.

Azt a speciális rezisztenciaformát, amely a legtöbb esetben tökéletes védelmet ugyan nem nyújt, de lassítja a kórokozó növekedését és szaporodását, többféle megnevezéssel írták le a szakirodalomban. A horizontális rezisztencia (Van der Plank 1963), a „lassú lisztesedés" (Shaner 1973), avagy a részleges rezisztencia (Hautea és mtsai 1987) fogalma mind arra utal, hogy a gazdanövényben olyan védekező mechanizmus működik, ami valamennyi patotípussal szemben bizonyos fokú védelmet nyújt.

Az ilyen kvantitatív típusú rezisztencia gyakran kizárólag kifejlett növényekben nyilvánul meg. Az úgynevezett felnőttkori rezisztencia (APR= Adult Plant Resistance) a búza és biotróf kórokozói kölcsönhatásában már több évtizede ismert (Samborski és Ostapyk 1959, Sunderwirth és Roelfs 1980, Mares és Cousen 1977, Gustafson és Shaner 1982). A búza lisztharmattal szembeni rezisztencianemesítésében az APR felhasználásának sikeres példája a 'Knox' és a belőle származó 'Massey' őszi búzafajta, amelyekben a rezisztencia már több mint 20 éve tartós és hatásos (Griffey és Das 1994).

Feltételezhető, hogy a felsorolt rezisztenciatípusok hatékonysága tovább megmarad a monogénes ellenállósághoz viszonyítva. A cél mindenképpen a tartós rezisztencia elérése, ami Johnson (1984) megfogalmazása szerint akkor található meg egy fajtában, ha ellenálló képességét akkor is megőrzi, amikor a kórokozó számára kedvező környezeti feltételek között nagy területen, hosszú ideig termesztik.

E dolgozatban a felnőttkori lisztharmat-rezisztencia meghatározására végzett kísérleteink eredményeit ismertetjük.

Anyag és módszer

Martonvásáron három egymást követő évben (2005, 2006 és 2007) összesen 28 őszi búzafajta és nemesítési törzs lisztharmat-ellenállóságát vizsgáltuk természetes fertőzési körülmények között, a kórokozó terjedéséhez kedvező mikroklímájú tenyészkertben. A vizsgálatokban részben martonvásári eredetű őszibúza-genotípusok szerepeltek, emellett a CIMMYT (Mexikó) által speciálisan a felnőttkori lisztharmatrezisztencia tesztelésére összeállított nemzetközi kísérletek fajtáit is elvetettük.

A szántóföldi kísérleteket minden vizsgálati évben, optimális időpontban, kertszerűen elmunkált területen állítottuk be három ismétlésben. A vizsgált genotípusokat 2 m hosszú sorokba vetettük. A parcelláktól néhány méternyire május végétől öntöztünk, így a nagy páratartalom a kórokozó számára kedvező feltételt teremtett a fertőzéshez. A természetes fertőződést május elejétől június közepéig 7 napos időintervallumban, összesen öt felvételezési időpontban jegyeztük fel. A fertőzöttséget két értékelési módszerrel állapítottuk meg. Az egyik a nemzetközileg elfogadott 0–9-ig terjedő Saari–Prescott (1975) -skála, a másik a borítottsági érték, mely a növény felületén megfigyelhető lisztharmat teljes növényi felületre vetített, százalékban kifejezett adatát jelenti.

Fogékony kontrollként a 'Vermillon', felnőttkori rezisztenciájú standardként a 'Massey' fajtát vetettük.

A fiatalkori lisztharmat-ellenállóságot üvegházban teszteltük, két ismétlésben, ismétlésenként 15 növényen. A vizsgált genotípusokat a vetést követő 8. napon izolátor láda alatt ismert lisztharmat-patotípusok keverékével fertőztük. Ezt követően a 10. napon állapítottuk meg a fertőzöttséget 0–4-es (0=rezisztens, 4=fogékony) skála alapján.

A szántóföldi adatok feldolgozásakor mindhárom évben meghatároztuk a betegség előrehaladási görbe alatti terület (AUDPC = area under disease progress curve) nagyságát, majd ezeket varianciaanalízissel értékeltük. Az üvegházi kísérleteket is varianciaanalízissel elemeztük a Microsoft Excel2000 „Adatelemzés" moduljával és a Martonvásáron fejlesztett Breeder-programcsomag statisztikai programjával (Kuti és mtsai 2004). A szántóföldi és az üvegházi adatok összefüggését korrelációanalízissel határoztuk meg.

Eredmények és következtetések

Felnőttkori tesztek

A 28 genotípus varianciaanalízise alapján megállapítható, hogy a tesztelt fajták AUDPC adatai között szignifikáns eltérések mutathatók ki ($F=7,159^{***}$), de az évjárat hatása statisztikailag nem bizonyítható ($F=0,892^{ns}$). Az egyes fajták lisztharmat-ellenállóságát a hároméves átlagadatok alapján az *1. ábrán* szemléltetjük.

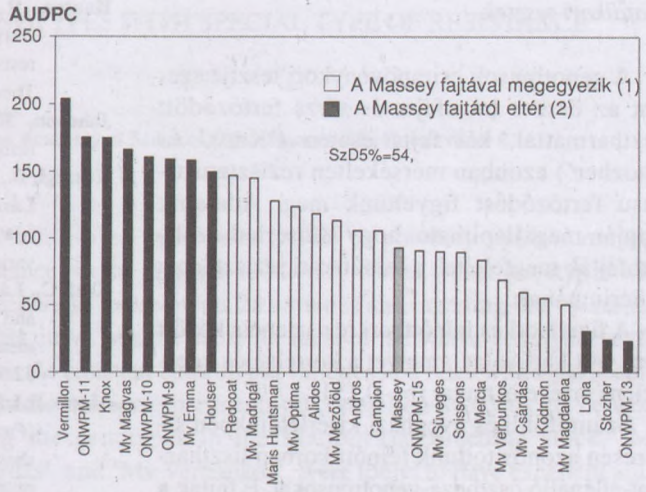
A fajták közül az előzetes elvárásnak megfelelően a fogékony kontroll *Vermillon* (AUDPC=203,83) fajta fertőzöttsége volt a legnagyobb. Az e fajtát követő törzs fertőzöttsége több mint 20 AUDPC értékkel kisebb volt, statisztikailag azonban 8 törzs, illetve fajta fertőzöttsége nem különbözött. E genotípusok között található az irodalmi adatok alapján felnőttkori rezisztenciájú 'Knox' és 'Redcoat' (Griffey és Das 1994, Das és Griffey 1994). A felnőttkori lisztharmat-rezisztenciavizsgálatokban leggyakrabban használt kontroll, a 'Massey' fajta AUDPC értéke (92,83) szignifikánsan eltért a fogékony kontrollétól. E fajtát kontrollként használva a kísérletben megállapítható, hogy a 'Vermillon' fajtán kívül még 7 genotípus AUDPC értéke volt statisztikailag igazolhatóan nagyobb. 3 fajta fertőzöttsége viszont szignifikánsan kisebb volt a rezisztens kontrollé-

nál ('Lona', 'Stozher' és az 'ONWPM-13'). E genotípusok közül az 'ONWPM-13' törzs az első két vizsgálati évben teljesen ellenállónak bizonyult, de 2007-ben enyhén fertőződött lisztharmattal.

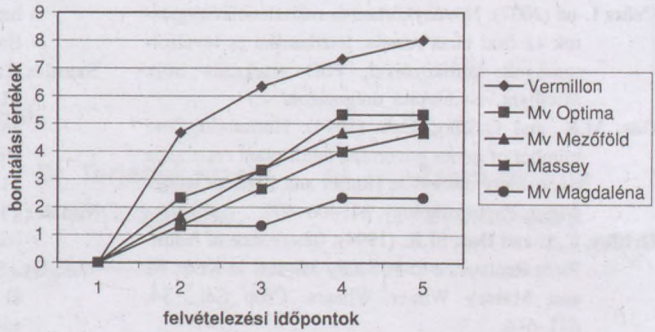
A *2. ábrán* a fogékony és a felnőttkori rezisztens kontroll, valamint a fogékony fajtától szignifikánsan eltérő martonvásári fajták betegség-előrehaladási görbéjét mutatjuk be.

A bemutatott fajták betegség-előrehaladási görbéi jól szemléltetik az eltérő fertőződési típusokat. A fogékony 'Vermillon' fajtákban a lisztharmat-fertőzöttség már az epidémia kialakulásának korai szakaszában nagy értéket ért el, majd a kórokozó által megtámadható levélfelület csökkenésével a telítődési görbéhez hasonlóan alakult. A rezisztens kontrollban a lisztharmat által megtámadott növényi részek aránya folyamatosan nőtt, a betegség terjedésének mértéke azonban jóval lassabb volt. Az 'Mv Optimán' a végleges fertőzöttség már a negyedik felvételezési időpontra kialakult, a betegség tovább nem terjedt. Az 'Mv Mezőföld' görbéje a fogékony kontrolléhoz hasonló meredekségű, a fertőződés azonban később következett be, mint a 'Vermillon' fajtában. Az 'Mv Magdalénán' a lisztharmat lassan fejlődött, görbéje laposabb lefutású, mint a fogékony és a rezisztens kontroll fajtáké.

A kísérletben szereplő fajták egy része – ismeretlen gének mellett – azonosított Pm géneket is hordoz. Így a 'Maris Hunstsman' fajtában kimutatták a Pm2+6 (Wolfe és Wright 1972), a 'Soissons'-ban a Pm3g (Bougot és mtsai 2002) és csaknem valamennyi vizsgált martonvásári fajtában a Pm8 (Kőszegi és mtsai 2000) rezisztenciagént. A martonvásári fajtákról biztosan állítható, hogy a fokozott lisztharmat-ellenállóképességet nem a letört Pm8 rezisztenciagén reziduális hatása okozza, hiszen vizsgálataink alapján a kórokozó populációban e génre a virulencia mértéke 100% (Szunics és mtsai 1999). A másik két fajta esetében viszont nem lehet figyelmen kívül hagyni e lehetőséget. Az utóbbi 4 év adatai alapján a lisztharmat-izolátumok 38–76%-a fertőzte a 'Maris Huntsman' fajtát (nem közölt adat). A 'Soissons'-ról nincsenek adataink, viszont a Pm3 gén más alléljeit (Pm3b, 3d) hordozó genotípusok az izolátumok többségével szemben ellenállónak bizonyultak.



1. ábra. Őszi búzafajták lisztharmat-fertőzöttségéből számított AUDPC értékei
(Martonvásár, 2005–2007)



2. ábra. Őszi búzafajták lisztharmat-fertőzöttségének betegség-előrehaladási görbéje
(Martonvásár, 2005–2007 átlaga)

Fiatalkori tesztek

A genotípusok csíranövénykori tesztje szerint az összes búzafajta és törzs fertőződött lisztharmattal, két fajta esetén ('Knox' és 'Stozher') azonban mérsékelten rezisztens típusú fertőződést figyeltünk meg. Adataink alapján megállapítható, hogy a kísérletbe állított fajták megfeleltek a felnőttkori rezisztencia kritériumának.

A fiatalkori és felnőttkori rezisztencia között nem volt kapcsolat, amelyet a korrelációs koefficiens értéke is mutat (r=–0,151).

Szántóföldi és üvegházi kísérleteinkben sikeresen azonosítottunk felnőtt korban lisztharmat-ellenálló őszibúza-genotípusokat. E fajták a jövőben értékes forrásai lehetnek a lisztharmat-rezisztenciára nemesítésnek. A felhasználásukkal elérhető tartós rezisztencia hozzájárulhat a költségtakarékos és környezetkímélő növénytermesztés megvalósításához.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a GAK-TRIPATOL pályázat és az AGRISAFE 203288 EU FP7 REGPOT 2007-1 program támogatta.

IRODALOM

Bougot, Y., Lemoine, J., Pavoine, M.T., Barloy, D. and **Doussinault, G.** (2002): Identification of a microsatellite marker associated with Pm3 resistance alleles to powdery mildew in wheat. Plant Breeding, 121: 325–329.

Csősz L-né (2007): Növénykórtani és rezisztenciavizsgálatok az őszi búza rozsda, lisztharmat és levélfoltosságok kórokozóival. PhD értekezés http: //twilight.vein.hu/phd_dolgozatok/

Das, M.K. and **Griffey, C.A.** (1994): Heritability and number of genes governing adult-plant resistance to powdery mildew in Houser and Redcoat winter wheat. Phytopathology, 84: 406–409.

Griffey, C.A. and **Das, M.K.** (1994): Inheritance of Adult-Plant Resistance to Powdery Mildew in Knox 62 and Massey Winter Wheats. Crop Sci., 34: 641–646.

Gustafson, G.D. and **Shaner, G.** (1982): Influence of plant age on the expression of slow mildewing resistance in wheat. Phytopathology, 72: 746–749.

Hautea, R.A., Coffman, W.R., Sorrels, M.E. and **Bergstrom, G.C.** (1987): Inheritance of partial resistance to powdery mildew in spring wheat. Theor. Appl. Genet., 73: 609–615.

Johnson, R. (1984): A critical analysis of durable resistance. Annu. Rev. Phytopathol., 22: 309–330.

Kőszegi, B., Linc, G., Juhász, A., Láng, L. and **Molnár-Láng, M.** (2000): Occurence of the 1RS/1BL wheat-rye translocation in Hungarian wheat varieties. Acta Agron. Hung., 48: 227–236.

Kuti, C., Láng, L. and **Bedő, Z.** (2004): Use of barcodes and digital balances for the identification and measurement of field trial data. Acta Agron. Hung., 52: 409–419.

Mares, D.J. and **Cousen, S.** (1977): Interaction of yellow rust *(Puccinia striiformis)* with winter-wheat cultivars showing adult plant resistance – macrosopic and microsopic events associated with resistant reaction. Physiol. Plant Pathol., 10: 257–274.

Saari, E.E. and **Prescott, J.M.** (1975) A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Dis. Reporter, 59: 377–380.

Samborski, D.J. and **Ostapyk, W.** (1959): Expression of leaf rust resistance in Selkirk and Exchange wheats at different stages of plant development. Can. J. Bot., 37: 1153–1155.

Shaner, G. (1973): Evaluation of slow-mildewing resistance of Knox wheat in the field. Phytopathology, 63: 867–872.

Sunderwirth, S.D. and **Roelfs, A.P.** (1980): Greenhouse evaluation of the Adult-Plant Resistance of Sr2 to wheat-stem rust. Phytopathology, 70: 634–637.

Szunics, L. and **Szunics, Lu.** (1999): Wheat powdery mildew resistance genes and their application in practice. Acta Agron. Hung., 47: 69–89.

Szunics, L., Svec, M., Szunics, Lu., Miklovicová, M., Vida, Gy., Slovákova, T. and **Bedő, Z.** (2000): Race composition and virulence of *Erysiphe graminis* and the resistance genes of wheat varieties bred in Martonvásár. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 35: 413–420.

Szunics, L., Szunics, Lu., Vida, G., Bedő, Z. and **Svec, M.** (2001): Dynamics of changes in the races and virulence of wheat powdery mildew in Hungary between 1971 and 1999. Euphytica, 119: 143–147.

Van der Plank, J.E. (1963): Plant diseases: epidemics and control. Academic Press, New York – London

Vida Gy., Szunics L., Szunics Lu., Komáromi J. és **Veisz O.** (2007): Búzalisztharmat-kutatások Martonvásáron. Növényvédelem, 43 (6): 231–235.

Wolfe, M.S. and **Wright, S.E.** (1972): Annual Report, Volume 1971. Plant Breeding Institute Cambridge, 142–143.

IDENTIFICATION OF WHEAT GENOTYPES WITH SPECIAL TYPE OF RESISTANCE TO POWDERY MILDEW

J. Komáromi, G. Vida, L. Szunics and **O. Veisz**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

As in the case of other diseases, adult plant resistance (APR) to powdery mildew remains effective longer than monogenic resistance, so the aim was to identify winter wheat genotypes with this type of resistance. In field and greenhouse experiments 28 varieties and breeding lines were tested. The area under the disease progress curve was the same for most of the wheat genotypes as for the variety 'Massey', which was used as the resistant control, but varieties and lines with significantly better resistance were also identified. In the present experiments no correlation was detected between the adult and seedling data. Among the genotypes in the Martonvásár breeding stock, 'Mv Magdaléna', 'Mv Ködmön', 'Mv Csárdás', and 'Mv Verbunkos', were found to have excellent adult plant resistance.

A NÖVÉNYVÉDELMI KLUB

2010. január 4-én 16,30 órától várja az érdeklődőket a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (Budapest V. ker., Kossuth Lajos tér 11.) színháztermében.

A klubdélutánon **DR. HORN ANDRÁS**
szaktanácsadó

AZ EU NÖVÉNYVÉDŐSZER-ENGEDÉLYEZÉS ÚJ RENDJE

címen tart előadást.

Minden érdeklődőt szeretettel várunk.

Dr. Tarjányi József a Klub elnöke és **Zsigó György** a Klub titkára

A MOLEKULÁRIS MARKERSZELEKCIÓ FELHASZNÁLÁSA A BÚZA LEVÉLROZSDA-REZISZTENCIÁRA NEMESÍTÉSÉBEN

Vida Gyula, Gál Mariann, Uhrin Andrea, Karsai Ildikó, Veisz Ottó, Láng László és **Bedő Zoltán**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

*A búzát világszerte fertőző levélrozsda (*Puccinia triticina *Eriks.) elleni védekezés hatékony módja a rezisztens búzafajták nemesítése és termesztése. Az ellenállóságért felelős, nagy hatású levélrozsda-rezisztenciagének (Lr gének) új fajtába történő beépítését, valamint e gének piramidálását megkönnyíti a molekuláris markerek használata. Markerszelekcióval Magyarországon jelenleg hatásos Lr géneket (Lr9, Lr24, Lr25, Lr29, Lr35 és Lr37) építettünk be őszi búzafajtákba. Az Lr géneket a velük szorosan kapcsolt STS, SCAR és RAPD markerekkel azonosítottuk. Vizsgáltuk a használt markerek alkalmazhatóságát a növénynemesítésben, és a rekurrens fajtához hasonló, egy-egy Lr gént tartalmazó közel-izogén törzseket hoztunk létre, melyek a rezisztenciagének piramidálásának, vagy multiline fajták összeállításának kiindulási anyagát képezhetik.*

A levélrozsda még napjainkban is az őszi búza kiemelkedően fontos levélbetegsége. Hazai körülmények között a kórokozó által okozott termésveszteség akár a 40%-ot is megközelítheti (Barabás és Matuz 1983). Különböző rezisztenciafaktorok beépítésével sikeresen csökkenthető a fertőződés és az ennek következtében fellépő termésveszteség.

A rezisztencianemesítésben felhasználható rezisztenciafaktorok két fő típusba sorolhatók (Van der Plank 1968). Az egyik típus a rasszspecifikus vagy más néven vertikális rezisztencia, melynek genetikai szabályozásában az ún. nagygének játszanak szerepet. A nagygénekre jellemző, hogy kromoszomális elhelyezkedésük jól ismert, és kvalitatív jellegű válaszreakció figyelhető meg az e géneket hordozó genotípusokon a kórokozó fertőzését követően. Jó esetben a kórokozó populációban megtalálható valamennyi patotípus ellen védelmet nyújtanak, de legtöbbször csak a patotípusok egy részével szemben képesek teljes ellenállóságot biztosítani. A nagygénes rezisztencia monogénesen és ráadásul legtöbb esetben dominánsan öröklődik, így a hasadó utódpopulációkban könnyű a követése. E tulajdonsága megkönnyíti a növénynemesítők munkáját, ezért a különböző kórokozókkal szemben mind a mai napig a nemesítési programokban világszerte felhasználják a vertikális rezisztenciát. A nagygénes rezisztencia hátránya viszont, hogy csak néhány kivételes esetben bizonyul tartósnak, azaz a nagygének a virulens patotípusok megjelenése és/vagy felszaporodása következtében néhány év alatt elveszítik a hatékonyságukat. A búza-levélrozsda gazdanövény-kórokozó kapcsolat területén jelenleg 64 rezisztenciagént (*Lr* gének) tartanak nyilván (McIntosh és mtsai 2009). *Lr* gének szinte valamennyi kromoszómán megtalálhatók, de csak néhányuk nyújt hatékony védelmet a hazai levélrozsda populációval szemben.

A rezisztencia másik típusa a rendszerint kvantitatív öröklődést mutató, ún. nem rassz specifikus, más néven horizontális rezisztencia. Megnyilvánulásának mértékét a környezet nagymértékben befolyásolhatja, viszont a kórokozó populációban megtalálható valamennyi patotípus ellen bizonyos szintű védelmet ad. Így a patogén szervezet, bár megfertőzi a gazdanövényt, de nem képes gazdaságilag jelentős kárt

okozni. A nem rasszspecifikus rezisztenciát néhány ismert rezisztenciagén (pl. *Lr34* és *Lr46*) is biztosíthat, de általában több kis hatású genetikai faktor, ún. QTL-ek (quantitative trait loci = mennyiségi tulajdonságot meghatározó lokuszok) jelenléte és ezek összehangolt működése szükséges a megfelelő szintű rezisztencia megjelenéséhez. QTL-ek a levélrozsda-rezisztencia területén is ismertek (Messmer és mtsai 2000, Xu és mtsai 2005, Leonova és mtsai 2007).

A növénynemesítők hosszú évtizedeken keresztül mindössze szántóföldi, üvegházi vagy laboratóriumi rezisztenciatesztek eredménye alapján, fenotípus szintjén tudták megállapítani, hogy a kiválasztott forrásból keresztezéssel sikerült-e átvinni egy adott tulajdonságot az utódokba vagy sem. A rezisztenciagénekkel kapcsoltan öröklődő, könnyen detektálható DNS markerek megjelenésével és elterjedésével a növénynemesítők olyan eszköz birtokába jutottak, amellyel a rezisztenciagént hordozó egyedek gyorsabban és indirekt módon is (rezisztenciateszt mellőzésével) kiválaszthatók.

Az ún. kodomináns markertípusok nemesítési szempontból kedvezőbbek, mivel segítségükkel már a homozigóta és heterozigóta egyedek is különválaszthatók. A molekuláris markerek egyik legfontosabb felhasználási területe a rezisztenciára nemesítés. A molekuláris markerek mindkét rezisztenciatípus, azaz a nagygénes és a kvantitatív esetén is alkalmazhatók, sőt az utóbbi típusnál kötelezően alkalmazandók. Napjainkra már igen sok rezisztenciagén és QTL kimutatására felhasználható markert írtak le. A dolgozatunk témájaként szolgáló levélrozsda esetén jelenleg 34 génre létezik jobb vagy gyengébb hatékonysággal alkalmazható marker *(1. táblázat)*.

Természetes, hogy legnagyobb hatékonysággal a rezisztenciagén egy szakaszát kimutató funkcionális markerek használhatók, de a szorosan kapcsolt markerek is jól alkalmazhatók egy-egy rezisztenciagén adaptábilis búzagenotípusokba történő beépítésére.

Dolgozatunkban a nagygénes levélrozsda-rezisztencia molekuláris markerszelekciója területén elért eredményeinkből ismertetünk néhányat.

Anyag és módszer

Markerszelekció

Hatékony Lr gének beépítése céljából visszakeresztezési (BC) programot indítottunk el a Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztályon. Négy martonvásári őszi búzafajtát ('Mv Emma', 'Mv Madrigál', 'Mv Pálma' és 'Mv Magvas') kereszteztük az *Lr9, Lr24, Lr25, Lr29, Lr35* és *Lr37* ismert *Lr* gént hordozó rezisztenciaforrásokkal (*Lr9*: 'Transfer'/'Thatcher'*6, *Lr24*: 'Thatcher'*6/'Agent', *Lr25*: 'Thatcher'*6/'Transec', *Lr29*: 'Thatcher'*6/'Cs7D-Ag#11', *Lr35*: 'Thatcher'*6/'R.L.5711', *Lr37*: 'Renan'). Az F_1 növényeket visszakeresztezték a rekurrens szülőkkel. Az így előállított BC_1 és a későbbi BC nemzedékekben molekuláris markerszelekcióval (MAS) választottuk ki az Lr génhez kapcsolt markert tartalmazó növényeket, melyeket ismét visszakereszteztünk a rekurrens szülőkkel. A program előrehaladtával az azonos rekurrens szülőből származó, de eltérő Lr géneket hordozó törzseket egymással is kereszteztük (génpiramidálás). A keresztezéseket üvegházban és szántóföldön végeztük.

A markerszelekcióhoz szükséges mennyiségű és minőségű DNS izolálását CTAB (cetyltrimethyl-ammonium-bromid) (Rogers és Bendich 1985) és a DNeasy® Plant Mini Kit (Qiagen) módszerrel végeztük. A PCR reakciókat az irodalomban *(2. táblázat)* leírt körülményeknek megfelelően állítottuk össze és futtattuk PTC-100 (MJ Research) és a GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems) készülékekben. A reakciótermékeket etídium-bromidot tartalmazó, 1,2%-os agarózgélben történt elektroforézist követően UV-fény alatt azonosítottuk.

Fenotípusos vizsgálatok

A fenotípusos rezisztenciavizsgálatot mesterséges fertőzési körülmények között végeztük szántóföldön és üvegházban. Szántóföldön a vizsgált genotípusok (36 'Thatcher' alapú közelizogén törzs, továbbá a BC program szülőfajtái és a BC generációk növényei) mellé vetett fogé-

1. táblázat

Levélrozsda-rezisztenciagének kimutatására alkalmas molekuláris markerek

Lr gén	Marker típus	Linkage	A marker megnevezése	Irodalmi forrás
Lr1	RGA	**	Lr1RGA1	Qiu és mtsai 2007
Lr3	cDNA	***	TaR16	Danna és mtsai 2002
Lr9	SCAR	**	$SCS5_{550}$	Gupta és mtsai 2005
Lr10	Funkcionális	***	T10Rga1	Feuillet és mtsai 2003
Lr13	SSR	**	barc163-2B	Bansal és mtsai 2008
Lr14	SSR	*	gwm344	Herrera-Foessel és mtsai 2007
Lr16	SSR	**	wmc764	McCartney és mtsai 2005
Lr17a	SSR	**	gwm614	Bremenkamp-Barrett és mtsai 2008
Lr19	STS	**	GBF/GBR	Prins és mtsai 2001
Lr20	STS	**	STS638	Khan és mtsai 2005
Lr21	Funkcionális	***	Lr1L/Lr21R	Huang and Gill 2001
Lr22a	SSR	**	gwm455	Hiebert és mtsai 2007
Lr24	SCAR	**	$SCS73_{719}$	Prabhu és mtsai 2004
Lr25	SCAR	**	Lr25F20/Lr25R19	Procunier (WheatCAP)
Lr26	PCR-based	**	P6M12-P	Mago és mtsai 2005
Lr28	SCAR	**	$SCS421_{570}$	Cherukuri és mtsai 2005
Lr29	SCAR	**	Lr29F18/Lr29R18	Procunier (WheatCAP)
Lr34	STS	**	csLV34	Lagudah és mtsai 2006
Lr35	STS,	**	SR39 F2/R3,	Gold és mtsai 2002
	SCAR	**	BCD260F1/35R2	Seyfarth és mtsai 1999
Lr37	SCAR,	**	SC-Y15F/SC-Y15R	Robert és mtsai 1999
	CAPS	**	VENTRIUP/LN2	Helguera és mtsai 2003
Lr38	SSR	**	wmc773	Mebrate és mtsai 2008
Lr39	SSR	*	gwm210	Raupp és mtsai 2001
Lr46	STS	**	XSTS1BL2/XSTS1BL9	Mateos-Hernandez és mtsai 2006
Lr47	CAPS	**	PS10R/PS10L	Helguera és mtsai 2000
Lr48	SSR	**	gwm429b	Bansal és mtsai 2008
Lr49	SSR	**	barc163	Bansal és mtsai 2008
Lr50	SSR	**	gwm382	Brown-Guerdira és mtsai 2003
Lr51	CAPS	**	S30-13L/AGA7-759R	Helguera és mtsai 2005
Lr52	STS	**	txw200	Tar és mtsai 2008
Lr58	SSR	**	cfd50	Kuraparthy és mtsai 2007
Lr60	SSR	**	barc149	Hiebert és mtsai 2008
Lr63	SSR	**	barc321	Kolmer 2008
Lr64	SSR	*	barc104	Kolmer 2008

Rövidítések: RGA = rezisztenciagén analóg, SCAR = sequence characterized amplified region, SSR = simple sequence repeat, STS = sequence-tagged site, CAPS = cleaved amplified polymorphic sequence. WheatCAP = búza markerszelekciós protokollokat ismertető honlap (http://maswheat.ucdavis.edu/ http://maswheat.ucdavis.edu/)

Megjegyzés: *** = funkcionális marker, ** = szorosan kapcsolt marker, * = a marker és a rezisztenciagén közötti távolság > 10cM. A táblázatban a levélrozsda-rezisztenciagénekkel legszorosabban kapcsolt markerek szerepelnek.

kony szegély növényeit a Zadoks-skála (Zadoks és mtsai 1974) szerinti 37–39-es fejlődési állapotban mesterségesen fertőztük különböző genetikai hátterű fajtákról begyűjtött és üvegházban felszaporított levélrozsda uredospóra keverékkel. A spóraszuszpenziót injekciós fecskendővel adagoltuk a fogékony szegély növényeibe. Az így létrehozott fertőzési gócokról természetes úton terjedt el a kórokozó. A fertőzöttség mértékét borítottsági érték (%) és a növények kórokozóval szembeni reakciótípusa (rezisztens, mérsékelten rezisztens, átmeneti, mérsékelten fogékony, fogékony) alapján értékeltük a növények 77–83-as fejlettségi állapotban, majd kiszámítottuk az átlagos fertőződési koefficiens (ACI) értékét (Stubbs és mtsai 1986).

2. táblázat

A markerszelekcióra használt DNS-markerek

Lr gén	Marker	Marker típus	A felszaporított termék mérete (bp)	Irodalmi forrás
Lr9	J13/1, J13/2	STS	1100	Schachermayr és mtsai 1994
Lr24	SC-H5/1, SC-H5/2	SCAR	700	Dedryver és mtsai 1996
Lr25	LR25F20, Lr25R19	SCAR	1800	Procunier (WheatCAP)
Lr29	UBC219	RAPD	1000	Procunier és mtsai 1995
Lr35	SR39 F2/R3	STS	900	Gold és mtsai 2002
Lr37	SC-Y15 F/R	SCAR	580	Robert és mtsai 1999

A markerszelekcióval párhuzamosan az üvegházban kétleveles korban a szántóföldi tesztelésre használt fertőzőanyaggal inokuláltuk a BC program növényeit, majd megfigyeltük a növényegyedek reakcióját (Stubbs és mtsai, 1986).

Dihaploid program

A potenciálisan több rezisztenciagént hordozó növényekből portoktenyészettel dihaploid növényeket állítottunk elő. A portokokat MN6 folyékony indukciós táptalajra helyeztük (Chu és mtsai 1990). A tenyészeteket 29 °C-on 30 napon át sötétben neveltük, majd az embriogén struktúrákat 0,09 M szacharózt tartalmazó 190-2 regenerációs táptalajra tettük (Zhuang és Xu 1983). A növényregeneráció 16 órás megvilágításban 26 °C-os hőmérsékleten történt. A zöld növényeket 0,03 M szacharózzal kiegészített hormonmentes 190-2 táptalajt tartalmazó egyedi üvegcsövekbe helyeztük és a növényeket 6 héten át vernalizáltuk. A kolhichinkezelést a vernalizációt követően végeztük el, majd a növényeket cserepekbe ültettük és üvegházban felneveltük.

Eredmények és következtetések

A levélrozsda-rezisztenciagének hatékonysága

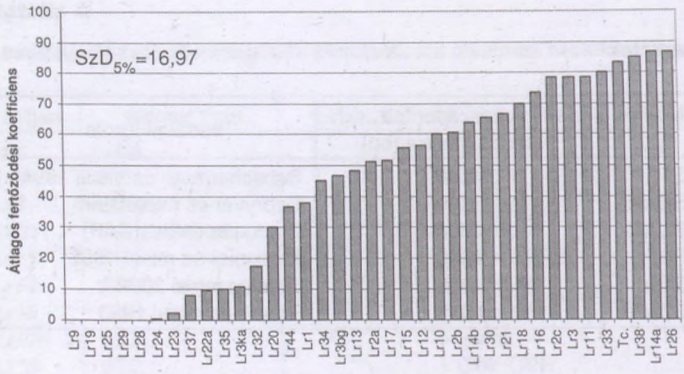
A nagygénes levélrozsda-rezisztencia hatékonyságának megállapítására évtizedek óta vizsgáljuk ismert Lr gént hordozó búzagenotípusok szántóföldi ellenállóságát. A kísérletekbe minden évben elvetjük a 'Thatcher' alapú közelizogén törzseket (NIL), melyek mindegyike egy-egy rezisztenciagént vagy allélt hordoz. Az utóbbi 6 évben a martonvásári mesterségesen fertőzött tenyészkertben megfigyelt levélrozsda-fertőzöttségi adatok alapján számított átlagos ACI értékeket az *1. ábrán* ismertetjük.

Az intézetünkben végzett vizsgálatok eredménye szerint NIL-ek közül még 6 törzs egyáltalán nem, vagy mindössze nyomokban fertőződik levélrozsdával. Az *Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr28* és *Lr29* gént hordozó búzatörzsek levélrozsda-ellenállósága kiváló volt az elmúlt 6 év átlagában Martonvásáron, de további 5 gén (*Lr3ka, Lr22a, Lr23, Lr35* és *Lr37*) fertőzöttsége sem tért el szignifikánsan a 0-s értéktől. Valamennyi törzs közül az *Lr26* gént hordozó NIL fertőződött a legerősebben.

Szántóföldi, mesterségesen fertőzött kísérleteink alapján Magyarország területén még mindig több *Lr* gén van, amely teljes vagy kiváló szintű védelmet tud nyújtani a kórokozó támadásával szemben. E gének közül 6 beépítését kezdtük meg martonvásári búzafajtákba.

Markerszelekció és génpiramidálás

A keresztezési programban forrásként használt 'Thatcher'-alapú NIL-ek agronómiai tulajdonságai magyarországi körülmények között kedvezőtlenek, de a legtöbb esetben ezek jelentették az egyetlen elérhető rezisztenciagén-forrást. Az *Lr37* gént hordozó 'Renan' francia fajta fenotípusa közelebb áll a magyar fajtákéhoz. Markerrel támogatott visszakeresztezési programot indítottunk, melynek során 4 martonvásári fajtába kezdtük meg a rezisztenciagének beépí-



1. ábra. 'Thatcher' alapú közel-izogén törzsek átlagos fertőződési koefficiense (Martonvásár, 6 év átlaga)

tését. Elsőként az *Lr9, Lr24, Lr25* és az *Lr29* génekkel hoztunk létre kombinációkat, majd a programot kibővítettük két felnőttkori rezisztenciát kódoló *Lr* génnel (*Lr35* és *Lr37*). A kiválasztott *Lr* gének mindegyike jelenleg még kiváló vagy jó szintű védelmet nyújt a hazai levélrozsda populációval szemben. A markerszelekciós programunkban szereplő négy martonvásári nemesítésű fajta jó agronómiai és beltartalmi tulajdonságú, levélrozsda-rezisztenciájuk azonban javítható. Az 'Mv Pálma', 'Mv Emma' és 'Mv Madrigál' fogékony, az 'Mv Magvas' pedig mérsékelten rezisztens e kórokozóval szemben.

A PCR reakciók körülményeinek optimalizálása után valamennyi primer működött, így a hasadó nemzedékekben el tudtuk végezni a markerszelekciót. Eddig BC_2–BC_6 generációjú törzseket hoztunk létre a különböző kombinációkból. A BC_5 és BC_6 generációjú törzsek agronómiai tulajdonságai már hasonlóak a martonvásári szülőpartneréhez. Mivel a vizsgálatok során használt markerek kapcsoltsága a rezisztenciagénnel nem teljes, az Lr gének markerszelekcióját minden esetben kiegészítettük fenotípusos vizsgálattal is. Kizárólag a levélrozsda-ellenálló és egyben a megfelelő rezisztenciagént hordozó növényegyedeket használtuk fel a következő BC nemzedék létrehozására.

Mivel egy-egy *Lr* gén önmagában történő felhasználása magában hordozza a genetikai sebezhetőség veszélyét, megkezdtük a különböző géneket hordozó törzsek kombinálását (piramidálás). E munkával egyszerre több rezisztenciagént hordozó genotípusok létrehozása a cél, melyeknek várhatóan az egy-egy gént hordozó törzsekénél tartósabb lehet a levélrozsda-ellenállóságuk. Eddig a négy martonvásári fajtával összesen 11 piramidált génkombinációt hoztunk létre. A kombinációkból portoktenyészetet használva dihaploid programot indítottunk a génkombinációk stabilizálására. A kombinációk többségében jelenleg folyik a DH növények felnevelése. Eddig 3 kombináció esetén azonosítottunk olyan növényegyedeket, melyek stabil kombinációban mindkét *Lr* gént hordozzák ('Mv Emma' *Lr9+Lr24*, 'Mv Pálma' *Lr9+Lr24* és 'Mv Pálma' *Lr9+Lr29*).

Célunk e programmal a magyarországi körülményekhez alkalmazkodott, az eredeti donor fajtákénál sokkal jobb agronómiai tulajdonságú források létrehozása. A különböző *Lr* géneket hordozó, azonos rekurrens fajtára visszavezethető közel-izogén törzseket egymással keresztezve genotípus szinten piramidálhatók a rezisztenciagének (Nelson 1978), vagy a törzseket keverve multiline fajták is előállíthatók (Browning és Frey 1969). A multiline koncepció tovább finomítható a 'keverd össze és feleltesd meg' megközelítés (Pink és Puddephat 1999) alkalmazásával, mely szerint a multiline fajta populációját a törzsekből a kórokozó populáció virulenciájának figyelembevételével állítják össze.

A programmal nem lehet célunk egy-egy rezisztenciagént hordozó törzs fajtaként történő hasznosítása. Szinte valamennyi *Lr* génre azonosítottak már virulenciát a világ valamelyik búzatermesztő régiójában (McIntosh és mtsai 1995). Várható, hogy ha valamely, ma még hatékony rezisztenciagént hordozó törzset nagyobb területen kezdenének termeszteni, a virulens patotípusok rövid időn belül felszaporodnának a kórokozó populációban. Ez az 'boom and boost' ('robbanás és kipufogás') ciklus jól nyomon követhető az *Lr26* rezisztenciagén hazai példáján. Az 1970-es években kiváló alkalmazkodó- és termőképességük révén rövid időn

belül nagy termőterületet foglaltak el az 1B/1R transzlokációt és ezen a *Pm8* lisztharmat, az *Lr26* levélrozsda, az *Sr31* szárrozsda- és az *Yr9* sárgarozsda-rezisztenciagént hordozó fajták (Avrora és a Kavkaz). A búzalisztharmat-populációban a fajták elismerését követő 4. évben a *Pm8* génre már 40%-os volt a virulencia. A lisztharmat-rezisztencia letörését rövid időn belül a levélrozsda-rezisztencia elvesztése is követte (Szunics és mtsai 1991). Mivel az *Lr26* génű fajták aránya még jelenleg is számottevő Magyarországon, a virulencia továbbra is igen elterjedt a levélrozsda-populációban.

A markerszelekcióban használt módszerek többsége laboratóriumunkban egyszerűen adaptálhatónak bizonyult. Kivételt jelentett ez alól az *Lr9* gén kimutatására alkalmas STS marker (Schachermayr és mtsai 1994), mely a reakcióelegy összetételének és a PCR reakció körülményeinek többszöri megváltoztatása után működött csak, de az eredmények még így is nehezen voltak ismételhetők. Hasonló tapasztalatról számolt be Gupta és mtsai (2005) és ennek hatására egy új SCAR markert tervezett, mely saját kísérleteinkben is a korábbi markernél megbízhatóbban működött. E marker alapján a University of Dundee kutatóival közösen egy nagy mintaszámú vizsgálatokra és a heterozigóta növényegyedek azonosítására alkalmas, így a rezisztenciára nemesítésben hatékonyan használható kodomináns markerrendszert fejlesztettünk ki (Vida és mtsai 2009).

Eddigi tapasztalataink alapján az *Lr* génekkel szorosan kapcsolt markerek egyszerűen és hatékonyan használhatók a markerrel támogatott visszakeresztezési programokban. Mivel a markerek és a rezisztenciagének közötti kapcsoltság nem teljes, folyamatos fenotípusos ellenőrzésre van szükség a megfelelő szülői genotípusok kiválasztásához.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a *BioExploit FP6* és az *AGRISAFE* pályázat keretében az Európai Unió, továbbá a *Plant Resource NAP_BIO_06* és a *DTR_2007 Jedlik* pályázat keretében *a Kutatási és Technológiai Innovációs Alapból a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal*, valamint a *Kutatás-fejlesztési Pályázati és Kutatáshasznosítási Iroda* támogatta.

IRODALOM

Bansal, U.K., Hayden, M.J., Venkata, B.P. et al. (2008): Genetic mapping of adult plant leaf rust resistance genes *Lr48* and *Lr49* in common wheat. Theor. Appl. Genet., 117: 307–312.

Barabás Z. és **Matuz J.** (1983): A levélrozsda és a lisztharmat epidémia, illetve különféle rezisztenciatípusok befolyása őszi búza genotípusok termésére. Növénytermelés, 32: 193–207.

Bremenkamp-Barrett, B., Faris, J.D. and **Fellers, J.P.** (2008): Molecular mapping of the leaf rust resistance gene *Lr17a* in wheat. Crop Sci., 48: 1124–1128.

Brown-Guerdira G.L., Singh S. and **Fritz A.K.** (2003): Performance and mapping of leaf rust resistance to wheat from *Triticum timopheevii* subsp. *armeniacum*. Phytopathol 93: 784–789.

Browning, J.A. and Frey, K.J. (1969): Multiline cultivars as a means of disease control. Annu. Rev. Phytopathol., 7: 355–382.

Cherukuri, D.P., Gupta, S.K., Charpe, A. et al. (2005): Molecular mapping of *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene *Lr28* in wheat. Euphytica 143: 19–26.

Chu, C.C., Hill, R.D. and **Brule-Babel, A.L.** (1990): High frequency of pollen embryoid formation and plant regeneration in *Triticum aestivum* L. on monosaccharide containing media. Plant Sci., 66: 255–262.

Danna, C.H., Sacco, F., Ingala, L.R. et al. (2002): Cloning and mapping of genes involved in wheat-leaf rust interaction through gene-expression analysis using chromosome-deleted near-isogenic wheat lines. Theor. Appl. Genet., 105: 972–979.

Dedryver, F., Jubier, M. F., Thouvenin, J. et al. (1996): Molecular markers linked to the leaf rust resistance gene *Lr24* in different wheat cultivars. Genome,.39: 830–835.

Feuillet, C., Travella, S., Stein, N. et al. (2003): Map-based isolation of the leaf rust disease resistance gene *Lr10* from the hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) genome. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 100: 15253–15258.

Gold, J., Harder, D., Townley-Smith, F. et al. (2002): Development of molecular marker for rust resistance genes *Sr39* and *Lr35* in wheat breeding

lines. http://www.ejbiotechnology.cl/content/vol2/issue1/ full/1/index.html.

Gupta, S.K., Charpe, A., Koul, S. et al. (2005): Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulata*-derived leaf-rust-resistance gene, *Lr9*, for marker-assisted selection in bread wheat. Genome, 48: 823–830.

Helguera, M., Khan, I.A. and **Dubcovsky, J.** (2000): Development of PCR markers for the wheat leaf rust resistance gene *Lr47*. Theor. Appl. Genet., 100: 1137–1143.

Helguera, M., Khan, I.A., Kolmer, J. et al. (2003): PCR assays for the *Lr37-Yr17-Sr38* cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. Crop Sci., 43: 1839–1847.

Helguera, M., Vanzetti, L., Soria, M. et al. (2005) PCR markers for *Triticum speltoides* leaf rust resistance gene *Lr51* and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. Crop Sci., 45: 728–734.

Herrera-Foessel, S.A., Djurle, A., Yuen, J. et al. (2007): Identification and molecular characterization of leaf rust resistance gene *Lr14a* in durum wheat. Plant Dis., 92: 469–473.

Hiebert, C.W., Thomas, J.B., McCallum, B.D. et al. (2008): Genetic mapping of the wheat leaf rust resistance gene *Lr60* (*LrW2*). Crop Sci., 48: 1020–1026.

Hiebert, C.W., Thomas, J.B., Somers, D.J. et al. (2007): Microsatellite mapping of adult-plant resistance gene *Lr22a* in wheat. Theor. Appl. Genet., 115: 877–884.

Huang, L. and Gill B.S. (2001): An RGA-like marker detects all known Lr21 leaf rust resistance gene family members in *Aegilops tauschii* and wheat. Theor. Appl. Genet., 103: 1007–1013.

Khan, R.R., Bariana, H.S., Dholakia, B.B. et al. (2005): Molecular mapping of stem and leaf rust resistance in wheat. Theor. Appl. Genet., 111: 846–850.

Kolmer, J. (2009): Personal communication, in: McIntosh R.A., Dubcovsky J., Rogers W.J., Morris C., Appels R., Xia X.C.: Catalogue of gene symbols for wheat: 2009 supplement. Annual Wheat Newsletter, 55: 256–278.

Kuraparthy, V., Sood, S., Chhuneja, P. et al. (2007): A cryptic wheat-*Aegilops triuncialis* translocation with leaf rust resistance gene Lr58. Crop Sci., 47: 1995–2003.

Lagudah, E.S., McFadden, H., Singh, R.P. et al. (2006): Molecular genetic characterization of the *Lr34/Yr18* slow rusting resistance gene region in wheat. Theor. Appl. Genet., 114: 21–30.

Leonova, I.N., Laikova, L.I., Popova, O.M. et al. (2007): Detection of quantitative trait loci for leaf rust resistance in wheat-T. timopheevii / T. tauschii introgression lines. Euphytica, 155: 79–86.

Mateos-Hernandez, M., Singh, R., Hulbert, S.H. et al. (2006): Targeted mapping of ESTs linked to the adult plant resistance gene *Lr46* in wheat using synteny with rice. Funct. Integr. Genomics, 6: 122–131.

McCartney, C.A., Somers, D.J., McCallum, B.D. et al. (2005): Microsatellite tagging of the leaf rust resistance gene *Lr16* on wheat chromosome 2BSc. Mol. Breeding, 15: 329–337.

McIntosh, R.A., Dubcovsky, J., Rogers, W.J. et al. (2009): Catalogue of gene symbols for wheat: 2009 supplement. Annual Wheat Newsletter, 55: 256–278.

McIntosh, R.A., Wellings, C.R. and **Park, R.F.** (1995): Wheat rusts – an atlas of resistance genes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London

Mago, R., Miah, H., Lawrence G.J. et al. (2005): High-resolution mapping and mutation analysis separate the rust resistance genes *Sr31*, *Lr26* and *Yr9* on the short arm of rye chromosome 1. Theor Appl Genet 112: 41–50.

Mebrate, S.A., Oerke, E.C., Dehne, H.W. et al. (2008): Mapping of the leaf rust resistance gene *Lr38* on wheat chromosome arm 6DL using SSR markers. Euphytica, 162: 457–466.

Messmer, MM, Seyfarth, R, Keller, M. et al. (2000): Genetic analysis of durable leaf resistance in winter wheat. Theor. Appl. Genet., 100: 419–431.

Nelson, R.R. (1978): Genetics of horizontal resistance to plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol. 16: 359–378.

Pink, D. and Puddephat, I. (1999): Deployment of disease resistance genes by plant transformation – a 'mix and match' approach. Trends Plant Sci., 4: 71–75.

Prabhu, K.V., Gupta, S.K., Charpe, A. et al. (2004): SCAR marker tagged to the alien leaf rust resistance gene *Lr19* uniquely marking the *Agropyron elongatum* gene Lr24 in wheat: a revision. Plant Breeding, 123: 417–420.

Prins, R., Groenewald, J.Z., Marais, G.F. et al. (2001): AFLP and STS tagging of *Lr19*, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat. Theor. Appl. Genet., 103: 618–624.

Procunier, D. (WheatCAP): Disease resistance. Leaf Rust Resistance *Lr29–Lr25*. http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/ Lr29/index.htm

Procunier, J.D., Townely-Smith, T.F., Fox, S. et al. (1995): PCR-based RAPD/DGGE markers linked to leaf

rust resistance genes *Lr29* and *Lr25* in wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Genet. Breeding, 49: 87–92.

Qiu, J.W., Schurch, A.C., Yahiaoui, N. et al. (2007): Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene *Lr1* of wheat. Theor. Appl. Genet., 115: 159–168.

Raupp, W.J., Sukhwinder-Singh, Brown-Guerdira, G.L. et al. (2001): Cytogenetic and molecular mapping of the leaf rust resistance gene *Lr39* in wheat. Theor. Appl. Genet., 102: 347–352.

Robert, O., Dedryver, F., Rolland, B. et al. (2000): Relationships between molecular identification of the gene *Yr17* and adult plant resistance against stripe and leaf rust in bread wheat varieties. Acta Phytopathol. Entomol. Hung., 35: 59–63.

Rogers, O.S. and Bendich, J.A. (1985): Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. Plant Mol. Biol., 5: 69–76.

Schachermayr, G., Siedler, H., Gale, D.M. et al. (1994): Identification and localization of molecular markers linked to the *Lr9* leaf rust resistance gene of wheat. Theor. Appl. Genet., 88: 110–115.

Seyfarth R., Feuillet C., Schachermayr G. et al. (1999): Development of a molecular marker for the adult plant leaf rust resistance gene *Lr35* in wheat. Theor. Appl. Genet., 99: 554–560.

Stubbs, R.W., Prescott, E.E., Saari, E.E. et al. (1986): Cereal disease methodology manual. CIMMYT, Mexico

Szunics L., Szunics Lu. és **Balla L.** (1991): Termesztett lisztharmat- és rozsdarezisztens búzafajták hatása a kórokozókra. Növénytermelés, 40: 395–404.

Tar, M., Purnhauser, L. and **Csősz, M.** (2008): Identification and localization of molecular markers linked to the *Lr52* leaf rust resistance gene of wheat. Cereal Res Commun 36: 409–415.

Van der Plank, J. E. (1968): Disease resistance in plants. Academic Press, New York – London

Vida, G., Gál, M., Uhrin, A. et al. (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. Euphytica, 170: 67–76.

Xu, X.Y., Bai, G.H., Carver, B.F. et al. (2005): Mapping of QTLs prolonging the latent period of *Puccinia triticina* infection in wheat. Theor. Appl. Genet., 110: 244–251.

Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., 14: 415–421.

Zhuang, J.J. and **Xu, J.** (1983). Increasing differentiation frequencies in wheat pollen callus. In: Hu H, Vega MR (eds) Cell and Tissue Culture Techniques for Cereal Crop Improvement. Science Press, Beijing, 431–448.

APPLICATION OF MARKER ASSISTED SELECTION IN WHEAT BREEDING FOR LEAF RUST RESISTANCE

G. Vida, M. Gál, A. Uhrin, I. Karsai, O. Veisz, L. Láng and **Z. Bedő**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

The breeding and cultivation of resistant wheat varieties is an effective way of controlling leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.). The use of molecular markers facilitates the incorporation of the major leaf rust resistance genes (Lr genes) responsible for resistance into new varieties and the pyramiding of these genes. Marker-assisted selection was used to incorporate the *Lr* genes currently effective in Hungary (*Lr9, Lr24, Lr25, Lr29, Lr35* and *Lr37*) into winter wheat varieties. The *Lr* genes were identified using STS, SCAR and RAPD markers closely linked to them. Investigations were made on how these markers could be utilised in plant breeding, and near-isogenic lines resembling the recurrent variety but each containing a different *Lr* gene were developed to form the initial stock for the pyramiding of resistance genes or creating multiline varieties.

LR1 ÉS *LR10* LEVÉLROZSDA-REZISZTENCIAGÉNEK KIMUTATÁSA MOLEKULÁRIS MARKEREKKEL A MARTONVÁSÁRI BÚZAFAJTÁKBAN (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Kiss Tibor, Gulyás Gergely, Vida Gyula, Mészáros Klára, Karsai Ildikó, Láng László és **Bedő Zoltán**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Kísérleteinkben az Lr1 és Lr10 gének jelenlétét vizsgáltuk 72 martonvásári (Mv) őszi búzafajtában, molekuláris markerek felhasználásával. Az eredmények alapján elmondható, hogy az Lr1 és Lr10 levélrozsda-rezisztenciagének jelen vannak bizonyos martonvásári nemesítési anyagokban (a vizsgált genotípusok 32%-ában), felhasználásuk azonban önmagukban és egymással kombinálva sem nyújt hatékony védelmet a kórokozó támadásával szemben. Az Lr1 gén a vizsgált genotípusoknak 15%-ában fordult elő, az Lr10 gén a fajták 21%-ában volt kimutatható. A vizsgálatba bevont martonvásári búzafajták közül háromban találtuk meg mindkét gént. Az Lr10 gént tartalmazó fajták kevésbé bizonyultak fogékonynak, mint azok, amelyekben az Lr1 gén van jelen. Több búzafajtáról elmondható, hogy amelyik tartalmazta az Lr1-es vagy Lr10-es gént, azok mérsékelten ellenállóak, illetve mérsékelten fogékonyak voltak. E fajták levélrozsda-rezisztenciáját valószínűsíthetően egyéb Lr-gének okozzák.

A búza nem csak a világon, hanem Magyarországon is az egyik legfontosabb gabonanövény. Hazánkban 2,9 millió hektáron termelnek gabonafélét, ebből 1,1–1,2 millió ha az őszi búza vetésterülete. Ezért a búzatermesztésnek stratégiai jelentősége van, mind gazdasági, mind élelmiszer-ellátási vonatkozásban. A növénynemesítők elé új kihívásokat állít a globális klímaváltozás negatív hatása. Különösen fontos problémát jelenthet a kórokozók és kártevők megjelenése és elterjedése. A nemesítők a klasszikus nemesítési eljárások mellé egyre inkább beillesztik a molekuláris növénynemesítési módszereket is. Fontos, hogy a két nemesítési irányvonal nem egymást kizáró technológiai alkalmazásokat jelent (Widholm 2001). Mindkét esetben a fő cél az, hogy növeljék a termésbiztonságot, a kórokozókkal és a kártevőkkel szembeni ellenállóságot, javítsák a termés minőségét, és fokozzák a növények stressztűrését. E feladatok közül is kiemelendő a búzafajták rozsdabetegségekkel szembeni rezisztenciájának javítása, mivel e kórokozók az ezerszemtömeg-csökkenésén keresztül 10–30%-os terméskiesést is okozhatnak (Urbanovich és mtsai 2006).

A búza egyik legfontosabb gombás betegsége mind Európában, mind a világ egyéb gabonatermesztő régióiban a *Puccinia triticina* által okozott levélrozsda. Fertőzésére szinte minden évben számítani kell hazánk területén is (Manninger S.-né 2008). Az ellene való védekezésre szánt fungicid permetezőszerek megnövelik a növénytermesztők költségeit, túlzott mennyiségű kijuttatásuk pedig fölösleges környezetterhelést okozhat. Ezekre nyújthat megoldást a levélrozsda-rezisztenciagének (*Lr*) bevitele és komplex beépítése (piramidálása) a különböző búzafajtákba. Eddig több mint 60 különböző ilyen gént írtak le, melyek a búzából vagy valamelyik rokon fajból származtak (McIntosh és mtsai 2003). E gének közül napjainkig 21-re fejlesztettek ki molekuláris markert, melyek főleg STS, SCAR, CAPS és SSR típusúak (Chełkowski és mtsai 2003, Cherukuri és mtsai 2003, 2005, Błaszczyk és mtsai 2004, Prabhu és mtsai 2004, Gupta és mtsai 2005a,b, 2006, Helguera és mtsai 2005, Hiebert és mtsai 2005, Mago és mtsai 2005, Obert és mtsai 2005). Ezekkel és más egyéb markerekkel is lehetőségünk van molekuláris szintű géntérképezésre, a

genetikai variabilitás meghatározására, a marker és a gén szoros kapcsoltsága esetén a gén klónozására, sőt korai szelekciót is elvégezhetünk a populációnkban a visszakeresztezések előtt. A molekuláris markerekkel végzett szelekció (marker assisted selection, MAS) a molekuláris növénynemesítés egyik fő módszerévé vált, mivel a nemesítő a genotípus alapján választhatja ki a megfelelő egyedeket, és elvégezheti a hasadó populációk szelekcióját, így a visszakeresztezésre fordítandó idő lényegesen lerövidülhet.

Az *Lr1* levélrozsdagén a búza 5DL, az *Lr10* az 1AS kromoszómáján helyezkedik el (Qiu és mtsai 2007, Feuillet és mtsai 2003). Az *Lr1* gént elsőként Ausemus és mtsai (1946) írták le. Ezután megtalálták a Malakoff fajtában is (Dyck és Samborski 1968), jelenleg pedig már számos búzafajtában kimutatható. Az *Lr10* gén szerkezetét először Schachermayr és munkatársai (1997) ismertették. E két gén más *Lr*-génekkel kombinálva hasznos lehet a rezisztencianemesítésben (McIntosh és mtsai 1995), mivel a levélrozsda-populáció virulenciája folyamatosan változik. Az elmúlt 50 évben a hazai levélrozsda-gomba-populációban a vezető szerepet a termesztett fajták rezisztenciagénjeire virulens 20-as, 77-es, 61-es, 12-es és 6-os rasszok egymást váltva töltötték be (Manninger S.-né 2008).

A növénynemesítők a molekuláris marker szelekciót alkalmazva könnyen és gyorsan juthatnak információhoz egy adott fajtában vagy nemesítési törzsben jelenlévő rezisztenciagénekről. Ez az információ megkönnyítheti a szülőpartnerek és e rezisztens törzsek kiválasztását, és hozzájárulhat a nemesítés hatékonyabbá tételéhez.

Anyag és módszer

Kísérleteinkben az *Lr1* és *Lr10* gének jelenlétét vizsgáltuk 72 martonvásári (Mv) őszi búzafajtában, molekuláris markerek felhasználásával *(3. táblázat)*. A gének kimutatását az *1. táblázatban* feltüntetett primer párokkal végeztük el.

A vizsgálatainkhoz szükséges növényi anyagokat egyrészt az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (MGKI) kalászos gabona génbankjából, másrészt pedig az intézet szántóföldi kísérleti parcelláiról szereztük be. A génbankból származó magokat üvegházba ültettük ki, majd 2–3 hét elteltével vettünk róluk mintát.

A genomiális DNS kivonáshoz felhasznált friss hajtásrészeket (100 mg) folyékony nitrogénnel tártuk fel, melyhez Dneasy® Plant Mini Kit (Qiagen) puffereit és a gyártó által megadott módszert alkalmaztuk. A kivont DNS-eket a felhasználásig –20 °C-on tároltuk.

A vizsgálatokhoz 15 µl végtérfogatú oldatot mértünk össze a következő anyagok felhasználásával: 2 µl 20 ng/µl DNS, 2,5 µl PCR puffer, 1,25 µl $MgCl_2$, 0,2 µl dNTP, 0,15 µl primer és 0,05 µl DNS polimeráz (Promega). Az amplifikációt GeneAmp® PCR System 9700-as gépeken végeztük el, a *2. táblázatban* feltüntetett hőmérsékleti és ciklusparaméterek mellett.

A polimeráz-láncreakció (PCR) során felszaporított termékeket 1,0%-os agarózgélen választottuk el 0,5x TBE pufferben, etidium-bromid hozzáadásával. A gélkép láthatóvá tételéhez és fotózásához a FLUOR-S™ MULTILMAGER (BIO-RAD) berendezést használtuk.

A búzafajtáink vörösrozsda-rezisztenciát mesterségesen kijuttatott uredospóra-szuszpen-

1. táblázat

A kísérlet során használt markerek főbb paraméterei

Gén	Marker	Marker típusa	Primer szekvencia (5'– 3')	A felszaporított fragmentumok mérete	Referencia
Lr1	WR003F WR003R	RGA*	GGGACAGAGACCTTGGTGGA GACGATGATGATTTGCTGCTGG	760 bp	Qiu és mtsai (2007)
Lr10	ThLr10H ThLr10G	Functional**	TGTAGAACCGTGCCTTAC GCTCTTCTAACGGGGATC	550 bp	Feuillet és mtsai (2003)

* RGA = rezisztens gén analóg

** Funkcionális marker

2. táblázat

A reakciók pontos működéséhez optimalizált ciklusszámok és hőmérsékleti adatok

Gén	Ciklus paraméterek
Lr1	95 °C – 5 perc; 30 ciklus (95 °C – 1 perc; 58 °C – 1 perc; 72 °C – 1 perc); 72 °C – 5 perc
Lr10	94 °C – 4 perc; 30 ciklus (94 °C – 1 perc; 60 °C – 1 perc; 72 °C – 2 perc); 72 °C – 5 perc

zióval teszteltük (Vida és mtsai 2008). A betegség teljes kifejlődésekor meghatároztuk a levélfelület borítottságát (százalékban) és a növény reakciótípusát (fogékonytól a rezisztensig). A két érték alapján kiszámítottuk az átlagos fertőzési koefficienseket (ACI) Stubbs és mtsai (1986) alapján, melyeket a statisztikai számításhoz használtunk.

A fajták 2004., 2005., 2006., 2008. és 2009. évi átlagos fertőzési koefficiens adatait összevetettük a markerszelekció során kapott értékekkel, melyhez kétmintás t-próbát (egyenlő szórásnégyzeteknél) alkalmaztunk (Sváb 1981).

Eredmények és megvitatásuk

A molekuláris markervizsgálatok eredményeit a *3. táblázatban* foglaltuk össze. Ezek alapján elmondható, hogy az *Lr1* gén a vizsgált genotípusok 15%-ában fordult elő, az *Lr10* gén pedig a fajták 21%-ában volt kimutatható. A vizsgálatba bevont martonvásári búzafajták közül háromban (Mv Matador, Mv Hombár, Mv Laura) találtuk meg mindkét gént. A két gén kimutatását 17 búzafajtán tesztelve a *2/a* és a *2/b ábrán* mutatjuk be. A molekuláris és a fenotípusos értékek összevetése azt mutatja, hogy a levélrozsda-rezisztencia mértéke nem korrelál azzal, hogy az adott fajta hordozza-e vagy sem a vizsgált két gén valamelyikét. Több búzafajtáról elmondható, hogy amelyik tartalmazta az *Lr1*-es vagy *Lr10*-es gént, azok mérsékelten ellenállóak, illetve mérsékelten fogékonyak voltak. E fajták rezisztenciáját valószínűsíthetően egyéb *Lr*-gének okozzák, mivel az Mv Hombár és az Mv Matador fajták mindkét gént hordozzák, mégis fogékonyak a levélrozsdával szemben. Az *Lr10* gént tartalmazó fajták kevésbé bizonyultak fogékonynak, mint azok, amelyekben az *Lr1* gén van jelen. Mindez jól látható az *1. ábrán*, illetve a kétmintás t-próbák eredményei is ezt támasztják alá. Tehát az *Lr*10 gént tartalmazó fajták többnyire ellenállóbbak a levélrozsdával szemben, és ebben az esetben a t-érték szignifikáns eltérést mutatott (P=0,10) az *Lr10*-es gént nem hordozó fajtákkal szemben. Az *Lr1* rezisztenciagént tartalmazó fajták közül a legkisebb ACI értékű az Mv Magvas (5,2), a legfogékonyabb fajta 94-es ACI értékkel az Mv Madrigál. Ez a paraméter az *Lr10*-es gént hordozó genotípusok esetében 1,7 és 74 között változott. Rezisztensnek az Mv Béres, az Mv

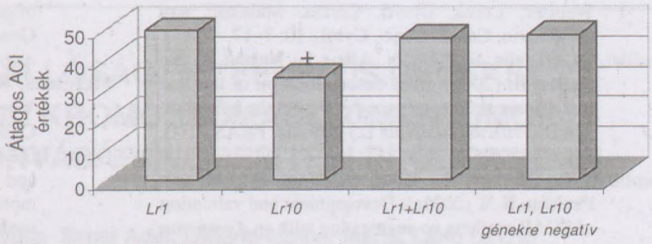
3. táblázat

A vizsgált fajták molekuláris eredményei

Gén	Fajta
Lr1, Lr10 génekre negatív	Mv 2, Mv 4, Mv 5, Mv 6, Mv 7, Mv 8, Mv 9, Mv 10, Mv 11, Mv 12, Mv 15, Mv 16, Mv 18, Mv 19, Mv 20, Mv 21, Mv 22, Mv 23, Mv 25, Mv Koma, Mv Optima, Mv Magma, Mv Palma, Mv Emma, Mv Vilma, Mv Szigma, Mv Magdaléna, Mv Csárdás, Mv Dalma, Mv Mariska, Mv Marsall, Mv Amanda, Mv Panna, Mv Verbunkos, Mv Piroska, Mv Süveges, Mv Suba, Mv Ködmön, Mv Toborzó, Mv Walzer, Mv Matyó, Mv Vekni, Mv Regiment, Mv Táltos, Mv Kolo, Mv Lucia, Mv Zelma, Mv Bodri, Mv Toldi
Lr1	Mv 17, Mv Irma, Mv Madrigál, Mv Matador, Mv Summa, Mv Magvas, Mv Mezőföld, Mv Tamara, Mv Mazurka, Mv Hombár, Mv Laura
Lr10	Mv 13, Mv Matador, Mv Martina, Mv Kucsma, Mv Emese, Mv Palotás, Mv Prizma, Mv Matild, Mv Mambo, Mv Béres, Mv Garmada, Mv Hombár, Mv Gorsium, Mv Kemence, Mv Laura
Lr1+Lr10	Mv Matador, Mv Hombár, Mv Laura

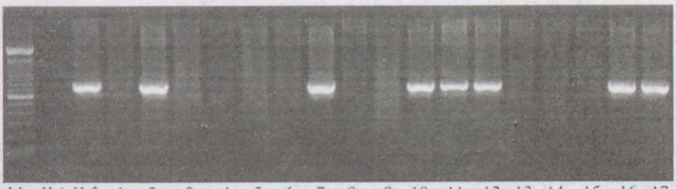
Laura, az Mv Martina és a Martonvásári 13 mutatkozott, de ezek közül is kiemelkedik az Mv Béres és az Mv Martina, melyek átlagos fertőzési koefficiens értékei 1,7, illetve 8. A mindkét gént tartalmazó fajták közül az Mv Laurának 12-es ACI értéke van.

Az eredmények alapján elmondható, hogy az *Lr1* és *Lr10* levélrozsda-rezisztenciagének jelen vannak bizonyos martonvásári nemesítési anyagokban (a vizsgált genotípusok 32%-ában, *3. táblázat*), felhasználásuk azonban önmagukban és egymással kombinálva sem nyújt hatékony védelmet a kórokozó támadásával szemben. Ezt alátámasztják az *Lr* rezisztenciagént hordozó Thatcher alapú közelizogén törzsek levélrozsda-ellenállósági adatai is, mivel az *Lr1* és *Lr10* géneket hordozó törzsek ACI értéke 6 év átlagában 37,7, illetve 60,3 volt (Vida és mtsai 2008). Egyéb rezisztenciagénekkel kombinálva azonban hozzájárulhatnak a levélrozsda-ellenállóság tartósabbá tételéhez.

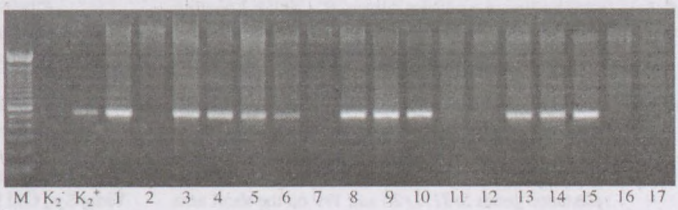


\+ P: 0,10 szinten szignifikáns

1. ábra. A fajták eloszlása a vizsgált gének és az átlagos fertőzési koefficiensek (ACI értékek) alapján



2/a ábra. Az Lr1 gén kimutatása néhány fajtán tesztelve a WR003F és WR003R markerek segítségével



2/b ábra. Az Lr10 gén kimutatása néhány fajtán tesztelve a ThLr10H és ThLr10G markerek segítségével

M: 100bp-os létra, K: kontroll (K_1^-: Sunland, K_1^+: Waldron, K2$^-$: Agra, K_2^+: Hunter), 1: Mv 13, 2: Mv 17, 3: Mv Béres, 4: Mv Emese, 5: Mv Garmada, 6: Mv Gorsium, 7: Mv Irma, 8: Mv Kemence, 9: Mv Kucsma, 10: Mv Laura, 11: Mv Madrigál, 12: Mv Magvas, 13: Mv Mambo, 14: Mv Martina, 15: Mv Matild, 16: Mv Mazurka, 17: Mv Mezőföld

Köszönetnyilvánítás

A kísérleteket az *AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1* illetve az *OMFB-00515/2007* pályázat támogatta.

IRODALOM

Ausemus, E.R., Harrington, J.B., Reitz, L.P. and **Worzella, W.W.** (1946): A summary of genetic studies in hexaploid and tetraploid wheats. J. Am. Soc. Agron., 38: 1082–1099.

Błaszczyk, L., Chełkowski, J., Korzun, V., Kraic, J., Ordon, F., Ovesna, J., Purnhauser, L., Tar, M. and **Vida, G.** (2004): Verification of STS markers for leaf rust resistance genes of wheat by seven european laboratories. Cellular & Molecular Biology Letters, 9: 805–817.

Chełkowski, J., Golka, L. and **Stępień, Ł.** (2003): Application of STS markers for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Thatcher. J. App. Genet., 44: 323–338.

Cherukuri, D.P., Gupta, S.K., Charpe, A., Koul, S., Prabhu, K.V., Singh, R.B. and **Haq, Q.M.R.** (2005): Molecular mapping of Aegilops speltoides derived leaf rust resistance gene *Lr28* in wheat. Euphytica, 143: 19–26.

Cherukuri, D.P., Gupta, S.K., Charpe, A., Koul, S., Prabhu, K.V., Singh, R.B., Haq, Q.M.R. and **Chauhan, V.S.** (2003): Identification of a molecular marker linked to an *Agropyron elongatum*-de-rived gene *Lr19* for leaf rust resistance in wheat. Plant Breeding, 122: 204–208.

Dyck, P.L. and **Samborski, D.J.** (1968): Genetics of resistance to leaf rust in common wheat varieties

Webster, Loros, Brevit, Carina, Malakoff and Centenario, Can. J. Genet. Cytol., 10: 7–17.

Feuillet, C., Travella, S., Stein, N., Albar, L., Nublat, A. and **Keller, B.** (2003): Map-based isolation of the leaf rust disease resistance gene *Lr10* from the hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) genome. PNAS., 100: 15253–15258.

Gupta, S.K., Charpe, A., Koul, S., Haq, Q.M.R. and **Prabhu, K.V.** (2005a): Development and validation of SCAR markers co-segregating with an *Agropyron elongatum* derived leaf rust resistance gene *Lr24* in wheat. Euphytica, 150: 233–240.

Gupta, S.K., Charpe, A., Koul, S., Prabhu, K.V. and **Haq, Q.M.R.** (2005b): Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulata*-derived leaf-rust-resistance gene, *Lr9*, for marker-assisted selection in bread wheat. Genome, 48: 823–830.

Gupta, S.K., Prabhu, K.V. and **Haq, Q.M.R.** (2006): Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene *Lr19* in wheat. Theor. Appl. Genet., 113: 1027–1036.

Helguera, M., Vanzetti, L., Soria, M., Khan, I.A., Kolmer, J. and **Dubcovsky, J.** (2005): PCR markers for *Triticum speltoides* leaf rust resistance gene *Lr51* and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. Crop Sci., 45: 728–734.

Hiebert, C., Thomas, J. and **McCallum, B.** (2005): Locating the broad-spectrum wheat leaf rust resistance gene *Lr52* (*LrW*) to chromosome 5B by a new cytogenic method. Theor. Appl. Genet., 110: 1453–1457.

Mago, R., Miah, H., Lawrence, G.J., Wellings, C.R., Spielmeyer, W., Bariana, H.S., McIntosh, R.A., Pryor, A.J. and **Ellis, J.G.** (2005): High-resolution mapping and mutation analysis separate the rust resistance genes *Sr31*, *Lr26* and *Yr9* on the short arm of rye chromosome 1. Theor. Appl. Genet., 112: 41–50.

Manninger S.-né (2008): Búzán előforduló rozsdagombák virulenciaváltozásai Magyarországon. Növényvédelem, 44: 328–332.

McIntosh, R.A., Appels, R., Devos, K.M., Dubcovsky, J., Rogers, W.J. and **Yamazaki, Y.** (2003): Catalogue of gene symbols for wheat. Proc. 10th Intern. Wheat Genet. Symp., Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Roma, Italy, 4: 1–34.

McIntosh, R.A., Wellings, C.R. and **Park, R.F.** (1995): Wheat rust: An atlas of resistance genes. Melbourne: CSIRO.

Obert, D.E., Fritz, A.K., Moran, J.L., Singh, S., Rudd, J.C. and **Menz, M.A.** (2005): Identification and molecular tagging of a gene from PI 289824 conferring resistance to leaf rust *(Puccinia triticina)* in wheat. Theor. Appl. Genet., 110: 1439–1444.

Prabhu, K.V., Gupta, S.K., Charpe, A. and **Koul, S.** (2004): SCAR marker tagged to the alien leaf rust resistance gene *Lr19* uniquely marking the Agropyron elongatum-derived gene *Lr24* in wheat: a revision. Plant Breeding, 123: 417–420.

Qiu, J.W., Schürch, A.C., Yahiaoui, N., Dong, L.L., Fan, H.J., Zhang, Z.J., Keller, B. and **Ling, H.Q.** (2007): Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene *Lr1* of wheat. Theor. Appl. Genet., 115: 159–168.

Schachermayr, G., Feuillet, C. and **Keller, B.** (1997): Molecular markers for the detection of the wheat leaf rust resistance gene *Lr10* in diverse genetic backgrounds. Mol. Breed., 3: 65–74.

Stubbs, R.W., Prescott, E.E, Saari, E.E. and **Dubin, H.J.** (1986): Cereal disease methodology manual. CIMMYT, Mexico

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági kiadó, Budapest

Urbanovich, O.Yu., Malyshev, S.V., Dolmatovich, T.V. and **Kartel, N.A.** (2006): Identification of leaf rust resistance genes in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars using molecular markers. Russian Journal of Genetics, 42: 546–554.

Vida Gy., Gál M., Szunics L., Láng L., Bedő Z. és **Veisz O.** (2008): A búza rozsdagombákkal szembeni ellenállóságának javítása nemesítéssel. Növényvédelem, 44: 322–327.

Widholm, J. M. (2001): Plant Genetic Modification Technologies. In G. C. Nelson (Ed.), Genetically Modified Organisms in Agriculture, Academic Press, 275–282.

DETECTION OF LEAF RUST RESISTANCE GENES LR1 AND LR10 IN MARTONVÁSÁR WHEAT VARIETIES USING MOLECULAR MARKERS

T. Kiss, G. Gulyás, Gy. Vida, K. Mészáros, I. Karsai, L. Láng and Z. Bedő
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Molecular markers were used to detect the presence of the *Lr1* and *Lr10* genes in 72 winter wheat varieties from Martonvásár (Mv). These leaf rust resistance genes were found to be present in some of the Martonvásár breeding material (32% of the genotypes investigated), but they do not provide effective protection against the pathogen either alone or in combination. The *Lr1* gene was found in 15% of the genotypes examined, and the *Lr10* gene in 21%. Three of the Mv varieties included in the experiments contained both genes. Varieties carrying the *Lr10* gene proved to be more susceptible than those in which the *Lr1* gene was present. Several wheat varieties containing the *Lr1* or *Lr10* gene were found to be moderately resistant or moderately susceptible. The leaf rust resistance of these genotypes can probably be attributed to other *Lr* genes.

LEVÉLROZSDA-ELLENÁLLÓSÁGÉRT FELELŐS GÉNEKET HORDOZÓ IDEGEN FAJÚ KROMOSZÓMASZEGMENTUMOK KIMUTATÁSA A MARTONVÁSÁRI NEMESÍTÉSI PROGRAMBAN

Uhrin Andrea, Szakács Éva, Vida Gyula, Sepsi Adél, Lángné-Molnár Márta, Láng László és Bedő Zoltán
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A búza agronómiai tulajdonságai, elsősorban a különféle betegségekkel szembeni ellenállóképessége javítható a szélesebb genetikai alapokkal rendelkező növényi anyag nemesítésben való felhasználásával. A genetikai variabilitás növelésének egyik hatékony eszköze a búzával rokon fajokkal végzett keresztezés, mely során fajidegen egyedi kromoszómákat vihetünk a recipiens növénybe. A fajidegen kromoszómák hasznos agronómiai tulajdonságokat, például betegség-ellenállóságot növelő géneket hordozhatnak. Kísérleteinkben egyes ismert levélrozsda-rezisztenciagénekre specifikus markerekkel teszteltük az idegen fajokból származó kromoszómaszegmensek jelenlétét 220 búzagenotípusban. Emellett egy Martonvásáron előállított, a búza 6B helyett a Triticum timopheevii *6G kromoszómáját hordozó szubsztitúciós vonalat és annak szülői genotípusait vizsgáltuk molekuláris markerekkel, illetve citológiai módszerekkel. A specifikus markerekkel valamint a megfelelő* in situ *hibridizációs módszerekkel meg tudtuk különböztetni a* T. timopheevii *6G kromoszómáját a búza 6B kromoszómájától.*

Hazánkban az őszi búza vetésterületének nagysága, élelmezésben betöltött kiemelkedő helye valamint az exportra szánt jelentős mennyisége is mutatja, hogy e növényfajnak meghatározó szerepe van a növénytermesztési ágazaton belül. A termelés mennyiségét és minőségét nagymértékben befolyásolhatják a kedvezőtlen biotikus és abiotikus környezeti hatások is.

Magyarországon a búza levélrozsda (*Puccinia triticina* Erikks.) -fertőzés igen gyakori, szinte minden évben fellép. Bizonyos körülmények között (fogékony gazdanövény, környezeti feltételek) a levélrozsda-fertőzés akár nagyfokú terméskiesést is okozhat. A betegség elleni küzdelem egyik módja a vegyszeres védekezés, a másik út pedig a fajon belüli genetikai variabilitás növelése. A búza alkalmazkodóképessége, betegségekkel szembeni ellenállósága jelentősen növelhető a rokon fajokkal végzett keresztezésekből származó kromoszómák beépítésével, kromoszóma-transzlokációk létrehozásával. Napjainkig több, mint 60 *Lr* („Leaf rust") rezisztenciagént azonosítottak, ezek közül körülbelül 27 *Lr* gén származik idegen fajokkal történő keresztezésekből. A beépült kromoszómaszegmensek általában több betegség elleni rezisztenciagént, ún. génklasztert tartalmaznak. Több hatékony *Lr* gén használható a levélrozsda-fertőzés elleni védelemre, amelyek mindegyike idegen fajból származik: *Lr9* (*Aegilops umbellulata* Zhuk.), *Lr19, Lr24, Lr29* (*Agropyron elongatum* (Host.)Beauv.), *Lr25* (*Secale cereale* L.), *Lr35* (*Aegilops speltoides* Tausch.), *Lr37* (*Aegilops ventricosa* Tausch.). A felsorolt bármely *Lr* gént önmagában hordozó Thatcher közel-izogén törzs is rendkívül ellenállónak mutatkozott, még az erős patogén nyomást jelentő provokációs kísérletekben is (Vida és mtsai

2008). A martonvásári nemesítési anyagban eddig az *Lr19*, *Lr24* és *Lr37* (Uhrin és mtsai 2008, 2006) gének jelenlétét tudtuk kimutatni. Jó beltartalmi tulajdonságú, ám levélrozsda-fertőzésre érzékeny fajtáinkba elkezdtük beépíteni az *Lr9*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr35* és *Lr37* géneket (Gál és mtsai 2007). A kórokozók elleni védekezésben fontos, hogy újabb, nagy és kis hatású géneket és lassú sporulációt előidéző géneket azonosítsunk, hiszen megjelenhetnek olyan patogén rasszok, amelyek ellen a napjainkig ismert rezisztenciagének nem nyújtanak megfelelő védelmet.

A *Triticum timopheevii* (Zhuk.) ssp. *timopheevii* egy tetraploid, A^tA^tGG genomképlettel rendelkező vad *Triticum*-fajnak komplex rezisztenciája van több gombabetegség, különös tekintettel a lisztharmat és a levélrozsda ellen. Különböző vonalaival már számos búza × *T. timopheevii* fajhibridet hoztak létre (Belea 1986, Järve és mtsai 2002). Habár körülbelül 8 rezisztenciagént izoláltak már belőle, még további hasznos, felnőttkori lisztharmat- és levélrozsdarezisztenciagént hordozhat (Järve és mtsai 2002). Belea (1961) Martonvásáron búza × *T. timopheevii* amfiploidokat állított elő, melyekből később 6G/6B szubsztitúciós vonalakat hoztak létre. Ez a vonal a búza 6B kromoszómája helyett a *T. timopheevii* 6G kromoszómáját hordozza (Molnár-Láng és mtsai 1996).

Badaeva és mtsai (1991) vizsgálatai szerint a *T.timopheevii* és a *T. aestivum* közötti keresztezésekben az A^t kromoszómák az A kromoszómákat, a G kromoszómák pedig B homeológ párjukat helyettesítik. A különböző búzagenotípusokkal végzett *T. timopheevii* keresztezésekben a 2B/2G, 6B/6G és 2A/2A^t a kromoszómaszegmensek transzlokációja helyett teljes kromoszómaszubsztitúciók fordulnak elő a leggyakrabban.

Az idegen fajokból transzlokálódott gének kimutatására a minél specifikusabb génhez vagy a génhez nagyon közel kötődő, kodomináns markerek a legalkalmasabbak. A gyorsan, gazdaságosan, egyszerűen használható markerek alkalmazásával a különböző fajtákban, törzsekben levő rezisztencia és egyéb fontos tulajdonság génjeinek jelenléte vagy hiánya mutatható ki. Több rezisztenciagén egy genotípusba történő beépítése is lehetővé válik, ezáltal a kórokozóval és kártevőkkel szemben hosszabb ideig tartó ellenálló fajták állíthatók elő (Vida és mtsai 2003).

Az idegen fajokból beépített kromoszómaszegmentum helye, a kromoszóma szerkezeti változásai természetes körülmények között is meghatározhatók az *in situ* hibridizáció módszereivel. Genomi *in situ* hibridizációval (GISH) kimutatható az idegen fajú kromoszóma jelenléte a búza genomban. Fluoreszcens *in situ* hibridizáció (FISH) során egyes repetitív DNS-szakaszokat próbaként alkalmazva specifikus mintázat figyelhető meg a búza és az idegen faj kromoszómáin, így a módszer jól használható az idegen kromoszómaszegmensek azonosítására (Mukai és mtsai 1993; Rayburn és Gill 1985, Molnár-Láng és mtsai 2000). A molekuláris markerek és az *in situ* hibridizációk együttes alkalmazásával az agronómiailag fontos géneket tartalmazó, idegen fajból származó kromoszómaszegmentum kimutatható, és elősegíti a nemesítésben való alkalmazásukat. E dolgozatban specifikus markerekkel idegen fajokból származó, ismert rezisztenciagének jelenlétét mutatjuk ki, valamint a búza 6B kromoszómája helyett a *Triticum timopheevii* 6G kromoszómáját hordozó szubsztitúciós vonal és annak szülői genotípusain molekuláris markerekkel és citológiai módszerrel végzett vizsgálatokat ismertetjük.

Anyag és módszer

Felhasznált növényi anyag

A DNS izolálást a DNeasy Plant Mini DNS izoláló kit (Quiagen®) segítségével végeztük el, kéthetes, üvegházban nevelt növényekből. Az idegen fajokból származó kromoszómatranszlokációk kimutatásához 220 magyar és külföldi búzagenotípust vizsgáltunk *(1. melléklet)*. Specifikus markerekkel három pázsitfűféléből származó kromoszómaszegmenst mutattunk ki. Pozitív és negatív kontrollként a keresett rezisztenciagént tartalmazó Thatcher közelizogén törzseket alkalmaztuk: TcLr25, TcLr29, TcLr35 *(1. táblázat)*.

1. melléklet

Az Lr25, Lr29 és Lr35 gének kimutatására tesztelt 220 búzagenotípus

1	ABONY	33	CF00110	65	EXCHANGE	97	GK-KALÁSZ	129	KG-KUNHALOM	161	MV-GORSIUM	193	PANNONIA
2	ADRIANA	34	CF99077	66	F29K4-22211/ ATAY85	98	GK-KAPOS	130	KG-MAGOR	162	MV-HOMBÁR	194	NSA02-0134
3	ALEX	35	CH111-12775	67	F99654GP-1	99	GK-MALMOS	131	KOMPOLTI-3	163	MV-KEMENCE	195	NSA02-1466
4	ALFÖLD	36	CH111-12787	68	FAP75824	100	GK-MARCAL	132	KOTA	164	MV-KÖDMÖN	196	NSA03-0187
5	ANGRA	37	CH111-12801	69	FAP76002	101	GK-MISKA	133	LINDA	165	MV-KUCSMA	197	NSA99-0049
6	APPIO	38	CH111-12837	70	FATIMA-2	102	GK-MURA	134	LONA	166	MV-LINDA	198	NUO-MAIZI
7	ATRIUM	39	CH111-13020	71	FILIN	103	GK-NEPTUNUSZ	135	LU14	167	MV-MAGDALÉNA	199	ORPIC
8	BAJIO-67	40	CH111-13153	72	FISHT	104	GK-OTHALOM	136	LUDWIG	168	MV-MAGVAS	200	ORVANTIS
9	BALADA	41	CH111-13206	73	FLORI-2	105	GK-PETUR	137	LUPUS	169	MV-MAMBO	201	PASTOR
10	BÁNKÚTI-1201	42	CH111-13234	74	FRONTANA	106	GK-PIACOS	138	LUTIN	170	MV-MARISKA	202	POBEDA
11	BÁNKÚTI-1205	43	CH111-13249	75	FURORE	107	GK-PINKA	139	MANITOBA	171	MV-MARSALL	203	RENESANSA
12	BC97XROM46	44	CH111-13286	76	GA891250	108	GK-RÁBA	140	MAXIMUS	172	MV-MARTINA	204	RUSIA
13	BEZOSZTAJA-1	45	CH111-13290	77	GASPARD	109	GK-RUBINTOS	141	MAYO64	173	MV-MATYÓ	205	SAAR
14	BORA	46	CH111-13308	78	GATCHER	110	GK-SÁRA	142	MCNAIR701	174	MV-MAZURKA	206	SALAMOUNI
15	BŐSÉG	47	CH111-13310	79	GIBSON	111	GK-SAS	143	MF-KAZAL	175	MV-MEZŐFÖLD	207	SATURNUS
16	BOSZANOVA	48	CH194-10129	80	GK-ATTILA	112	GK-SMARAGD	144	MIRONOVS-KAJA-808	176	MV-PÁLMA	208	SIS052
17	BREA	49	CH194-10134	81	KG-BAGOLY	113	GK-SZIVÁRVÁNY	145	MV08-96	177	MV-PALOTÁS	209	SIS717
18	BRUTUS	50	CH194-10135	82	GK-BÉKÉS	114	GK-TAVASZ	146	MV09-04	178	MV-REGIMENT	210	SLOROSPELKA-3B
19	BRYZA	51	CH194-10145	83	GK-CINEGE	115	GK-TÜNDÉR	147	MV11-04	179	MV-SUBA	211	STARSHINA
20	BUCK-BRASIL	52	CH194-10149	84	GK-CIPÓ	116	GK-URANUSZ	148	MV12-04	180	MV-SÜVEGES	212	TINAMOU
21	BUCK-PANADE	53	CHINESE-SPRING	85	GK-CSONGRÁD	117	GK-VÉKA	149	MV12-2000	181	MV-SZIGMA	213	TRANSEC
22	BUCK-PANADERO	54	CO010W189-A1	86	GK-DELFIN	118	GK-VERECKE	150	MV13-2000	182	MV-TÁLTOS	214	UKRAINKA
23	BUZOGÁNY	55	CO980607	87	GK-ELET	119	GK-ZUGOLY	151	MV15-04	183	MV-TAMARA	215	VANEK
24	BY-12	56	COMPLET	88	GK-FAVORIT	120	GLENLEA	152	MV17-04	184	MV-TOBORZÓ	216	W98-159-7
25	BY-15	57	D99-5725	89	GK-GARABOLY	121	GUARNI	153	MV21-2000	185	MV-VERBUNKOS	217	WALDRON
26	CADOUX	58	DEA	90	GK-GOBÉ	122	HAJDUSÁG	154	MV-AMANDA	186	MV-VILMA	218	WANG-SHUI-BAI
27	CAPO	59	DESCONOCIDO	91	GK-HARGITA	123	HP-ARKUS	155	MV-BÉRES	187	MV-WALZER	219	YU-MAI34
28	CARDOS	60	DI9812	92	GK-HATTYÚ	124	HUNOR	156	MV-CSÁRDÁS	188	MV-VEKNI	220	ZLATKA
29	CARLO	61	DUILIO	93	GK-HÉJA	125	JAREBICA	157	MV-DALMA	189	NADRO		
30	CATBIRD	62	EM707	94	GK-HOLLÓ	126	JUBLEJNAJA-50	158	MV-EMESE	190	NIAGARA		
31	CAUDILLO	63	ERA	95	GK-JÁSZSÁG	127	KATEPWA	159	MV-EMMA	191	NING7840		
32	CF00064	64	EUREKA	96	GK-JUPITER	128	KB-HPU-1	160	MV-GARMADA	192	NORMANDIE		

1. táblázat

A keresett Lr gének, kimutatásukra használt markerek és az általuk felszaporított termékek jellemzői

Lr gén	Eredet	Helye a kromoszómán	Marker	A termékek nagysága	Publikáció
Lr25	*Secale cereale*	4BS	SCAR Lr25F/R	1800 bp	Procunier és mtsai 2004
Lr29	*Agropyrum elongatum*	7DS	SCAR Lr29F/R20	900 bp	Procunier és mtsai 2004
Lr35	*Triticum speltoides*	2B	SCAR Sr39F/R	900 bp	Gold és mtsai 1999

A Triticum timopheeviiből származó 6G kromoszóma kimutatása molekuláris markerekkel

Az AMP12 a Fleischmann 481/*Triticum timopheevii* amfiploid (Belea és mtsai 1961) Mironovszkaja 808-cal keresztezett, majd az Mv14-el háromszor visszakeresztezett populációból szelektált búzatörzs. A vizsgálatokhoz a 6G/6B szubsztitúciót hordozó törzseket („AMP12"), annak szülői genotípusait (Mv14, Mironovszkaja 808), illetve a *Triticum timopheevii* 3 helyről beszerzett (IPK-Gatersleben, Tápiószele – Agrobotanikai Intézet, Martonvásári Génbank) változatait használtuk fel.

PCR reakciók

A vizsgálatban használt molekuláris markerek Somers és mtsai (2004) valamint Roder és mtsai (1998) által térképezett, a búza 6B kromoszómájára specifikus Xwmc, Xgwm markerek voltak. A PCR reakciókat mindegyik esetben 25 µl végtérfogatú elegyben állítottuk össze. A reakcióelegy a következő anyagokat tartalmazta: 5 µl 10x Mg-nélküli PCR puffer, 2,5 µl 25 mM $MgCl_2$ oldat, 0,4 µl 2,5 mM dNTP, 0,1 µl 5 U/µl Taq DNS polimeráz (GoTaq®). A 0,2 µg/µl koncentrációjúra hígított primerekből (reverse, forward)) 0,4 µl adott specifikus jelet az *Lr*, 0,3 µl az Xwmc és Xgwm markereknél. Steril MilliQ vízből az *Lr* markerekkel 13,7 µl, az Xwmc és Xgwm markerekkel végzett teszteknél 14,4 µl-t használtunk. A 20 ng/µl koncentrációjú DNS oldatból 2,5 µl-t (*Lr* markerek) valamint 2 µl-t (Xwmc és Xgwm markerek) tettünk az oldathoz. A PCR reakciók a következő ciklusokból álltak az *Lr* markerekkel végzett vizsgálatban: 94 °C – 3 perc, 35 ciklus (94 °C – 1 perc, 50 °C – 1 perc (Lr35), 58 °C – 1 perc (*Lr29, Lr25*) 72 °C – 1 perc) és 72 °C – 10 perc. Az Xwmc és Xgwm markerek esetében: 94 °C – 3 perc, 45 ciklus (94 °C – 1 perc, 54–61,5 °C – 1 perc, 72 °C – 1 perc) és 72 °C – 10 perc. A reakciókat GeneAmp PCR System 9700 thermocyclerben végeztük. A felszaporított termékeket 2,2% etídium-bromidot tartalmazó agarózgélen választottuk el.

A gélen futtatott, elválasztott termékek mintázatát Bio-Rad Fluor – S™ MultiImager szkennerrel rögzítettük.

Citológiai vizsgálatok

A fluoreszcens *in situ* hibridizációt gyökércsúcs-preparátumokon végeztük el Molnár-Láng és mtsai (2000) leírásai szerint. A FISH során alkalmazott repetitív DNS-próbák: Afa-family, (Nagaki és mtsai 1995), GAA (Pedersen és Langridge 1997), pTa71 (Gerlach és Bedbrook 1979) előállítását Vrána és mtsai (2000) leírása alapján végeztük. A próbajelöléshez digoxigenin-11-dUTP-t (Roche) és biotin-16-dUTP-t (Roche) használtunk. A hibridizációs jeleket anti-digoxigenin-Rhodamine (Roche) és streptavidin-FITC (Roche) felhasználásával detektáltuk. Az *in situ* hibridizáció egyes lépéseit Linc és mtsai (1999), valamint Szakács és Molnár-Láng (2007) által leírt módon végeztük el.

Rezisztenciavizsgálat

A mesterségesen fertőzött provokációs tenyészkertben a fogékony szegéllyel körülvett parcellákon 2–2 sorban helyezkedtek el a vizsgálandó növények. A martonvásári búzafajták és nemesítési törzsek mellett e tenyészkertben teszteltük a Thatcher-alapú közel-izogén törzsek levélrozsda-ellenállóságát. A felvételezés során a nemzetközileg használt Cobb-skála alapján értékeltük az eredményt. Az AMP12 amfiploid betegség-ellenállóságát spontán fertőződés mértéke alapján tudtuk megállapítani.

Eredmények

Idegen fajokból származó kromoszómaszegmentumok kimutatása molekuláris markerekkel

A molekuláris vizsgálatok alapján az *Agropyron elongatum*ból búzába beépített *Lr29*, illetve a *Triticum speltoides*ből eredő *Lr35* gén a vizsgált martonvásári, egyéb Magyarországon nemesített, illetve külföldi genotípusok egyikében sincs jelen. A rozsból származó *Lr25* csu-

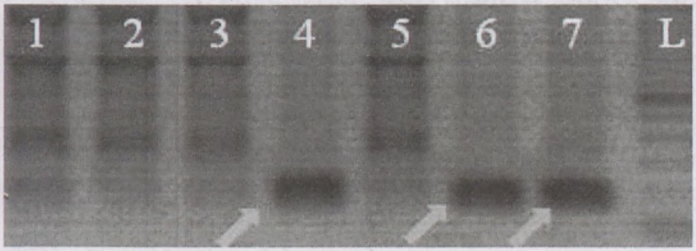
pán a forrásfajtaként számon tartott Transec fajtában volt kimutatható. A felhasznált markerek mindegyike megbízhatóan működött.

A T. timopheevii 6G kromoszómájának kimutatására használható mikroszatellit markerek

Az idegen fajok kromoszómáját a molekuláris citológiai módszerek mellett specifikus, polimorfizmust mutató molekuláris markerekkel tudjuk nyomon követni. A vizsgálatokhoz felhasznált 6 marker alkalmas arra, hogy megkülönböztessük a 6G kromoszómát a 6B-től *(1. ábra)*. Mind a rövid karon, centromérarégióban, mind a hosszú karon polimorfizmust észleltünk. Az Xwmc 486, Xgwm626, Xwmc539 és Xgwm219 markerek nem adtak jelet a *T. timopheevii* és az egyik 6G/6B szubsztitúciós genotípus esetében („AMP12 2. minta"), de specifikus jelet mutattak a búzamintákon. Az Xwmc104, Xgwm508 és Xgwm361 markerek különböző méretű termékeket szaporítottak fel a vizsgált minták között. Ezekkel a markerekkel ugyanakkora méretű termékeket kaptunk mindhárom *T. timopheevii* minta, illetve az egyik 6G/6B szubsztitúció („AMP12 2. minta") esetében. A Mironovszkaja 808 és az Mv14 mintáknál azonos nagyságú felszaporított szakaszokat kaptunk. Az egyik 6G/6B szubsztitúciós genotípusból („AMP12 1. minta"), az évek folyamán valószínűleg eliminálódott a 6G kromoszóma, azért ennél minden esetben a *T. aestivum*mal megegyező hosszúságú termék amplifikálódott *(2. táblázat)*.

Molekuláris citológiai vizsgálatok

Az AFA family, a GAA és a pTA71 DNS-próba mindegyike specifikus hibridizációs mintázatot adott a *T. timopheevii* kromoszómáin. A GAA próba hibridizációja során igen intenzíven jelölődtek a kromoszómák, főként a centromérarégióban. Az AFA family próba használatával kevés kromoszómán, többnyire telomérás jelet kaptunk.

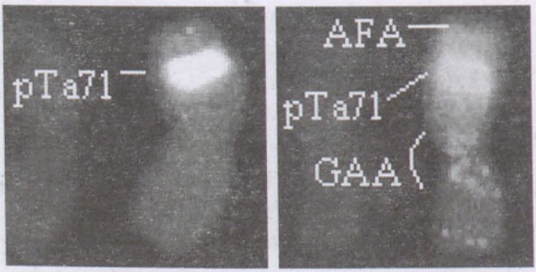


1. ábra: Az Xgwm219 mikroszatellit markerrel kapott mintázat
1 – *T. timopheevii* (Mv génbank); 2 – *T. timopheevii* (Gatersleben); 3 – *T. timopheevii* (Tápiószele); 4 – AMP12 1. minta; 5 – AMP12 2. minta; 6 – Mv14; 7 – MIR808. A nyíl a 210 bp méretű, búza 6B kromoszómára specifikus jelet mutatja

2. táblázat

A 6G és 6B kromoszóma megkülönböztetésére használható polimorf markerekkel kapott termékek nagysága a vizsgált mintákban

Markerek / Minták	Rövid kar			Centroméra	Hosszú kar		
	Xwmc486	Xwmc104	Xgwm508	Xgwm361	Xgwm626	Xwmc539	Xgwm219
T.timopheevii (Mv génbank)	–	90 bp	140 bp	110 bp	–	–	–
T.timopheevii (Gatersleben)	–	90 bp	140 bp	110 bp	–	–	–
T.timopheevii (Tápiószele)	–	90 bp	140 bp	110 bp	–	–	–
AMP12 1.minta	210 bp	90+140 bp	190+140 bp	140+110 bp	110 bp	200 bp	210 bp
AMP12 2.minta	–	90 bp	140 bp	110bp	–	–	–
Mv14	210 bp	90+140 bp	190+140 bp	140+110 bp	110 bp	200 bp	210 bp
Mironovszkaja 808	210 bp	90+140 bp	190+140 bp	140+110 bp	110 bp	200 bp	210 bp



2. ábra: **a)** *T. timopheevii* 1G kromoszómájának azonosítása FISH-sel. A pTa71 jel a NOR- régiót jelöli. **b)** A *T. timopheevii* 6G kromoszómájának FISH mintázata. AFA family, pTa71 és GAA repetitív próbákkal

A GAA és az AFA family próba kombinálása nem volt elegendő a pontos azonosításhoz. A pTa71 igen erős hibridizációs jelet adott a szatellites kromoszómák (1G, 6G) NOR régióban. Az AFA family, a GAA- illetve a pTa71-próbák kombinációjával, a búza homeológ 6B kromoszómájának mintázatát alapul véve, a *T. timopheevii* 1G illetve 6G kromoszómája egymástól elkülöníthető *(2. ábra)*. A teljes kariotípus meghatározásához a próbák több kombinációja szükséges.

A vizsgált növényi anyagok levélrozsda-ellenállósága

A szántóföldi felvételezések alapján az elmúlt években az *Lr25, Lr29* és *Lr35* géneket tartalmazó Thatcher közel-izogén törzsek, valamint az *Lr25* forrásfajtája, a Transec kiváló rezisztenciát nyújtottak a provokációs kísérletekben.

Többévi tenyészkerti megfigyelés alapján a 6G/6B szubsztitúciós törzseken a levélrozsdatelepek a tenyészidőszak végén, csupán nyomokban jelentek meg a leveleken.

Következtetések

A genetikai sebezhetőség csökkentése végett fontos, hogy új, nagy hatású, illetve több kis hatású gént juttassunk a búzanemesítési alapanyagba faj- és nemzetségkeresztezések révén. A sikeresen transzlokált kromoszóma vagy kromoszómaszegmens beépülési helye meghatározható *in situ* hibridizációs citológiai módszerekkel, majd az adott kromoszómára specifikus molekuláris markerekkel nyomon követhető ezeknek a jelenléte a nemesítés egyes szakaszai során. Az idegen fajból származó transzlokációt hordozó genotípusok esetében rendkívül fontos, hogy az egyes generációkat molekuláris markerekkel és citológiai módszerekkel teszteljük a transzlokáció jelenlétére vonatkozóan.

IRODALOM

Badaeva, E.D., Budashkina, E.B., Badaev, N.S., Kalinina, N.P., and **Shkutina, F.M.** (1991): General features of chromosome substitutions in *Triticum aestivum* × *Triticum timopheevii* hybrids. Theor. Appl. Genet., 82: 227–232.

Belea, A. (1961): Cercetari privind amfidiploidul *Triticum aestivotimopheevi* in F2 si in generatiileurmatoare. Probl. Agric., 8: 1–21.

Belea, A. (1986): Faj- és nemzetségkeresztezések a növényvilágban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Gál, M., Vida, G., Uhrin, A., Bedő, Z. and **Veisz, O.** (2007): Incorporation of leaf rust resistance genes into wheat genotypes using marker-assisted selection. Acta Agronomica, 55 (2): 149–156.

Gerlach, W.L. and **Bedbrook, J.R.** (1979): Cloning and characterization of ribosomal RNA genes from wheat and barley. Nucleic Acids Res., 7: 1869–1885.

Gold, J., Harder, D., Towley-Smith, F., Aung, T. and **Procunier, J.** (1999): Development of a molecular marker for rust resistance genes Sr39 and Lr35 in wheat breeding lines. Electronic Journal of Biotechnology, 2:1.

Järve, K., Jakobson, I. and **Enno, T.** (2002): Tetraploid Wheat Species *Triticum timopheevii* and *Triticum militinae* in common wheat improvement. Acta Agronomica Hungarica, 50: 463–477.

Molnár-Láng, M., Kőszeg B., Linc G. és **Sutka J.** (1996): Búza (*Triticum aestivum* L.) /*Triticum timopheevii* Zhuk. addíció, szubsztitució és búza/rozs transzlokáció kimutatása C-sávozással és *in situ* hibridizációval. Növénytermelés, 45: 237–245.

Molnár-Láng, M., Linc, G., Friebe, B.R. and **Sutka, J.** (2000): Detection of wheat-barley translocations by genomic *in situ* hybridization in derivatives of hybrid multiplied *in vitro*. Euphytica, 112: 117–123.

Linc, G., Friebe, B., Kynast, R.G., Molnár-Láng, M., Kőszegi, B., Sutka, J. and **Gill, B.S.** (1999): Molecular cytogenetic analysis of Aegilopscylindrica Host. Genome. 42: 497–503.

Mukai, Y., Friebe, B., Hatchett, J.H., Yamamoto, M. and **Gill, B.S.** (1993): Molecular cytogenetic analysis of radiation induced wheat-rye terminal and intercalary chromosomal translocations and the detection of rye chromatin specifying resistance to Hessian fly. Chromosoma, 102: 88–95.

Nagaki, K., Tsujimoto, H., Isono, K. and **Sasakuma, T.** (1995): Molecular characterization of a tandem repeat, Afa family, and its distribution among *Triticeae*. Genome, 38: 479–486.

Pedersen, C. and **Langridge, P.** (1997): Identification of the entire chromosome complement of bread wheat by two-colour FISH. Genome, 40: 589–593.

Procunier, J.D. (2004): Disease resistance. Leaf rust resistance Lr29-Lr25. MASWheat Applied Genetics. http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr29/index.htm.

Rayburn, A.L. and **Gill B.S.** (1985): Use of biotin-labeled probes to map specific DNA sequences on wheat chromosomes. J. Hered., 76: 78–81.

Roder, M.S., Korzun' V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier, H.M., Leroy P. and **Ganal, M.W.** (1998): A microsatellite map of wheat. Genetics, 149: 2007–2023.

Somers, D.J., Isaac, P. and **Edwards, K.** (2004): A high-density wheat microsatellite consensus map for bread wheat. (*Triticum aestivum* L.) Theoretical and Applied Genetics, 109: 1105–1114.

Szakács, É. and **Molnár-Láng, M.** (2007): Development and molecular cytogenetic identifıcation of new winter wheat – winter barley ('Martonvásári 9 kr1' – 'Igri') disomic addition lines. Genome. 50: 43–50.

Uhrin, A., Vida, G., Gál, M., Láng, L. and **Bedő, Z.** (2006): Marker-assisted selection for leaf rust resistance gene *Lr37* in the Martonvasar breeding programme. Cereal Research Communications, proceedings of the V. Alps-Adria Scientific Workshop, Vol. 34: 89–91.

Uhrin, A., Láng, L. and **Bedő, Z.** (2008): Comparison of PCR-based DNA markers for using different *Lr19* and *Lr24* leaf rust resistance. Cereal Research Communications, 36 (4): 533–541.

Vida Gy., Gál M., Csősz L.-né., Szunics L., Veisz O., Láng L. és **Bedő, Z.** (2003): Martonvásári őszi búzafajták és -törzsek sárgarozsda-ellenállósága és az *Yr17* rezisztenciagén azonosítása molekuláris markerrel. Növénytermelés, 52: 281–290.

Vida, Gy., László, E., Puskás, K., Szunics, L., Bedő, Z. and **Veisz, O.** (2008): *Fusarium* head blight resistance of old Hungarian wheat varieties. Cereal Research Communications. 36/B, 183–184.

Vrána, J., Kubaláková, M., Simková, H., Cíhalíková, J., Lysák, M.A. and **Doležel, J.** (2000): Flow sorting of mitotic chromosomes in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Genetics, 156 (4): 2033–2041.

IDENTIFYING ALIEN CHROMOSOME SEGMENTS CARRYING WHEAT LEAF RUST RESISTANCE GENES IN THE MARTONVÁSÁR BREEDING PROGRAMME

A. Uhrin, É. Szakács, Gy. Vida, A. Sepsi, M. Molnár-Láng, L. Láng and **Z. Bedő**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2

The agronomic traits of wheat, especially its resistance to various diseases, can be improved by using plant material with a broader genetic basis for breeding. One effective way of increasing genetic variability is to cross wheat with related species in order to introduce alien chromosomes into the recipient plants. These alien chromosomes may carry useful agronomic traits, such as genes for disease resistance. In the present work the presence of alien chromosome segments was tested in 220 wheat genotypes using markers specific for designated leaf rust resistance genes. In addition, the paper discusses the moleculer marker-assisted and the cytological analysis of a substitution line developed in Martonvásár, containing the 6G chromosome of *Triticum timopheevii* in place of the 6B chromosome of wheat and its parental genotypes. By the use of the specific molecular markers and the appropriate *in situ* hybridization method, the 6G chromosome of *T. timopheevii* and the 6B chromosome of wheat can be ditinguished.

MARTONVÁSÁRI BÚZAFAJTÁK *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* KÖZVETÍTETTE GENETIKAI MÓDOSÍTÁSÁNAK OPTIMALIZÁCIÓJA: NÖVÉNYREGENERÁCIÓ ÉS TRANZIENS RIPORTER GÉNEXPRESSZIÓ

Mészáros Klára[1], Kiss Tibor[1], Dőry Magdolna[1], Karsai Ildikó[1], Láng László[1], Bedő Zoltán[1] és Sági László[1]

[1]MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A nemesítés során mindig központi probléma volt a fajták biotikus stresszrezisztenciájának növelése. Ennek megvalósítására a biotechnológia eszköztárát is felvonultatták. A búza, gazdasági jelentősége ellenére, az utolsók között került a genetikailag módosított gabonafélék közé. Az első sikereket génbelövéssel érték el, ám napjainkban az Agrobacterium tumefaciens *közvetítette génátvitel egyre jobban terjed, valamint az éretlen embrió mellett az érett embriót is egyre gyakrabban alkalmazzák célszervként. Kísérletünkben 19 búzafajta érett embrióból kiinduló regenerációs képességét határoztuk meg. A legjobb válaszadó genotípusok agrobaktériumos transzformációját végeztük el. A génátvitelt befolyásoló tényezők (az előkezelés időtartama, a baktériumszuszpenzió hígítása, a kokultiváció ideje és a kokultiváció alatt alkalmazott embriószárítás) 16-féle kombinációjából leghatékonyabbnak a kokultiváció alatt alkalmazott szárítás és a baktériumszuszpenzió hígítása bizonyult. Ezzel a módszerrel két martonvásári őszi búzafajta sikeres transzformációját végeztük el riporter- és szelekciós génekkel. Ezzel újabb, a gyakorlat számára fontos fajták genetikai módosítására nyílik lehetőség, melyek a nemesítéshez és a genetikai vizsgálatokhoz adnak alapanyagot.*

Az évezredek óta folyó nemesítés hatékonyságának növelésére a múlt századtól a biotechnológia eszköztárát is bevetették az új bőtermő és betegségekkel szemben ellenálló fajták nemesítésére. A kórokozókkal szembeni rezisztencia mindig központi problémája volt a nemesítési programoknak, ezért a rendelkezésre álló eszközök széles skáláját alkalmazták a biotikus stresszrezisztencia fokozására. A rezisztenciagének bevitele azért került gyorsan a géntranszformációs kísérletek célkeresztjébe, mert számos esetben egyetlen vagy kisszámú gén felelős az ellenálló fenotípus kialakításáért. Másfelől ezek a rezisztenciagének gyakran olyan rokon fajokban fordulnak elő, amelyek csak nehezen vagy egyáltalán nem keresztezhetők a termesztett búzával, így a célgén átvitele nem lehetséges hagyományos módszerekkel. A búza egyike a gazdaságilag legjelentősebb szántóföldi növényeknek, mégis az utolsók között került a genetikailag módosított gabonafélék körébe. Az első sikereket génbelövéssel érték el, de napjainkban egyre elterjedtebbé válik az *Agrobacterium tumefaciens* (továbbiakban agrobaktérium) közvetítésével történő génátvitel. Ennek a transzformációs módszernek számos előnye van a közvetlen génátvitellel szemben. A bevinni kívánt gén kisebb kópiaszámban épül be az általában transzkripcionálisan aktív kromoszómarégiókba, továbbá a nagyméretű DNS-szakaszok átrendeződése és törése ritkábban fordul elő.

A búza genetikai módosítása során a legelterjedtebben és legsikeresebben alkalmazott explantum az éretlen embrió. A donor növények üvegházi vagy fitotroni fölnevelése azonban időigényes és költséges, valamint a transzformálható embriók mérete és kora is szűk határok között változik. Ezzel szemben az érett embrió mag formájában tartósan és korlátlan mennyi-

ségben áll rendelkezésre, így előállítása összehasonlíthatatlanul olcsóbb, továbbá az érett embriók fiziológiai állapotában csak minimális variabilitás figyelhető meg, mely egyöntetűbb *in vitro* reakcióhoz vezet. Végül, az érett embrióból szintén hatékonyan lehet növényt regenerálni. Ezért a búza transzformációjához az érett embriók alkalmazása ígéretes alternatívát jelenthet. A transzgenikus növények előállításának azonban továbbra is határt szab az *in vitro* jól regenerálódó genotípusok korlátozott köre. Az első sikereket tavaszi genotípusok transzformációjával érték el, ezek gazdasági értéke azonban nálunk csekély, valamint a genomikai kutatások fejlődése is megkívánja a transzformálható genotípusok körének bővítését, és az ehhez kapcsolódó transzformációs rendszer kidolgozását. Az agrobaktériummal történő transzformációt befolyásoló legfontosabb tényezők a megfelelő genotípus mellett az ideális explantum, a fertőzés és a kokultiváció feltételei (Wu és mtsai 2003).

Munkánk során célul tűztük ki martonvásári nemesítésű őszi búzafajták regenerációs képességének vizsgálatát érett embrióból kiindulva, majd a legjobban regenerálódó fajták kiválasztását és agrobaktériummal történő transzformációját, valamint a transzformáció egyes lépéseinek optimalizását.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 16 martonvásári nemesítésű őszi búzafajtán végeztük: kontrollként három, a transzformációs kísérletekben leggyakrabban alkalmazott tavaszi búzafajtát ('Bobwhite', 'Cadenza' és 'Chinese Spring') alkalmaztunk *(1. táblázat)*. Az érett és éretlen embriók regenerálása Filippov és mtsai (2006), illetve Jones és mtsai (2005) által kidolgozott módszer alapján történt. A regenerációs képességet a lerakott explantumok arányában határoztuk meg.

A búzafajták agrobaktériumos transzformációját AGL1 törzzsel végeztük, melynek bináris

1. táblázat

A kísérletekben vizsgált fajták felsorolása, származása és életformája

Fajta	Pedigré	Életforma
BOBWHITE-26	AURORA//KALYAN/BLUEBIRD/3/WOODPECKER	Tavaszi
CADENZA	AXONA/TONIC	Tavaszi
CHINESE SPRING	LV-WEST-SICHUAN/LV-SICHUAN	Tavaszi
FATIMA 2	FUNDULEA-29/LOVRIN32	Őszi
MARTONVÁSÁRI-16	MV4/KAVKAZ//P4089/3/ZLATNA-DOLINA/ARTHUR-71/4/RUBIN	Őszi
MV BÉRES	ERYT352/MAGDALÉNA	Őszi
MV CSÁRDÁS	JUBILEJNAJA-50/FUNDULEA-29//MVMA	Őszi
MV EMESE	MVMA/MV12//F2098W2-21	Őszi
MV HOMBÁR	FLEMING/MATADOR	Őszi
MV MAGDALÉNA	JUBILEJNAJA-50/FUNDULEA-29//MVMA	Őszi
MV MAGVAS	CARMEN/MACVANKA-2//MVMA	Őszi
MV MAMBÓ	KALÁKA/MV16//F2076	Őszi
MV MARSALL	MV15-91/KALÁKA//MV15-91/FATIMA-2	Őszi
MV PÁLMA	F797/MV08-82//MV15	Őszi
MV PALOTÁS	MVMA/MV8//F2098W2-21	Őszi
MV REGIMENT	GA901273-46-I/F6038W12-1	Őszi
MV SUBA	ERYT1778/MAGDALÉNA//MAGDALÉNA	Őszi
MV SÜVEGES	MIRONOVSKAJA-29/MAGDALÉNA//MAGDALÉNA	Őszi
MV TOBORZÓ	ERYT336/MAGDALÉNA	Őszi

2. táblázat

Az agrobaktériumos transzformáció vizsgált paraméterei

Kezelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Előtenyésztés (nap)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Hígítás*	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+	+
Szárítás**	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
Kokultiváció (nap)	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5	5

*Az indukció előtt az agrobaktérium-szuszpenziót ötszörösére hígítottuk.

**Az embriókat a kokultiváció idejére szűrőpapírra helyeztük. Kontroll = 9. kezelés

plazmidja hordozza a β-glükuronidáz enzimet kódoló és egy intront tartalmazó *uidA* (GUS^{INT}) riporter és a *bar* szelekciós gént. Az 'Mv Csárdás' és 'Mv Emese' őszi búza érett embrióit egy vagy két napig tenyésztettük az agrobaktériumos fertőzés előtt (ötszörös hígítással vagy anélkül), majd három vagy öt napig kokultiváltuk. A tenyészeteket a kokultiváció ideje alatt közvetlenül a táptalajra helyeztük, vagy a táptalajra szűrőpapírt tettünk a deszikkáció előidézéséhez. A fertőzést követő 5. és 7. napon hisztokémiás reakcióval értékeltük a tranziens GUS expresszió. A fenti kezelések 16 kombinációját alkalmaztuk *(2. táblázat)*.

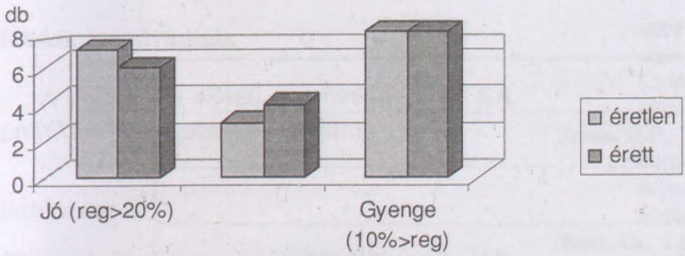
A kísérlet statisztikai elemzését a Breeder-programmal (Kuti és mtsai 2003) végeztük.

Eredmények és következtetések

A búzatranszformációs kísérletekben az éretlen embrióexplantum alkalmazása a legelterjedtebb. Ezért első lépésben összehasonlítottuk 16 őszi búzafajta regenerációs képességét érett és éretlen embrióból kiindulva. Az éretlen embrióból kiinduló növényregeneráció értéke az 'Mv Regiment' 59%-os és az 'Mv Toborzó' 0,1%-os értéke között változott. Az éretlen embrió alternatívájaként az érett embrióból történő növenyregenerálást is megvizsgáltuk ugyanazokon a genotípusokon. A legeredményesebb fajtának a 'Fatima 2' bizonyult (63%), de az 'Mv Palotás'-ból nem regenerálódott növényt (0%). A jól regenerálódó (>20%) fajták száma éretlen embrióból kiindulva nyolc ('Mv Regiment', 'Chinese Spring', 'Mv Mambó', 'Bobwhite', 'Mv Emese', 'Mv Palotás', 'Mv Hombár', 'Mv Csárdás'), érett embriót alkalmazva hat volt ('Fatima 2', 'Mv Emese', 'Mv Regiment', 'Mv Magdaléna', 'Mv Csárdás', 'Mv16'). A közepesen regenerálódóké (10–20%) éretlen és érett embrió esetén három ('Mv Suba', 'Mv Béres', 'Mv16'), illetve négy ('Chinese Spring', 'Mv Süveges', 'Mv Béres', 'Mv Mambó') volt. Mindkét explantum alkalmazásakor 8, illetve 9 fajta gyenge regenerációs értéket (<10%) mutatott. 4–4 genotípus növényregenerációs képessége szignifikánsan (p=5%) nagyobb volt, mint a kontrollként alkalmazott 'Cadenzáé' (átlag: 7,05%), amely a transzformációs kísérletek egyik legelterjedtebb modellfajtája. A két explantum egymáshoz képest nem adott szignifikáns különbséget: az érett embrióból kiinduló regeneráció (átlag: 17,4%) nem volt kevésbé hatékony, mint az éretlen embrióból (átlag: 20,5%), csak a genotípusok rangsora volt eltérő.

A további transzformációs kísérleteket a jól regenerálódó 'Mv Csárdás' és 'Mv Emese' fajták érett embrióiból indukált 3, 6 és 9 napos kalluszokon végeztük. Az izolálás után az érett embriók gyors növekedésnek indultak a táptalajon, ez a 6. napig tartott, amikor elérték az 1,5 cm körüli átmérőt. Ez után a növekedés lelassult, amit a 9 és 6 napos kalluszok minimális méretkülönbsége jelzett.

Transzformáció után 3 napos kokultivációt alkalmaztunk, majd áthelyeztük a kalluszokat antibiotikum (Timentin) tartalmú táptalajra, amelyen azonban az agrobaktérium gyorsan elszaporodott, és benőtte a kalluszokat. A további kísérletekben ezért frissen izolált (1 vagy 2 napos) érett embriót használtunk, mivel ennek tömege kisebb, és egyenletesebb a felszíne, így az

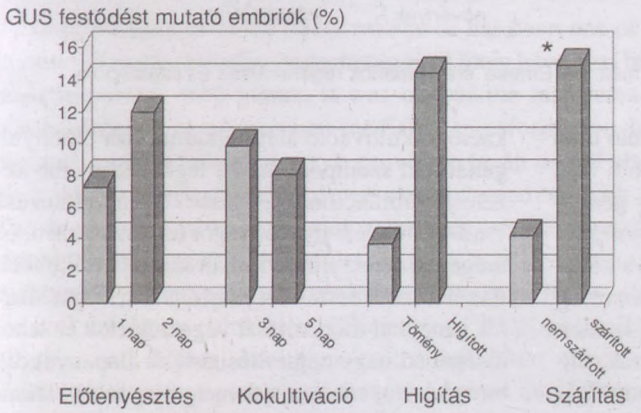


1. ábra. 19 búzafajta növényregenerációs gyakorisága érett és éretlen embrióból kiindulva

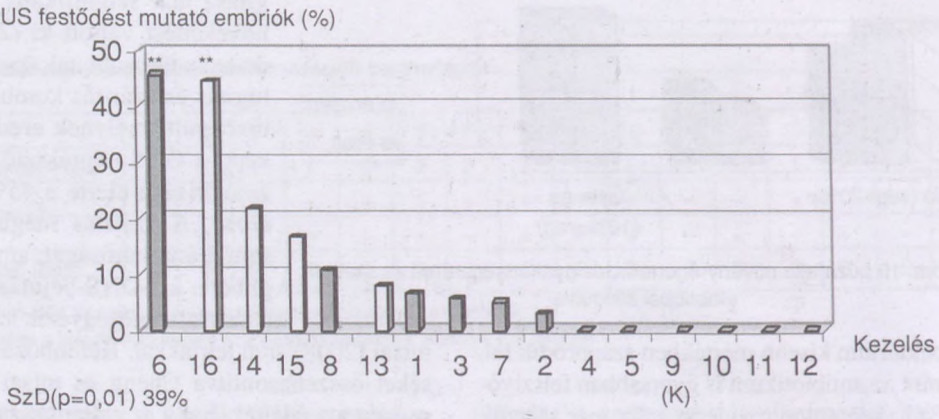
agrobaktérium kisebb mértékben szaporodik fel, valamint az antibiotikum is gyorsabban felszívódik. Ez az időtartam rövidebb, mint más szerzők által leírt optimális előtenyésztési idő. Patnaik és mtsai (2006) *Triticum aestivum* és *T. durum* érett embrión végrehajtott agrobaktériumos transzformációs kísérletében az optimális előtenyésztési időt 2–3 napban határozták meg.

Az 'Mv Csárdás' érett embriós transzformációjának optimalizálását végeztük el az AGL1 agrobaktériumtörzzsel az előtenyésztés, fertőzés és kokultiváció 16 különböző kombinációját alkalmazva. Az érett embriók előtenyésztési ideje és a kokultiváció időtartama nem befolyásolta jelentősen a GUS expressziót, bár a többi kezelés egynapos prekultiváció után általában hatásosabb volt. A kokultiváció alatti szárítás megduplázta a GUS-pozitív embriók számát, bár a változás nem volt szignifikáns. A baktérium hígítása már szignifikáns (p=5%) növekedést váltott ki *(2. ábra)*, de leghatásosabbnak (p=0,1%) a hígítás és szárítás kombinációja bizonyult, melynek eredményeképp a GUS expresszió átlagos gyakorisága elérte a 45%-ot *(3. ábra)*. A szárítás megnöveli a sejtfal átjárhatóságát, ami elősegíthette a T-DNS-bejutását. Ez a tapasztalat megegyezik a Ding és mtsai (2008) által leírtakkal. Különböző kezeléseket összehasonlítva Cheng és mtsai (2003) szintén azt találták, hogy az előtenyésztett éretlen embriók és embriogén kalluszok szárítása a kokultiváció ideje alatt növelte a T-DNS-átvitel gyakoriságát, és csökkentette az agrobaktérium elszaporodását, ami kedvező hatással volt a növényregenerációra. A hígabb baktériumszuszpenzió valószínűleg kisebb stresszt okoz a növényi sejteknek, és így kevesebb hal el programozott sejthalál következtében. E tényezők együttesen elősegíthették a hatékonyabb T-DNS átvitelt.

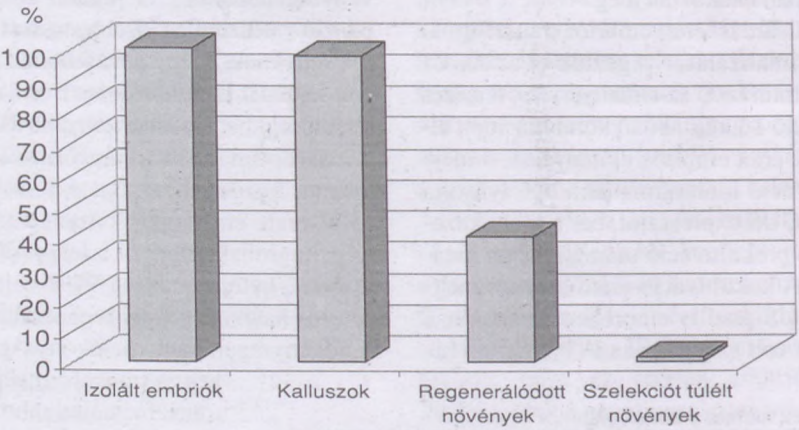
Az optimalizált transzformációs és kokultivációs kezeléssel elvégeztük az 'Mv Emese' 1500 érett embriójának transzformációját az AGL1 agrobaktériumtörzzsel *(4. ábra)*. Az érett embriók kalluszosodása 97% volt, melyekből 40%-os hatékonysággal regeneráltunk növényt. A növényregeneráció hatékonysága nem csökkent a transzformáció hatására a transzformálatlanhoz (40%) képest. A regeneráció után 2×3 hétig tartó, 4 mg/l koncentrációjú foszfinotricin- szelekciót alkalmaztunk. Ezt a regenerált növények 4,2%-a élte túl, ami az izolált embriókra nézve 1,6%-os gyakoriságot jelent. Patnaik és mtsai (2006) búza érett embriójának agrobaktériummal történő transzformációja során 1,3–1,8%-os gyakorisággal regeneráltak transzgenikus növényeket. A tranziens génexpresszió gyakorisága 45% volt a kokultiváció alatt alkalmazott szárítás és a baktérium szuszpenzió hígítás



2. ábra. A vizsgált kezeléscsoportok hatása a GUS^{INT} riportergén tranziens expressziójára 'Mv Csárdás' érett embriókban
*szignifikáns (p=5%)



3. ábra. Az egyes kezeléskombinációk (l. *2. táblázat*) hatása a GUSINT riportergén tranziens expressziójára 'Mv Csárdás' érett embriókban
(9 = kontroll, sötét és szürke oszlopok = 2 ill. 1 napos előtenyésztés)
**szignifikáns (p=0,1%)



4. ábra. Agrobaktériummal transzformált 'Mv Emese' érett embriók regenerálása és szelekciója

hatására, a növényregeneráció és szelekció után viszont a túlélés gyakorisága már csak 1,6% volt. Ez jelzi azt a problémát, hogy a hatékony génbevitelt (melyet a tranziens génexpresszióval mutatunk ki) a stabil beépülés csekély aránya követi. Ding és mtsai (2009), valamint Wang és mtsai (2009) a nagy tranziens génexpresszió mellett szintén kis stabil génbeépülést tapasztaltak. Ennek megoldása, a stabil beépülés hatékonyságának növelése, további kísérleteket igényel.

Összefoglalva, kísérleteinkben az 1–2 napos érett búzaembriók hígított baktériumszuszpenzióval történő transzformációja, és a deszikkáció kokultiváció alatti alkalmazása bizonyult génátvitel szempontjából a leghatékonyabb kezeléskombinációnak. A szelekció alkalmazása 1,6%-os túlélési gyakoriságot eredményezett, ez megegyezik az irodalomban közölt értékekkel. Ezzel a módszerrel két martonvásári fajta sikeres genetikai módosítását végeztük el, s ez lehetőséget ad nagy nemesítési értékű alapanyagokban akár egyetlen tulajdonság megváltoztatására. Ezzel a módszerrel sikeresen bővíthető a transzformálható genotípusok köre, és értékes alapanyag adható a nemesítés és a genetikai vizsgálatok számára.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a 48480 és a 68659 sz. OTKA projektek támogatásával készült.

IRODALOM

Cheng, M., Hu, T.C., Layton, J., Liu, C.N. and **Fry, J.E.** (2003): Desiccation of plant tissues post-*Agrobacterium* infection enhances T-DNA delivery and increases stable transformation efficiency in wheat. In Vitro Cell Dev. Biol-Plant., 39: 595–604.

Ding, L., L,i S., Gao, J., Wang, Y., Yang, G. and **He, G.** (2009): Optimization of *Agrobacterium*-mediated transformation conditions in mature embryos of elite wheat. Mol. Biol. Rep., 36: 29–36

Filippov, M., Miroshnichenko, D., Vernikovskaya, D. and **Dolgov, S.** (2006): The effect of auxins, time exposure to auxin and genotypes on somatic embryogenesis from mature embryos of wheat. Plant Cell Tiss. Org. Cult., 84: 213–222.

Hu, T., Metz, S., Chay, C., Zhou, H.P., Biest, N., Chen, G., Cheng, M., Feng, X., Radionenko, M., Lu, F. and **Fry, J.** (2003): *Agrobacterium*-mediated large-scale transformation of wheat (*Triticum aestivum* L.) using glyphosate selection. Plant Cell Rep., 21: 1010–1019.

Jones, H.D., Doherty, A. and **Wu, H.** (2005): Review of methodologies and a protocol for the *Agrobacterium*-mediated transformation of wheat. Plant Methods, 2005, 1: 5

Kuti, Cs., Láng, L. és **Bedő, Z.** (2003): Computerized recording of mass measurement data from field experiments. Növénytermelés, 52: 329–340.

Patnaik, D., Vishnudasan, D. and **Khurana, P.** (2006): *Agrobacterium*-mediated transformation of mature embryos of *Triticum aestivum* and *Triticum durum*. Curr. Sci., 91: 307–317.

Wang, Y.L., Xu, M.X., Yin, G.X., Tao, L.L., Wang, D.W. and **Ye, X.G.** (2009): Transgenic wheat plants derived from *Agrobacterium*-mediated transformation of mature embryo tissues. Cereal Res. Commun., 37: 1–12.

Wu, H., Sparks, C.A., Amoah, B. and **Jones, H.D.** (2003): Factors influencing successful *Agrobacterium*-mediated genetic transformation of wheat. Plant Cell Rep. 21: 659–668.

OPTIMALIZATION OF AGROBACTERIUM TUMEFACIENS-MEDIATED GENETIC MODIFICATION OF MARTONVÁSÁR WHEAT CULTIVARS

Klára Mészáros[1], T. Kiss[1], Magdolna Dőry[1], Ildikó Karsai[1], L. Láng[1], Z. Bedő[1] and **L. Sági[1]**
Agricultural Research Institute of the HAS, Martonvásár, P.O. Box 19, H-2462

Improvement of biotic stress resistance has been one of the central problems in plant breeding. In order to reach this aim, biotechnological tools have also been applied. Though wheat is among the most important crop plants, it was one of the last cereals to be transformed, first by particle bombardment. *Agrobacterium*-mediated transformation has now become the more often used method, and the mature embryo proved to be an useful alternative to immature embryo explants. Here, plant regeneration experiments were carried out with 19 wheat cultivars from mature embryo. The most responsive genotypes were then used in transformation experiments. We studied 16 combinations of factors that affect the success of *Agrobacterium*-mediated transformation in mature embryos of wheat: pre-cultivation time, density of bacterial culture, co-cultivation time, and drying (or not) during co-cultivation. Efficiency of T-DNA transfer was positively influenced by bacterial dilution and drying during co-cultivation. Two wheat cultivars, bred in Martonvásár, were transformed with reporter and selection genes using this method, which represents an extended genotype range for genetic modification of wheat, and offers basic material for breeding programs and genetic investigations.

RÉGI MAGYAR BÚZAFAJTÁK KALÁSZFUZÁRIUM-ELLENÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA MESTERSÉGES FERTŐZÉSI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

László Emese, Puskás Katalin, Szunics László, Veisz Ottó és **Vida Gyula**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár Brunszvik u 2.

A kalászfuzárium a világ gabonatermesztő régióiban jelentős gazdasági károkat okozó betegség. A búzát több Fusarium *faj képes fertőzni, melyek közül a jellegzetes kórképet hazánkban elsősorban a* F. graminearum *és a* F. culmorum *okozza. Magyarországon az első, egész országra kiterjedő kalászfuzárium-járványok fellépése az intenzív termesztéstechnológiának megfelelő fajták elterjedésének idejére tehető. Kísérleteinkben vizsgáltuk, hogy az ezt megelőző időben nemesített régi magyar búzafajták genetikailag determinált ellenállóságot hordozhattak-e.*

A mindennapi életben is egyre fontosabb szerepet játszik az élelmiszer-biztonság, mégis szinte nem telik el hónap élelmiszerbotrányok nélkül. A nemesítők és növénytermesztők feladata a megfelelő mennyiségű és minőségű alapanyagok biztosítása a feldolgozóipar és a fogyasztók számára. A búza fuzáriumos kalászmegbetegedését okozó fajokkal szemben a kémiai védekezés – részben technológiai hiányosságok miatt – nem ad teljes körű védelmet, ezért kulcsfontosságú a kórokozókkal szemben ellenálló fajták nemesítése. A jelenleg rendelkezésünkre álló rezisztenciaforrások agronómiai tulajdonságaikban jelentősen eltérnek az általunk termesztett fajtáktól, meghosszabbítva ezzel az ellenálló, kereskedelmi fajta nemesítéséhez szükséges időt.

A kalászkák és a kalászorsó elszíneződése, a kifehéredő kalászok jelzik a patogén gombafajok jelenlétét. A fertőzött kalászokban a szemek tipikusan fehérek vagy rózsaszínűek, tömegük az egészségeshez viszonyítva csökken, ami jelentős termésveszteséghez vezethet. A legfőbb problémát azonban a mikotoxin-felhalmozódás jelenti, melynek következtében a termény állati és emberi felhasználásra alkalmatlanná válik (Hornok és mtsai 2005). A kémiai védekezés sikerességét nagyban befolyásolja az alkalmazott technológia, a fajtarezisztencia, valamint a fajták fungicidreakciója is (Kászonyi és mtsai., 2008). A legjelentősebb ellenálló képességet az ázsiai ('Sumai 3' és származékai), valamint dél-amerikai fajták (pl. 'Frontana') hordozzák (Bai és Shanner 2004). A rezisztensnek mondott európai forrásokról (pl. 'Arina') viszont bebizonyosodott, hogy mindössze a mérsékelten ellenálló kategóriába tartoznak (Ruckenbauer és mtsai 2001).

A kalászfuzárium Magyarországon már az 1920-as évek óta ismert betegség. Az első országos epidémia azonban csak 1970-ben következett be, ami az intenzívebbé váló termesztési eljárások és a fertőzéshez kedvező időjárási feltételek mellett a fajták fogékonyságával is magyarázható (Kükedi 1988). Mivel a régi magyar búzafajták a köztermesztésben nem fertőződtek, felmerül a kérdés: vajon a régi magyar fajták mindössze a különböző tényezők kedvező összhatása miatt nem betegedtek meg, vagy valóban genetikailag kódolt az ellenállóságuk? Mesterségesen fertőzött kísérleteinkben évtizedek óta vizsgáljuk a 'Bánkúti 1201' ellenállóságát, és e fajta konzekvensen a fuzáriummal szemben leginkább ellenálló genotípusok csoportjába tartozott (Szunics és Szunics 1992). Intézetünknek azonban több régi magyar búzafajta populációja, illetve az ezekből kialakított homogén törzsei is vannak. Véleményünk szerint e fajták értékes fuzáriumrezisztencia-faktorokat hordozhatnak, melyek azonosításával és célirányos felhaszná-

lásával bővíthető lenne a fuzárium-ellenállóság rendkívül szűk genetikai bázisa.

A termesztett növények populációjának homogenitása történelmileg jelentős mértékben három fázisban változott. Az első fázist a tájfajták elterjedésének időszakára tehetjük, ezt követte a keresztezéses nemesítés eredményeként a század kezdetétől a hagyományos növényfajták megjelenése. Ezek a típusok átmenetet képeznek a régi tájfajták és az 1960-as évek végétől kezdve termesztett korszerű fajták között. Populáción belüli homogenitásukra jellemző, hogy morfológiailag többé-kevésbé megkülönböztethetőek más búzafajtáktól, de heterogénebbek mind beltartalmi tulajdonságaik, mind biokémiai vagy molekuláris markerek alapján a korszerű fajtáknál (Vida és mtsai 1998, Rakszegi és mtsai 2000, Juhász és mtsai 2000).

Anyag és módszer

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében 9 régi magyar búzafajta törzseit teszteltük mesterséges fertőzési körülmények között. A fajtákat Lelley és Rajháthy (1955), Lelley és Mándy (1963), valamint Kapás (1997) munkái alapján ismertetjük. A 'Bánkúti 1201' a magyar búzanemesítés történetének egyik leghíresebb fajtája, 1931-ben kapott állami elismerést, majd 42 éven keresztül szerepelt a minősített fajták jegyzékén. Évtizedeken keresztül vezető fajta volt hazánkban, de külföldön is termesztették. Termése nem nagy szemű, de sikértartalma, sikér- és farinográfos minősége igen jó. A 'Bánkúti 1205' a 'Bánkúti 1201' testvértörzse, jó és állandó lisztminőséggel jellemezhető. A 'Bánkúti 5'-öst a 'Tiszavidéki' tájfajta populációjából pedigré-tenyésztéssel szelektálták. A Bánkúti fajtakör következő tagja a 'Beta Bánkúti', melynek eredete szintén a 'Bánkúti 1201' fajta populációjára vezethető vissza. Hazai tájfajtákból származik a 'Székács 1055' és a 'Székács 1242' fajta, melyek mind termőképesség, mind télállóság, mind minőség tekintetében kiválóak voltak. Az előzőekhez viszonyítva kisebb jelentőségű fajta a 'Lovászpatonai 407', melynek fő erénye volt, hogy a kőüszöggel szemben közepesen ellenállónak bizonyult. Az Alföldről a Felvidékre került, majd ott tájfajtaként elterjedt búza szelektálásával állították elő a 'Diószegi 2'-t. A 'Fertődi 293' fajta, a 'Bánkúti 1201' és a 'Kawvale' keresztezési kombinációjából származik.

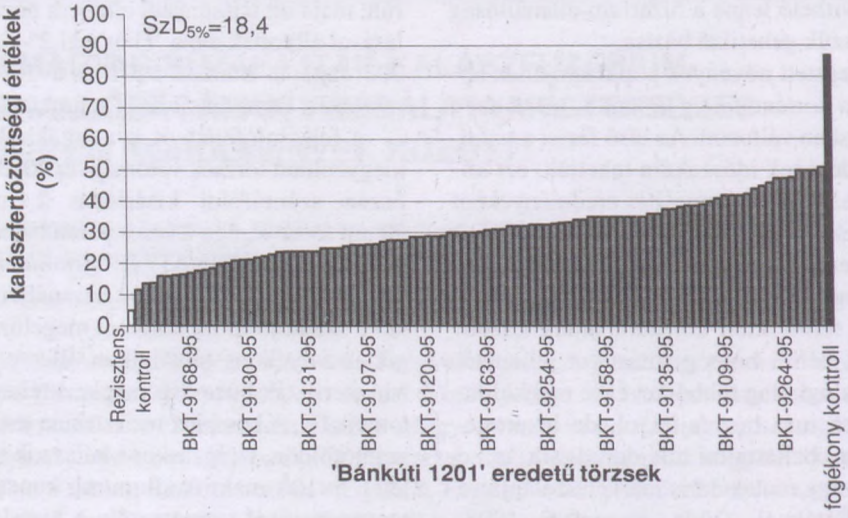
A felsorolt fajták és az e fajtákból származó kiegyenlített törzsek vetőmagvát 2003–2007. év őszén szántóföldi kísérletbe 2 m hosszú, 20 cm sortávolságú 2 soros parcellákba vetettük. A fertőzéshez helyi *F. graminearum*- és *F. culmorum*-izolátumokat használtunk, melyeket a szántóföldi inokulációt megelőzően mungóbab folyékony táptalajban, illetve autoklávban sterilizált búza-zab magkeveréken szaporítottunk fel. A komplex rezisztencia teszteléséhez szántóföldön, virágzáskor a kalászok teljes felületét 5×10^5 makrokodium/ml koncentrációjú szuszpenzióval permeteztük. A kísérleti területen öntözőberendezéssel biztosítottuk a gomba növekedéséhez szükséges páratartalmat.

A fertőzést követően felvételeztük a kalászokon a fertőzött kalászkák mennyiségét. Az értékelést a különböző genotípusokon több alkalommal elvégeztük, nyomon követve így a betegség kialakulását.

Eredmények és következtetések

A fajták és törzsek átlagos szántóföldi fertőzöttsége a 26. napon regisztrált értékek alapján 28,7% volt. A legnagyobb éves átlagos fertőződést 2004-ben tapasztaltuk (46,7%), a legkisebbet pedig 2008-ban (11,3%).

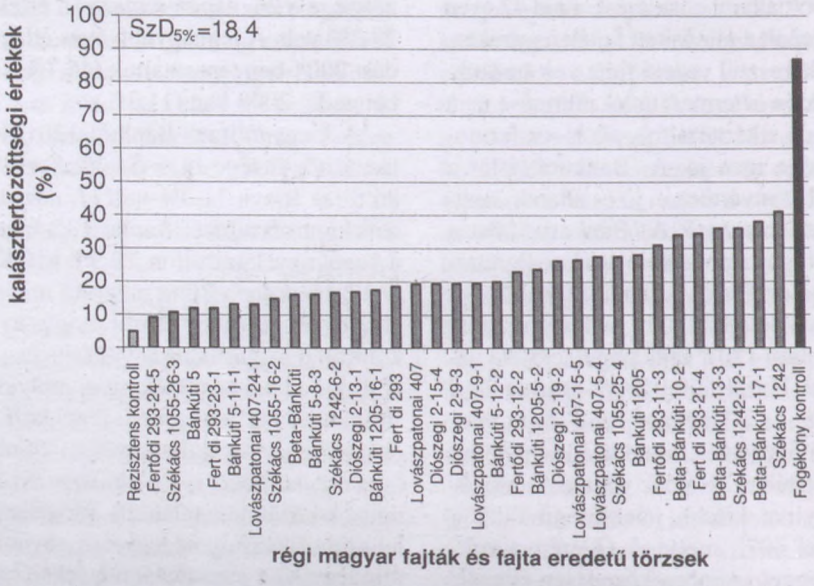
A kiegyenlített 'Bánkúti 1201' törzsek kalászfertőzöttsége 11,6–51,0% között alakult, a 86 törzs átlaga 31,0% volt *(1. ábra)*. A rezisztens kontroll fajtán ('Sumai 3') átlagosan 5,0%, a fogékony kontrollon 89,9% ('GK Zugoly') fertőződést figyeltünk meg. Az ötéves adatsort elemezve megállapítható, hogy a rezisztens kontrollal szignifikánsan 40 fajta és törzs fertőzöttségi adatai egyeztek meg, melyek közül 21 'Bánkúti 1201'-es eredetű törzs volt, de ebbe a csoportba tartozott még további 24 régi magyar fajta eredetű törzs is *(2. ábra)*. A vizsgált genotípusok közül nem találtunk a fogékony kontrollal szignifikánsan megegyezőt, továbbá fajtáink mindegyike a rezisztens, mérsékelten fogékony kategóriába tartozott.



1. ábra. 'Bánkúti 1201' eredetű törzsek kalászfertőzöttségi adatai (Martonvásár 5 év átlaga)

A szántóföldi adatokat elemezve megállapítható, hogy a régi magyar búzafajták és a törzsek adatai között statisztikailag igazolható különbségek vannak, valamint sikerült azonosítanunk az ismert rezisztenciaforrásokkal megegyező ellenálló képességű genotípusokat is. Előzetes feltevésünket igazolják a fenotípusos adatok: a régi magyar fajtáknak genetikailag kódolt kalászfuzárium-ellenállóságuk lehet.

A jelenleg ismert rezisztenciaforrások gyakorlati felhasználásának egyik legjelentősebb akadályát az jelenti, hogy e forrásoknak a hazai követelményeknek nem megfelelőek a malom- és sütőipari minőségi tulajdonságaik. A legújabb



2. ábra. Régi magyar fajták és fajta eredetű törzsek kalászfertőzöttségi adatai (Martonvásár 5 év átlaga)

vizsgálatok szerint a világszerte használt 'Sumai 3' 5AS rezisztencia QTL kimutathatóan csökkentette a termés fehérjetartalmát (McCartney és mtsai 2007). A régi magyar fajták közismerten kiváló technológia minőségűek voltak, így rezisztenciaforrásként történő felhasználásukkal megőrizhető vagy még tovább javítható a hazai búzafajták és nemesítési törzsek malom- és sütőipari minősége.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a *T49080* számú *OTKA* pályázat és az *AGRISAFE 203288 EU FP7 REGPOT 2007-1* program támogatta.

IRODALOM

Bai, G. H. AND Shanner, G. (2004): Management and resistance in wheat and barley to *Fusarium* head blight. Annu. Rev. Phytopathol., 42: 135–161

Hornok, L., Békési, G., Giczey, G., Jeney, A., Nicholson, D., Parry, A., Ritieni, A. and Xu, X. (2005): Occurence of *Fusarium* ear blight pathogens and mycotoxin accumulation in winter wheat in Hungary between 2001 and 2004. Növénytermelés, 54: 217–235

Juhász A., Kárpáti M., Vida Gy., Rakszegi M., Láng L., F. J. Zeller S. L. K. Hsam és Bedő, Z. (2000): Régi magyar búzafajták populációinak elemzése új genetikai források előállítására. Az agrobiodiverzitás megőrzése és hasznosítása – szimpózium Jánossy Andor emlékére. 2000. május 4–5. Budapest, 67–71.

Kapás S. (1997): Növényfajták és növénynemesítők. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest

Kászonyi G., Kótai Cs., Martonosi I., Bartók T., Lehoczki-Krsjak Sz., Szabó-Hevér Á., Tóth, B. Véha, A. és Mesterházy, Á. (2008): Fungicid-kijuttatási technológiafejlesztés és összehasonlítás a búza kalászfuzáriózisa ellen. Növényvédelem, 44: 39–45.

Kükedi E. (1988): Az őszi búza fuzariózisairól, különös tekintettel az időjárásra és a termesztéstechnikára. Növénytermelés, 37: 83–89.

Lelley, J. and Mándy, Gy. (1963): A búza *Triticum aestivum* L. Akadémiai Kiadó, Budapest

Lelley J. és Rajháthy T. (1955): A búza nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest

McCartney, C. A., Somers, D. J., Fedak, G., DePauw, R. M., Thomas, J., Humphreys, D. G., Lukow, O., Savard, M. E., McCallum, B. D., Gilbert, J. and Cao, W. (2007): The evaluation of FHB resistance QTLs introgressed into elite Canadian spring wheat germplasm. Molecular Breeding, 20: 209–221.

Rakszegi, M., Scholz, É., Kárpáti, M., Ganzler, K., Lásztity, R. and Bedő, Z. (2000): Study of the LMW glutenin composition of some old Hungarian wheat cultivars using capillary electrophoresis. Cereal Res. Comm., 28: 417–424.

Ruckenbauer, P., Buerstmayr, H., Lemmens, M. (2001): Present strategies in resistance breeding aginst scab (*Fusarium* spp.). Euphytica, 119: 121–127.

Szunics Lu., Szunics L. (1992): Búza kalászfuzárium-fertőzési módszerek és a fajták fogékonysága. Növénytermelés, 41: 201–210.

Vida, Gy., Bedő, Z., Láng, L. and Juhász, A. (1998): Analysis of the quality traits of a Bánkúti 1201 population. Cereal Res. Comm., 26: 313–320.

STUDY OF FUSARIUM HEAD BLIGHT RESISTANCE IN OLD HUNGARIAN WHEAT CULTIVARS UNDER ARTIFICIAL INOCULATION PRESSURE

Emese László, Katalin Puskás, L. Szunics, O. Veisz and **Gy. Vida**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár, H-2462 Martonvásár, Brunszvik u 2.

The first nation-wide epidemic of fusarium head blight (FHB) in Hungary occurred after the spread of varieties suited to intensive production technologies. The aim of the experiments was to investigate whether the old Hungarian wheat varieties bred prior to this period carried genetically determined resistance. For 40 of the lines examined, the FHB infection level did not differ significantly from that of the resistant control wheat variety. The results of five years of observations in an artificially inoculated nursery suggest that the populations of old Hungarian varieties, or the lines developed from them, contain genotypes whose FHB resistance makes them suitable for use in resistance breeding.

KUKORICAGENOTIPUSOK KUKORICABOGÁRRAL (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE) SZEMBENI TOLERANCIÁJÁNAK ÉRTÉKELÉSE

Marton L. Csaba, Szőke Csaba, Rácz Ferenc és **Pintér János**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Napjainkra az amerikai kukoricabogár (Diabrotica virgifera virgifera *LeConte*) *a hazai kukoricatermesztés egyik legfontosabb kártevője lett. Minden termesztés szempontjából fontos területen megtalálható, több régióban a gazdasági küszöbértéket meghaladó kártételével a különböző biotikus és abiotikus stresszfaktorok közül a legtöbb problémát jelenti a termelőknek. Kutatásaink célja, hogy meghatározzuk a különböző kukoricagenotípusok kukoricabogárral szembeni toleranciaszintjét, illetve szelekciós módszerek segítségével olyan kukoricahibrideket nemesítsünk, melyeknek megfelelő az ellenállóságuk e biotikus stresszfaktorral szemben. 41 martonvásári hibrid toleranciaszintjét vizsgáltuk két évben (2007–2008), három különböző termőhelyen, valamint 2008-ban a hibridek szülői vonalait is két termőhelyen. Szignifikáns különbségeket találtunk a hibridek toleranciaszintjében valamint szoros pozitív kapcsolatot a gyökérellenállás és a termés mennyisége között. Az ellenállóság szempontjából igen fontos tulajdonság a gyökérregenerációs képesség. Vizsgálataink során három olyan hibridet is találtunk, melynek a gyökérregenerálódási mértéke az átlagnál jóval nagyobb volt. A beltenyésztett vonalaknak kisebb a gyökérátmérőjük és a gyökérellenállásuk, mint a hibrideké. Meghatároztuk a gyökérátmérő (140%) és a gyökérellenállás (123%) heterózisának mértékét is.*

Magyarországon a kukoricatermesztés igen nagy jelentőségű volt, és az ma is. A szántóföldi kulturáink közül jövedelmezősége alapján az elmúlt években mindig az elsők között szerepelt, vetésterülete pedig évente mintegy 1,1–1,2 millió hektár volt. Termesztésének eredményességét eddig is több kórokozó és kártevő befolyásolta, amit csak tovább rontott az amerikai kukoricabogár 1995-ös megjelenése. Magyarországon ma már évente körülbelül 100 000 ha a károsított terület becsült nagysága, melynek 1/3-án súlyos növénydőléssel járó kártétel is tapasztalható. A termésveszteséggel kapcsolatban pontos adatok nincsenek, de ez az érték az éves hazai termés kb. 5–10%-a lehet. Kártételének következményeként a termésveszteség nagysága tág határok között mozog : néhány százaléktól, akár 70–80% is lehet (Sivcev és Tomasev 2002, Nagy és mtsai 2003). Amerikai adatok szerint a termésveszteség a kémiai védekezés költségeivel együtt körülbelül 1 milliárd dollár árbevétel-kiesést jelent éves szinten (Krysan és Miller 1986). Megjelenését és kártételének mértékét nagymértékben befolyásolja az adott év időjárása és a rovarpopuláció nagysága (Keszthelyi 2006). Az agrotechnikai (Riedell és mtsai 1992, Széll és mtsai 2005, Árendás és mtsai, 2009) a kémiai és biotechnológiai védekezési (Keszthelyi és mtsai 2009) eljárások mellett már több évtizede próbálnak a kártevővel szemben rezisztens kukoricát nemesíteni (Owens és mtsai 1974, Hibbard és mtsai 1999, Ivezic és mtsai 2006, Šimic és mtsai 2007, Tollefson 2007, Szőke és mtsai 2008). Painter (1951) a gazda-növény rezisztencia kapcsolatát három alapvető mechanizmussal magyarázza (nonpreferenc, antibiosis, tolerance), melyek közül a konvencionális nemesítés a toleranciára tud alapozni. A tolerancia esetében a különbségek főleg a hibridek eltérő növényi habitusából adódnak

(erősebb szár, nagyobb, masszívabb gyökértömeg, erőteljesebb gyökérregeneráció). Dolgozatunkban ismertetjük az általunk vizsgált 41 kukoricahibrid és szülői komponenseinek toleranciaszintjét a kukoricabogárral szemben.

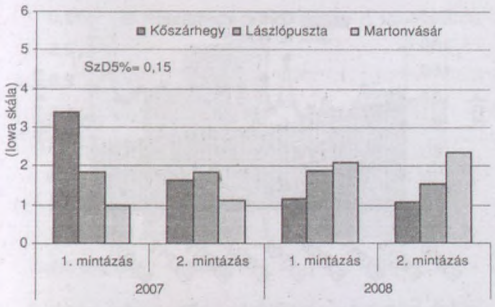
Anyag és módszer

Az amerikai kukoricabogárral szembeni toleranciaszint meghatározása céljából 2007–2008-ban három termőhelyen, három ismétléses kísérletet állítottunk be 41 martonvásári nemesítésű hibriddel. 2008-ban a 41 hibrid szülői komponenseit is elvetettük. A termőhelyek kiválasztásakor az előző évi természetes kukoricabogár-fertőzöttség mértékét és a talajadottságokat vettük figyelembe. Az előző évi gyökérdőlési értékek a három termőhelyen a következőképpen alakultak: Kőszárhegyen 55%, Lászlópusztán 40%, Martonvásáron 30%. A kétsoros parcellák 6 m hosszúak, a sortáv 0,7 m, a tőtáv pedig 0,2 m volt. Mindegyik helyen két alkalommal (06. 22. és 09. 15.) gyökérellenállás-mérő segítségével parcellánként 5 növényen mértük a 41 genotípus gyökérellenállását, majd Iowa-skála segítségével (1 = nincs kártétel, 6 = 3 vagy több gyökérszint pusztult) bonitáltuk a gyökéren látható kártételt, és mértük a gyökérátmérőt. A kapott értékek segítségével meghatároztuk a gyökérregeneráció mértékét (második felvételezett érték – első felvételezett érték). A gyökérellenállás meghatározását rúgós erőmérővel felszerelt kétkarú emelővel végeztük, amellyel a gyökér kiemeléséhez szükséges erőt mértük. Betakarítás előtt felvételeztük a megdőlt növények számát, ezt követően pedig a parcellák 2 m-es szakaszáról betakarítottuk a termést. Az adatokat variancia- és regresszióanalízis-számítással értékeltük (Sváb 1981).

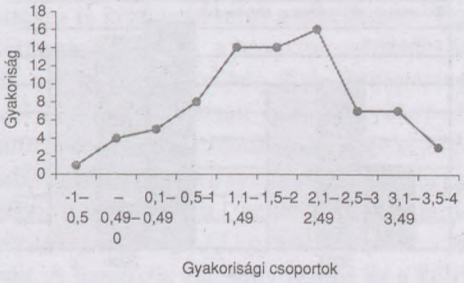
Eredmények és következtetések

A vizsgált hibridek gyökérkárosodási mértéke a vizsgált két évben, illetve a termőhelyek között jelentős különbséget mutatott. A legerősebb fertőzést 2007-ben Kőszárhegyen tapasztaltunk, ezt követte a lászlópusztai majd a martonvásári kísérlet. 2008-ban a martonvásári területen volt a legjelentősebb gyökérkártétel. A lászlópusztai terület ebben az évben is a második volt, a legkisebb mértékben a kőszárhegyi területen károsodott a kukorica. Jelentős különbség volt 2007-ben a fertőzés mértékében az első és a második felvételezés gyökérkárosodása között. A második felvételezés alkalmával Kőszárhegyen jelentős csökkenés volt megfigyelhető az első felvételezési értékekhez képest, melyben feltehetően a gyökérregenerációnak volt jelentős szerepe *(1. ábra)*. A gyökérregeneráció egyrészt a megfelelő időben lehullott csapadéknak, másrészt a hibridek eltérő mértékű regenerációs képességének volt köszönhető *(2. ábra)*. Az ábra szerint három hibridnek igen jelentős a gyökérregenerációs képessége. 2008-ban viszont egyik termőhelyen sem kaptunk az első és a második mintázás között szignifikáns különbséget.

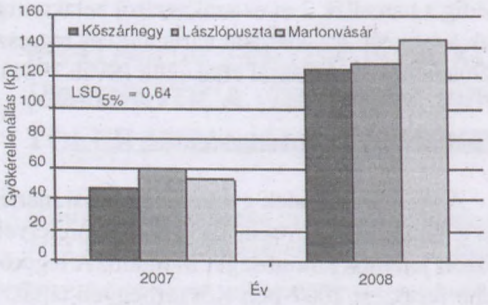
Feltételezhető, hogy mivel jelentős különbségek voltak a gyökér-ellenállási értékek között, a 41 vizsgált genotípusnak eltérő szintű a toleranciája a károsítóval szemben *(3. ábra)*.



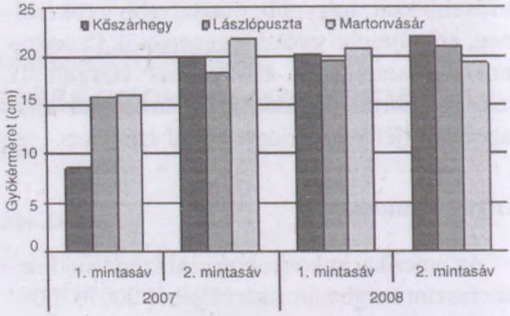
1. ábra. A gyökérkártétel mértéke a hibridek átlagában (2007–2008)



2. ábra. A regenerálódás gyakorisági eloszlása (Kőszárhegy, 2007)



3. ábra. A különböző termőhelyeken mért gyökérellenállás nagysága a hibridek átlagában (2007–2008)



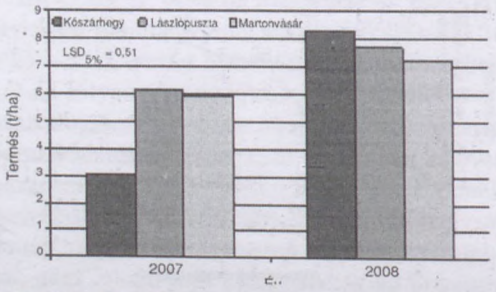
4. ábra. A különböző termőhelyeken mért gyökérméret nagysága a hibridek átlagában (2007–2008)

Különösen szembetűnő a két év közötti nagy különbség, noha az Iowa-skála szerinti fertőzöttség mértékében a két év nem különbözött jelentősen egymástól. A különbség okát a két év eltérő csapadékellátottságában kereshetjük: 2007-ben szárazság korlátozta a növények fejlődését, 2008-ban jóval kedvezőbb volt a kukorica számára a csapadékellátás. Ezt támasztja alá a gyökérátmérő értékeinek az alakulása is *(4. ábra)*. 2008-ban a károsítás ellenére a megmaradt gyökerek átmérője lényegesen nagyobb volt, mint 2007-ben.

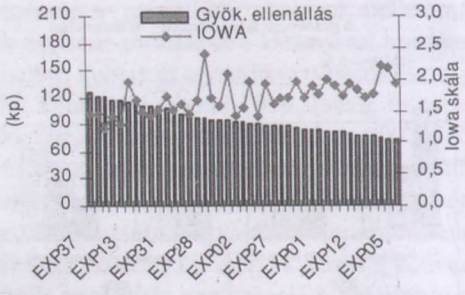
A kísérletekben mért termésmennyiségek is a két év klimatikus viszonyainak a különbözőségét mutatják *(5. ábra)*. 2008-ban a fertőzöttség az előző évihez hasonló volt, de a több csapadéknak köszönhetően jobb volt a talaj vízellátása, aminek eredményeként a hibridek termésátlaga csaknem 50%-kal haladta meg a 2007. évi termésátlagot.

Bár a termés kialakulására a klimatikus viszonyok döntő hatással voltak, a fertőzöttség (Iowa-skála) és a termésmennyiség között 2007-ben r=0,703***, 2008-ban r= 0,409*** szintű pozitív korrelációt találtunk. A nagyobb kártétel miatt kisebb lett a termés. A gyökérellenállás és a termés közötti kapcsolat csak 2007-ben volt megbízható (r=0,673***). Ezek az értékek a kukoricabogár terméscsökkentő hatását mutatják, s rávilágítanak arra is, hogy a károsítás száraz klíma esetén még súlyosabb mértékű lehet.

A gyökérellenállást jó mutatónak találtuk a gyökérkártétel jellemzésére. Az évek és a kísérleti helyek átlagában az értékek széles tartományban mozogtak (72–126 kp) és közepesen szoros korrelációban álltak (r=0,615***) az Iowa-skála értékekkel (1,2–2,4) *(6. ábra)*. A nagyobb gyökérellenállási értékű hibridek gyökérkárosodása szignifikánsan kisebb volt, mint a kisebb gyökérellenállású hibrideké. A szárazabb kísérleti évben (2007) a korreláció szorosabb (r=0,768***), a csapadékosabb évben (2008) lazább (r=0,378***) volt.



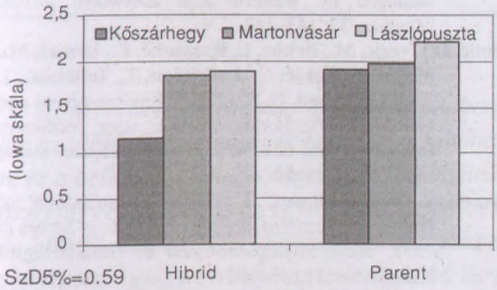
5. ábra. A termésmennyiségek a különböző termőhelyeken a hibridek átlagában (2007–2008)



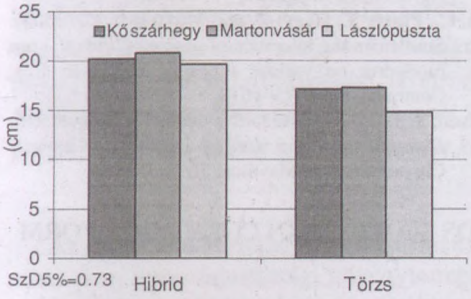
6. ábra. A kukoricahibridek gyökérellenállási és fertőzöttségi (Iowa-skála) értékei (3 hely, 2 év és 2 mintázás átlagában)

2008-ban mindhárom helyen meghatároztuk a hibridek és szülői komponenseik ellenállóságát a kukoricabogárral szemben. Az Iowa-skála értékei szerint a törzsek 20%-kal erősebb gyökérfertőzést mutattak, mint a hibridek *(7. ábra)*.

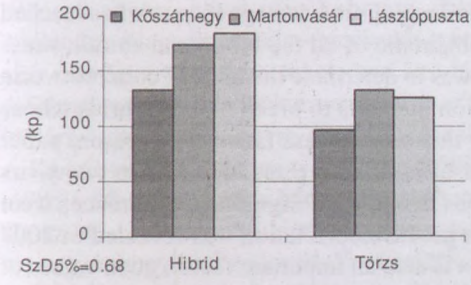
A beltenyésztett vonalak gyökérátmérője kisebb *(8. ábra)* és a gyökérellenállási értékei is kisebbek *(9. ábra)*, mint a hibrideké. A szülők átlagához képest a gyökérátmérő esetében a heterózis mértéke 140%, ez az érték a gyökérellenállóképességnél 123%. Mindamellett jelentős szórást figyeltünk meg a beltenyésztett vonalak gyökér-ellenállóképességében. A leggyengébb beltenyésztett vonal gyökér-ellenállóképesség nagysága 37 kp, a legerősebb 129 kp volt, azaz a talajból történő kihúzása több mint háromszor nagyobb erőkifejtést igényelt.



7. ábra. A különböző termőhelyeken mért gyökérkártétel mértéke a hibridek és a törzsek esetében (1. mintázás, 2008)



8. ábra. A különböző termőhelyeken mért gyökérnagyság a hibridek és törzsek esetében (1. mintázás, 2008)



9. ábra. A különböző termőhelyeken mért gyökérellenállási értékek a hibridek és a törzsek esetében (1. mintázás, 2008)

Összefoglalás

Megállapítottuk, hogy a vizsgált 41 kukoricahibridnek eltérő a toleranciaszintje az amerikai kukoricabogárral szemben. A tolerancia főleg a hibridek eltérő külső jegyeiből adódik, mint például az erősebb, nagyobb regenerációra képes gyökérrendszer. A vizsgált anyagok közül három hibrid esetében kiemelkedően nagy volt a gyökér regenerálódási képessége. A gyökérregeneráció mértéke egyrészt az adott hibridtől, másrészt a környezeti tényezőktől is függ. Az eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált kukoricagenotípusok toleranciaszintje eltérő a kukoricabogárral szemben, valamint a gyökérregeneráció mértékében is vannak lényeges eltérések a genotípusok között, amit szelekció során figyelembe kell vennünk. Az általunk alkalmazott gyökérellenállás-mérésen alapuló szelekciós módszer, kiegészítve gyökérdőlés- és Iowa-skála szerint értékelt gyökérkártétel-vizsgálat felvételezéssel megfelelő módszer lehet arra, hogy nagy számú kukoricagenotípus toleranciaszintjét viszonylag gyorsan megállapíthassuk. A beltenyésztett vonalak gyökérátmérője kisebb, és a gyökérellenállási értékei is kisebbek, mint a hibridekéi. A gyökérátmérő esetében a heterózis mértéke 140%, ez az érték a gyökér-ellenállóképességnél 123%. A beltenyésztett vonalak gyökér-ellenállóképességében a hibridekhez képest jelentősebb különbségeket figyeltünk meg. A leggyengébb beltenyésztett vonal gyökér-ellenállóképesség nagysága 37 kp, a legerősebbé 129 kp volt. A heterózis alacsony szintje és a különbség széles tartománya módot ad a beltenyésztés ideje alatt az eredményes szelekcióra.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a *Jedlik Ányos* (Project szám: *KUKBOGMV OM00063/2008*) *NKFP* pályázat és az *AGRISAFE* Project (*EU-FP7-REGPOT 2007-1 No. 203288*) támogatta.

IRODALOM

Árendás T., Bónis P., Szőke Cs., Vuts J. és **Tóth M.** (2009): A kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) kártétele és az imágó rajzásdinamikája trágyázási tartamkísérletekben. Növényvédelem, 45: 291–296.

Hibbard, B. E., Darrah, L. L. and **Barry, B. D.** (1999): Combining ability of resistance leads and identification of a new resistance source for western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae in corn. Maydica, 44: 133–139.

Ivezic, M., Tollefson, J. J., Raspudic, E., Brkic, I., Brmez, M. and **Hibbard, B. E.** (2006): Evaluation of corn hybrids for tolerance to corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval feeding. Cer. Res. Commun. 34: 1001–1007.

Keszthelyi S. (2006): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) 2005. évi rajzása egy talajfertőtlenített kukoricatáblában az időjárás függvényében. Növénytermelés, 55: 173–182.

Keszthelyi S., Vörös G., Szeőke K. és Fischl G. (2009): Az árukukorica növényvédelme. Növényvédelem, 45: 257–277

Krysan, J. L. and **Miller, T. A.** (1986): Methods for study of pest *Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, USA.

Nagy G., Komáromi J. és **Kiss J.** (2003): Az amerikai kukoricabogár lárvakártételének hatása a monokultúrában termesztett kukorica terméseredményeire. Gyakorlati Agrofórum, (Extra 4): 9–10.

Owens, J.C, Peters, D.C. and **Hallauer, A.R.** (1974): Corn rootworm tolerance in maize. Environ. Entomology, 3: 767–772.

Painter, R.H (1951): Insect Resistance in Crop Plants. University of Kansas Press, Lawrence, KS.

Riedell, W. E., Gustin, R. D. and **Beck, D. L.** (1992): Effect of irrigation on root growth and yield of plants damaged by western corn rootworm larvae. Maydica, 37: 143–148.

Šimić, D., Ivezic, M., Brkiæ, I., Raspudić, E., Brmez, M., Majiæ, I., Brkić, A., Ledenćan, T., Tollefson, J. J. and **Hibbard, B. E.** (2007): Environmental and genotypic effects for western corn rootworm tolerance traits in american and european maize trials. Maydica, 52: 425–430.

Sivcev, I. and **Tomasev, I.** (2002): Distribution of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Serbia in 1998. Acta Phytopatholigica et Entomologica Hungarica, 37: 145–153.

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Széll, E., Zsellér, I., Ripka, G., Kiss, J. and **Princzinger, G.** (2005): Strategies for controlling Western corn rootworm *(Diabrotica virgifera virgifera)* Acta Agronomica Hungarica, 53: 71–79.

Szőke, C., Pintér J., Hegyi Z. and **Marton L. C.** (2008): Studies on the tolerance of maize hybrids to corn rootworm on various types of soil. Cer. Res. Commun., 36: 1675–1678.

Tollefson, J. J. (2007): Evaluating maize for resistance to *Diabrotica virgifera virgifera* Leconte (Coleoptera: Chrysomelidae). Maydica, 52: 311–318.

STUDIES ON THE TOLERANCE OF MAIZE HYBRIDS TO WESTERN CORN ROOTWORM (DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA LECONTE)

Cs. L. Marton, Cs. Szőke, F. Rácz and **J. Pintér**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

The corn rootworm, which has been introduced from North America, is becoming an increasingly serious problem for maize producers in Hungary. In several regions the damage it causes has reached the threshold of economic loss, making it the most problematic of all the biotic and abiotic stress factors faced by maize growers. The aim of the research was to determine the level of corn rootworm tolerance in various maize genotypes and to use selection methods to breed maize hybrids whose tolerance level provided satisfactory protection against this biotic stress factor. The present paper describes studies on the tolerance level of 41 Martonvásár hybrids at three locations in two years (2007–2008) and that of the parental lines at two locations in one year. Significant differences were found in the tolerance levels of the hybrids, and a close positive correlation was revealed in 2007 between root-pull resistance and yield. Root regeneration is also an important factor, good values of which were found for three hybrids. Inbred lines had smaller root diameter and lower root pull resistance than hybrids. The heterosis on root diameter was 140%, while in case of root pull resistance the heterosis is 123%.

A KLÍMATÉNYEZŐK VÁLTOZÉKONYSÁGÁNAK HATÁSA A GABONAFÉLÉK BETEGSÉGEIRE

Bencze Szilvia, Balla Krisztina, Varga Balázs és **Veisz Ottó**
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében, Martonvásáron 2005 óta tartamkísérletben vizsgáljuk az időjárási szélsőségek hatásait a gabonafélék fejlődésére, termésére, a szemtermés minőségére és a betegség-ellenállóságra. Közleményünk az egyes évek hőmérséklet- és csapadékviszonyainak összefüggéseit elemzi az egyes kórokozók éves megjelenésével és dinamikájával. A négy vizsgálati év bővelkedett extrém időjárási eseményekben, melyek mind a növények fejlődésére, mind a növénybetegségekre erősen hatottak. A 2006 őszétől 2007 tavaszáig fennálló, az átlagosnál jóval melegebb, igen száraz időszak felgyorsuló egyedfejlődést okozott, egyúttal lehetővé tette a lisztharmat és a növényi kártevők áttelelését is, ami korai fertőződést, illetve vírusjárványt idézett elő. A levélrozsda megjelenése az egyes években összeköthető volt a 22 °C-ot meghaladó maximumhőmérsékletű napok előfordulásával, és így a fertőződés súlyossága is arányos volt a fertőzés időszakának kezdetével és hosszával. Így például 2008-ban csak igen későn, június elején jelentkezett fertőzés, míg 2009-ben már április végére kialakultak léziók, melynek következménye 2008-ban minimális fertőzés, 2009-ben a legsúlyosabb levélrozsdajárvány volt a vizsgálati időszak négy éve alatt. Fuzáriumfertőzés 2006-ban, 2007-ben és 2008-ban jelentkezett, amikor éves szinten a legtöbb csapadék júniusban hullott le. A lisztharmat károkozása minden évben jelentős volt.

Az időjárás változékonysága alapjaiban határozza meg a mezőgazdasági növénytermesztés biztonságát. A Föld ökoszisztémája az utóbbi 100 évben rohamos és egyre gyorsuló változásoknak van kitéve. A légkörben jelenlevő üvegházhatást okozó gázok mennyisége ugyan csekély, de gyors növekedésük hatása drámai. A globális átlaghőmérséklet-emelkedés mértéke akár már egy évtizeden belül elérheti az 1 °C-ot. A fölmelegedés egyik következménye az extrém időjárási események egyre gyakoribbá válása. A Kárpát-medencében leggyakrabban előforduló időjárási szélsőségek a hőmérsékleti anomáliák, az időszaki csapadékhiány vagy az egyszerre, nagy mennyiségben lezúduló csapadék, melyek csaknem bármely kombinációja előadódhat az egyes években, jelentős termésveszteséget, illetve a szemtermés minőségének romlását idézve elő. A globális fölmelegedés és az időjárási szélsőségek azonban befolyásolják a növényi kártevők elterjedését és a kórokozók virulenciáját, illetve a gazdanövények ellenálló képességét is. A betegségek időjárástól függő éves változásainak nyomon követése céljából 2005-ben szántóföldi tartamkísérletet indítottunk az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében állandó gabonagenotípuskörrel. Meghatározzuk az időjárási anomáliák hatását a gabonafélék produkciójára és a szemtermés minőségére, valamint a betegségek évenkénti megjelenésének változásaira, és tanulmányozzuk a kórokozó gombák hatásait is a termésre és a szemtermés minőségére. Közleményünkben – jelentőségüknél fogva – részletesen az időjárási szélsőségek és a kalászos gabonafélék lisztharmat, valamint a levélrozsda fertőzésének kapcsolatával foglalkozunk.

Anyag és módszer

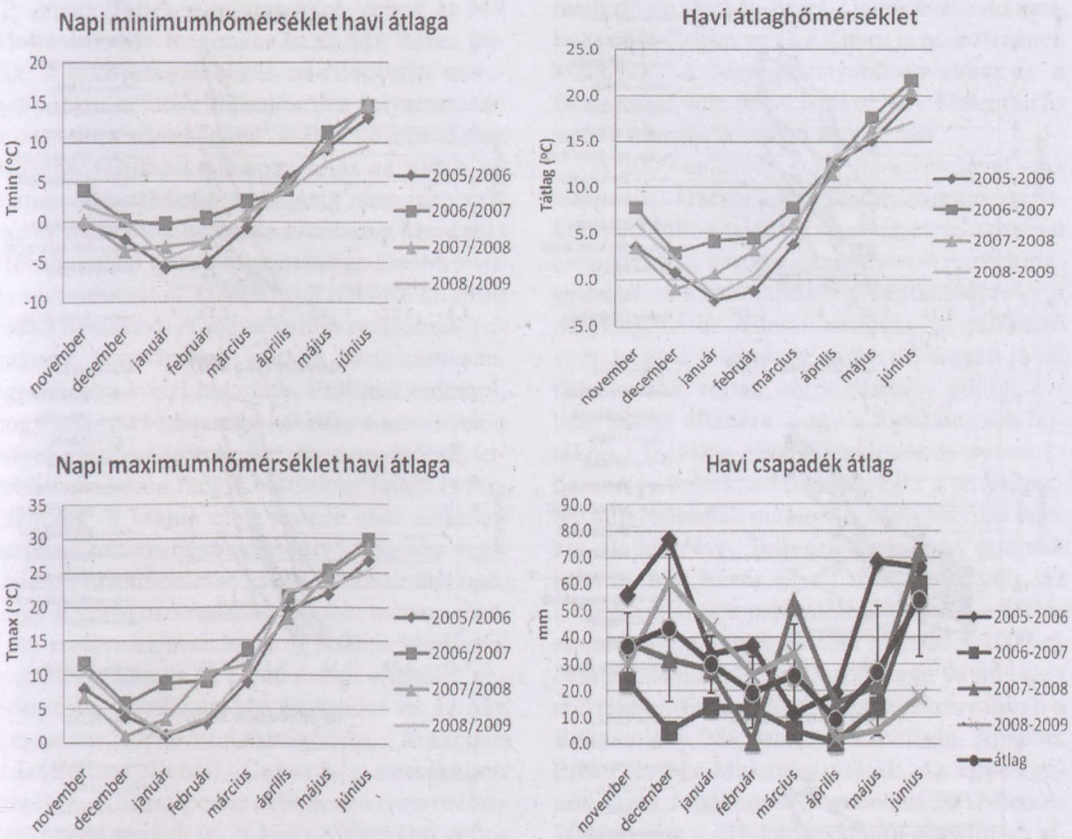
A vizsgálat éveiben ideális vetésidőben és tőszámmal Martonvásáron a következő őszi gabonafajokat és -fajtákat vetettük el: őszi árpa: Petra (A), őszi búza: Bezostaja 1 (RU), Ukrainka (UK), Cubus (D), Apache (FR), Libellula (I), Mv Regiment (H), Mv Mambó (H), Mv Béres (H), Mv Emma (H), őszi durum búza: Mv Makaróni (H), őszi tritikálé: Presto (PL), Kitaro (PL), tavaszi búza: Lona (CH), tavaszi árpa: Jubilant (SK), Prudentia (USA), tavaszi zab: Mv Pehely (H), Kwant (PL). A kísérletet négy-négy ismétlésben, gombás betegségek és kártevő rovarok elleni vegyszeres védelemben két alkalommal részesített (permetezett), és nem védett (csak kártevő rovarok ellen védett, gombás betegségek ellen nem permetezett, NP) körülmények között végeztük. Az időjárási elemeket (hőmérséklet, csapadék) a nap 24 órájában rögzítettük. A lisztharmat-, levélfoltosság- és levélrozsda-fertőzöttséget heti rendszerességgel a 0–9 skála szerint értékeltük érésig (Stubbs és mtsai 1986). A lisztharmat- és levélfoltosságtüneteket az éppen aktuális növényállapot szerinti levélszintekhez képest állapítottuk meg, a levélrozsdát a lombozat borítottság mértékében osztályoztuk. A vírusos és fuzáriumos megbetegedéseket a fertőzöttség tüneteit mutató növények, illetve kalászok százalékos megoszlása alapján határoztuk meg. Szárrozsdafertőzés egyik évben sem volt.

Eredmények és következtetések

Az időjárási elemek éves anomáliái

A hőmérséklet havi átlagértékeiből szembetűnő, hogy a legnagyobb eltérések az őszi-téli periódus alatt adódtak *(1. ábra)*, és paradox módon éppen a „szeszélyes" április volt évről évre stabilan állandó. A havi csapadékmennyiség éves különbségei is ebben a hónapban voltak a legkisebbek, igaz azonban az is, hogy valamennyi hónap közül a vizsgálat négy évében ebben a hónapban esett a legkevesebb csapadék. A csapadékmaximum a négy évből háromban júniusban volt, amikor a növények már értek. A legnagyobb csapadékanomáliák decemberben, márciusban és májusban jelentkeztek. A gabonatermesztést különösen ez utóbbi tavaszi hónapok érintették igen érzékenyen, ilyenkor már rendszerint kimerülőben volt a talaj vízkészlete. A négy év adatai azt mutatták, hogy az őszi-tél eleji maximum után fokozatosan csökkent a csapadék mennyisége, áprilisra érve el minimumát, és későbbi emelkedésének hatása csak a vegetációs periódus végére volt általában számottevőbb. Az általános tendenciákon túl azonban számos extremitás volt megfigyelhető. A 2006/2007-es évben már ősztől kezdve minimális volt a csapadék, csak júliustól kezdődően (az ábrán már nem látható) esett le az év első felében hiába várt eső. 2008-ban egy szinte száraz február után márciusban kiemelkedően nagy csapadékhozam volt. 2005/2006-ban ezzel szemben márciusban volt a legkevesebb a csapadék, a tenyészidőszak pedig kimondottan nedves volt. Az eddig megfigyelt, kedvezőtlen tendenciák azonban felhívják a figyelmet arra, hogy égető szükség van a talajok vízgazdálkodásának javítására és a helyes talajművelési módok megválasztására.

A csapadékeloszlás jellegéből adódó farkasfogszerű mintázatával szemben a hőmérséklet változásának éves ciklusa kiegyenlítettebb volt, elemei egymással jobban összefüggtek, ami nagyobb, globálisabb léptékű klímahatások lehetőségét veti fel. A 2005/2006-os évben volt a tél a legkeményebb, a január-február havi minimumhőmérsékletek átlaga a –5 °C-ot is elérte, és a március is ez évben volt a leghidegebb (0 °C alatti minimumátlaggal). A tenyészidőszak hátralevő részében is a varianciatartomány alsó felében maradt mind a maximum-, mind az átlaghőmérséklet értéke, összességében egy hűvös és csapadékos évet rajzolva ki. A rákövetkező év a másik véglettel jelentkezett, az extrém meleg ősz-tél, számottevő csapadék nélkül, majd a szintén száraz tavasz és csapadékosabb nyár 2006/2007-et a vizsgálat évei közül legmelegebbé tette. 2007/2008 évben a december már hidegebb volt az átlagosnál, a többi hónapban az átlaghőmérséklet közepesnek volt mondható.



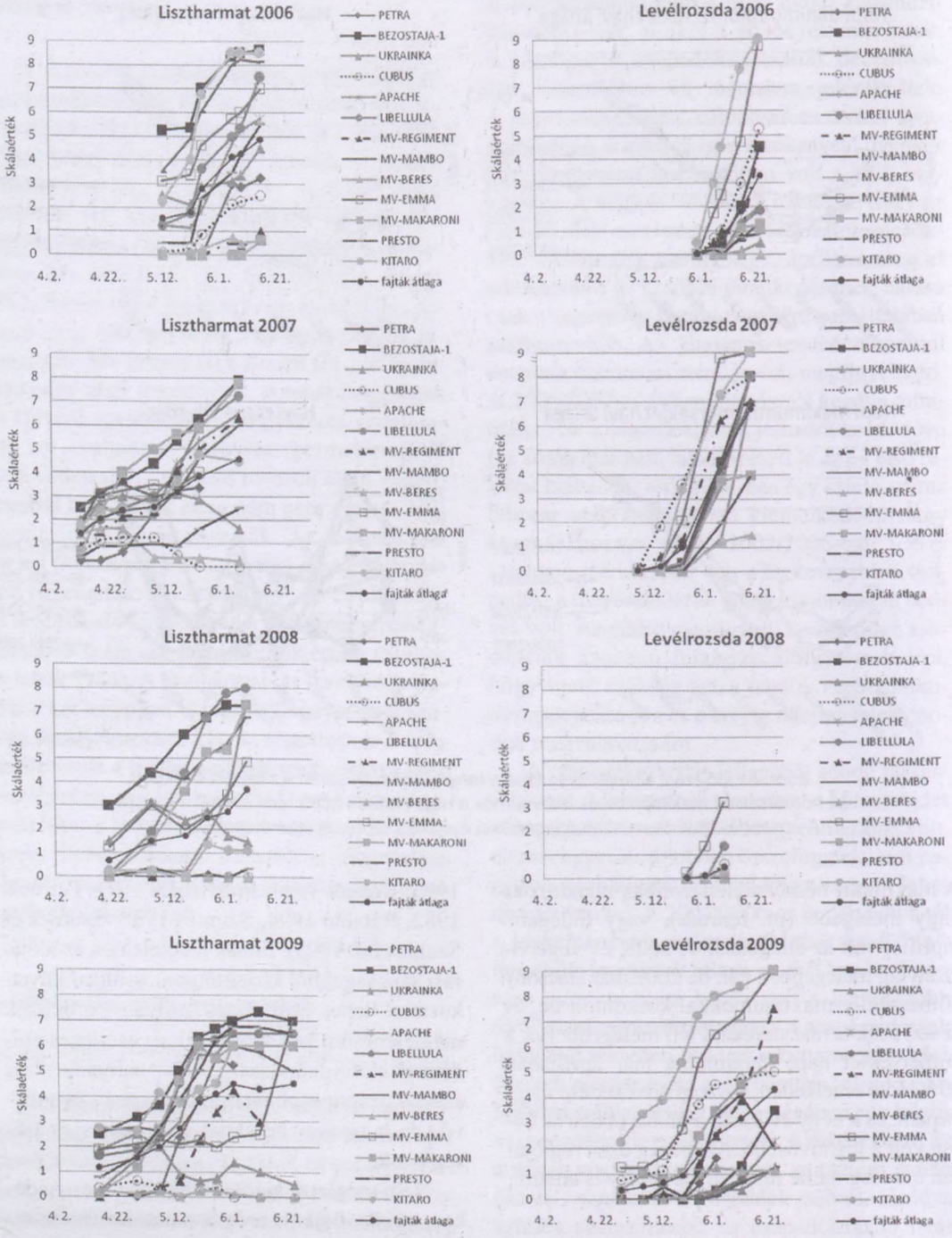
1. ábra. Az időjárási elemek alakulása a tenyészidőszak során a kísérleti években.
(A hőmérsékleti maximumok és minimumok a napi értékek adott havi átlagát mutatják.
A csapadék havi összesített átlagértékei mellett a szórásértékeket tüntettük fel.)

A maximum-hőmérséklet azonban ingadozóan vagy melegebb (pl. február), vagy hidegebb (április) volt az átlagosnál. A 2008. év vége viszonylag melegebben telt, de 2009 már alacsony hőmérséklet-maximumokkal köszöntött be, és az idő csak tavasz derekára lett melegebb. Bár a hőmérséklet napi maximuma már áprilisban 20 °C fölé emelkedett, további növekedése megtorpant, és a négy év közül a június ebben az évben volt a leghűvösebb. Az ország ezen régiójában a meleg mellé még súlyos aszály is társult.

A növényi betegségek alakulása az egyes években

A különféle patogén szervezetek környezeti igényei elég jól ismertek (Békési 2002, Benedek 1993, Kükedi 1994, Mesterházi 1991, Petróczi 1982, Rátainé 1994, Szunics 1988, Szunics és Szunics Lu. 1995). Ennek megfelelően az időjárási sajátságokból közelítő pontossággal következtetni lehet arra, hogy milyen kórokozók megjelenésére kell számítani, és esetleges epidémiák előfordulhatnak-e. A lisztharmatfertőzés az őszi genotípusoknál minden évben számottevő, de a tavaszi fajtáknál minimális jelentőségű volt.

Nem meglepő módon 2006-ban a csapadékos, hűvös időjárás erős lisztharmat-fertőzöttséget okozott, a nagyon fogékony fajtákon (Bezostaja-1, Kitaro és Mv Mambó) a fertőzés erőssége megközelítette a maximális értéket, még a kalászokon is megjelent a kórokozó



2. ábra. A lisztharmat és a levélrozsda megjelenése és a betegségek lefolyása a kísérleti években. (Genotípusonként négy parcella adatai alapján számított átlagérték van feltüntetve a kórokozók megjelenésétől érésig)

(2. ábra). Teljesen rezisztensek voltak az Mv Makaróni, Mv Regiment és az Mv Béres fajták. A rákövetkező évben az átlagosnál melegebb télen az áttelelő lisztharmat folyamatosan jelen volt a növényeken, május közepére már erősebb fertőzést okozott, mint az előző év azonos időszakában. A májusig tartó igen száraz és meleg idő hatására azonban a betegségelőrehaladási görbe meredeksége kisebb volt, és maximumát is kisebb értéknél érte el, mint előző tavasszal. A mérsékelten rezisztens–fogékony genotípusok görbéi párhuzamosan, egymáshoz közel haladtak. Említést érdemel, hogy a tavaszi szárazság hatására a növények a növekedésben erőteljesen visszamaradtak, kisebb mértékben még a rezisztens fajták is fertőződtek, a május eleji esőzés után azonban hirtelen növekedésnek indulva részben vagy teljesen tünetmentessé váltak. Valószínűsíthető, hogy a kórokozó rasszösszetétele is megváltozott, melyre az utal, hogy egyedül a Mv Béres maradt rezisztens az előző évben ellenálló genotípusok közül, az Mv Makaróni és az Mv Regiment már erősen fertőződött, a korábban mérsékelten ellenálló Cubus és a mérsékelten fogékony Presto pedig ebben az évben rezisztensnek bizonyultak. A legfogékonyabb genotípusok a Bezostaja-1, Mv Makaróni és a Libellula voltak, ez utóbbin azonban – a genotípusra minden évben jellemzően – kevesebb pusztula képződött egységnyi felületen, így összességében a fertőzés enyhébb lefolyású volt.

2008-ban a kísérletet a tenyészkertnek egy távolabbi részében vetettük el, ahol a talaj sajátosságai és a mikroklíma is eltért a többi évekétől. A rosszabb vízmegtartó képességű és gyengébb tápanyag-ellátottságú, napfénynek, szélnek jobban kitett területen az eredmények nem elsősorban a csapadék- és hőmérsékleti viszonyoknak megfelelően alakultak. Az előző igen száraz évet meghazudtolóan alacsony szintre csökkent le a tenyészidőszak során a talajnedvesség-tartalom, és a növények még az előző évinél is alacsonyabbak lettek, kalászolásuk és érésük a megelőző évihez hasonlóan korai volt. A négy vizsgálati év közül a legtöbb ellenállónak minősülő fajtán ebben az évben volt a legkisebb a lisztharmatfertőzés. Az Mv Béres, Cubus és Presto mellett az Mv Regiment és a Kitaro is rezisztensnek bizonyult. A legfogékonyabb továbbra is a Bezostaja-1 volt, de a Libellula, Mv Makaróni és az Mv Mambó is erősen fertőződtek.

A 2009-es évben – április kivételével – az átlagosnál alacsonyabb napi maximumértékeket mértünk, a tavasz és a nyár eleje azonban csapadékban nagyon szegény volt, ezzel magyarázható a lisztharmat-epidémia május végi megtorpanása. Általánosságban is jellemző volt, hogy a telepek az egész növényen jóval ritkásabbak voltak, mint bármely addigi évben, annak ellenére, hogy a fogékonyabb fajtákon a léziók a zászlósleveleken is nyomokban megjelentek, a fertőzöttséget a ténylegesnél súlyosabbnak mutatva a skála szerinti értéket alapul véve. Teljesen rezisztens fajtának idén az Mv Béres és a Cubus bizonyult, az Ukrainkánál is a parcellák többségén a fertőzés mértéke a 3-as érték alatt maradt. A 2007-es évhez hasonlóan a fajták többsége valamilyen mértékben fertőződött, a legfogékonyabbak a Bezostaja-1, Mv Mambó, Libellula, Apache, Presto és Mv Makaróni voltak. Az egyes genotípusok fogékonysága azonban 2007-ben és 2009-ben is – egy-két kivételtől eltekintve, pl. Presto 2009-ben fogékonynak bizonyult – nagyon hasonló volt.

A levélrozsda a vizsgálati évek második legjelentősebb kórokozója volt, nem csak a megjelenés időrendje, hanem az okozott fertőzés súlyossága miatt is *(2. ábra)*. E gombafajon, a nagyobb hőigény miatt és a fertőzés jellegéből adódóan is, a tünetek megjelenése a napi maximum-hőmérséklettel és a nagyobb relatív páratartalommal mutatott összefüggést. Továbbterjedése a megjelenés után azonban robbanásszerű volt. Így a fertőzés súlyossága attól függött elsősorban, hogy a fogékony fajtákon mely időpontban jelent meg a fertőzés, illetve az érés mikor következett be. Ha az időjárás kedvezett, és a gomba számára elegendő idő állt rendelkezésre, valamennyi genotípuson létrejött sporuláció, még ha ennek mértéke gyengébb volt is. Valamennyi évben rendkívül fogékony genotípusok voltak a Kitaro és az Mv Emma, de a Cubus is igen könnyen fertőződött, 2007-ben például

ezen a genotípuson jelent meg először a fertőzés. Az Mv Regimenten általában kisebb késéssel jelentkezett a levélrozsda, de annál gyorsabb ütemben terjedt tovább. A lisztharmatra és levélrozsdára is fogékony genotípusokon megfigyelhető volt, hogy a kisebb hőmérsékletigényű, a tenyészidőszakban korábban jelentkező lisztharmattal fertőzött alsó levelek leszáradásával párhuzamosan a levélrozsda a fiatalabb leveleken tömeges sporulációba kezdett (pl. Mv Emma, Kitaro). A legrezisztensebb fajta az Mv Béres volt, néhány másik genotípus (Mv Mambó, Ukrainka és a Presto) többé-kevésbé ellenállóként viselkedtek.

2006-ban a rozsda viszonylag későn, csak június elején jelentkezett, amikor a hőmérséklet magasabb lett. 2007-ben ezzel szemben a korai meleg miatt már május második harmadában fertőzni kezdett és a növények egy hónap múlva elkezdődött éréséig erős fertőzöttség alakult ki. A 2008-as, speciális feltételei miatt már említett év a lisztharmathoz hasonlóan nem kedvezett a levélrozsdának sem. A betegség csak május végén jelentkezett, az átlagosnál hűvösebb április után, és mivel az aszályos körülmények miatt már két hét elteltével elkezdődött az érés, jelentősebb fertőzés nem tudott kialakulni. 2009-ben azonban áprilisban egy hosszabb periódus után, amikor 23 °C körüli napi maximumhőmérsékletek alakultak ki, már a hónap közepén (04. 16-án) megfigyeltük az első uredotelepeket. A nagyon korán jelentkező fertőzés terjedése azonban a májusi hűvösebb idő miatt némiképp fékeződni látszott. A vegetációs periódus hosszúra nyúlása azonban kedvezett a gombának, és a négy év közül ebben alakult ki a legsúlyosabb epidémia. A kísérleti években a tavaszi genotípusokon általában gyenge fertőzés volt, csupán a Lona és a Prudentia voltak mérsékelten fogékonyak 2007-ben és 2009-ben.

A 2006/2007 enyhe tele kedvezett a vírusvektorok (kabócák, levéltetvek) áttelelésének is, melynek következménye egy kora tavaszi súlyos vírusos fertőzés lett. Különösen erős volt a törpeséggel is járó fertőzés az Mv Makaróni, és a Bezostaja-1 genotípusokon, de több más fajta parcelláján is megfigyelhetők voltak vírustüneteket (sárgacsíkosság, antociános elszíneződés) mutató növények.

A levélfoltosság-tüneteket okozó gombafajok szántóföldi elkülönítésének korlátai miatt erről itt csak rövidebben kívánunk szólni, megjegyezve, hogy az ebbe a tünetcsoportba sorolható jellegek szerepe általában kicsi volt az őszi árpafajta kivételével, melyen minden évben jól tetten érhetően menetrendszerűen jelent meg a kórokozó, és a léziók a zászlóslevélen is megfigyelhetőek voltak. 2008-ban az őszi búzafajták között is több genotípus fertőződött gyaníthatóan, de a levélfoltosság fajok elkülönítése a lisztharmattal szembeni hiperszenzitív reakciótól nehézséget okozott. További vizsgálatok során tisztázásra vár még az időközben felmerült gyanú, mely szerint a két kórokozó egymás mellett egyidejűleg, azonos növényen is jelen lehet.

A fuzáriumgombák szerepe már az élelmiszer-biztonsági szempontok miatt is jelentősebb volt, 2006-ban, 2007-ben és 2008-ban a Bezostaja-1 és az Ukrainka fertőződtek erősebben, a kalászok több mint 20%-án volt fertőzött kalászka. Ezekben az években a fajták többségében volt fuzáriumfertőzés, de csak a kalászok kisebb hányadában. Évjárattól függően változóan fogékony volt az Apache, az Mv Emma, az Mv Regiment, az Mv Mambó, a Cubus és az Mv Makaróni is. A 2009-es év volt az egyetlen, amikor szinte semmi fertőzést nem találtunk, aminek az lehet a magyarázata, hogy a vizsgált időszakban ez volt az egyetlen év száraz júniussal.

A vizsgálat négy évében az extrém körülmények meghatározóak voltak mind a növények fejlődése, mind a kórokozók szempontjából. A vegetációs periódus alatti magasabb hőmérséklet korai kalászolást és érést okozott. A csapadékviszonyok rapszodikussága különösen erősen limitálta a növények fejlődését, illetve a sok csapadék és az érés alatti párásabb körülmények elősegítették a fuzáriumgombák fertőzését. Az enyhébb téli hőmérséklet kedvezett a lisztharmat és a növényi kártevők áttelelésének, nőtt a vírusfertőzöttség, ezzel szemben a kora tavasszal jelentkező nyárias meleg súlyos levélrozsda-epidémiát váltott ki. Valamennyi kísérle-

ti évben a gombaölő szeres kezelés jelentős többlettermést eredményezett a fajták átlagában (nagy genotípusbeli eltérésekkel, itt nem közölt adatok). A permetezés hatására a legnagyobb különbség a legszárazabb 2007-es évben volt, amikor a termés a legkevesebb volt.

Köszönetnyilvánítás

A kísérleteket az *OM-0047/2005*, az *OTKA K-63369* és az *AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1* pályázat támogatta.

IRODALOM

Békési P. (2002): Visszatekintés az őszi búza ez évi kórtani helyzetére. Agrofórum, 13: (10): 13–16.

Benedek P. (1993): A rozsdabetegségek epidemológiája és előrejelzése. Növényvédelem, 29: (11): 513–515.

Kükedi E. (1994): A termesztéstechnika, időjárás és a kórokozók közötti kapcsolatokról. Agrofórum, 10: 6–7.

Mesterházi Á. (1991): Betegség-ellenállóság a gabonafélékben, helyzetkép. Növényvédelem, 27: (8): 343–348.

Petróczi I. (1982): Szántóföldi növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Rátainé V. R. (1994): Rozsdabetegségek a gabonában. Agrofórum, 11: 24–25.

Stubbs, R.W., Prescott, J.M., Saari, E.E. and **Dubin, H.J.** (1986): Cereal Disease Methodology Manual. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Mexico

Szunics L. (1988): A búzaliszthármat fiziológiai specializációja, virulenciája; rezisztencianemesítés. Doktori értekezés, Martonvásár

Szunics L. és **Szunics Lu.** (1995): Búzafajták szántóföldi levélrozsda-ellenállósága. Növénytermelés, 44: (2): 109–120.

EFFECT OF CLIMATE ANOMALIES ON CEREAL DISEASES

Szilvia Bencze, Krisztina Balla, B. Varga and **O. Veisz**
Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, H-2462 Martonvásár, P.O. Box 19.

A long-term experiment was started in 2005 in the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences in Martonvásár to monitor the effects of extreme climatic events on the development, grain yield, quality and disease resistance of cereals. The connection between the annual temperature and precipitation characteristics and the epidemics of pathogen organisms is studied here. The four years of investigation were rich in weather anomalies, which had a substantial effect on both plant development and disease performances. The very long dry period from autumn till spring in 2006/2007, which also was a lot warmer than the average, resulted in a faster plant development and a substantial yield loss. Because of the very mild winter, powdery mildew and leaf parasites survived very well, causing an early infection of plants and virus epidemic. The emergence of leaf rust was in relation with the maximum daily temperatures being above 22 °C in each year and, as a consequence, the severity of the epidemic was a question of the start and length of the infection period. In 2008, for example, leaf rust was observed very late – at the beginning of June – while lesions were encountered as early as the end of April in 2009, resulting in a minor infection or the most severe epidemic during the four study years. Fusarium head blight infected plants more in 2006, 2007 and 2008 when the highest precipitation throughout the whole vegetation period fell down in June while the damage caused by powdery mildew was significant every year.

TECHNOLÓGIA

A KUKORICA FUZÁRIUMOS BETEGSÉGEI ELLEN ALKALMAZHATÓ VÉDEKEZÉSI ELJÁRÁSOK

Szőke Csaba, Pintér János, Rácz Ferenc és Marton L. Csaba

MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete
2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Hazánkban a kukorica a gabonaféléket követően a második legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk, vetésterülete 2009-ben 1 200 166 ha volt (KSH 2009). A takarmánykukorica termesztése a gazdálkodók körében még jelenleg is népszerű, mivel felhasználása sokrétű (takarmány- és energianövény, élelmiszer, ipari alapanyag), könnyen beilleszthető a vetésváltásba és termesztése – bár egyre kisebb mértékben – még jelenleg is gazdaságos. A gazdaságos termeszthetőségét több negatív tényező is nagymértékben befolyásolja: a jelenleg kiszámíthatatlan piaci viszonyok, a kukoricatermesztés új kihívásai és a termés minőségét és mennyiségét csökkentő kedvezőtlen abiotikus (aszály) és biotikus tényezők (kártevők és kórokozók).

Növénykórtani szempontból talán a legjelentősebb kukoricabetegség a kukorica fuzáriózis. A betegséget különböző *Fusarium* fajok okozzák, melyek közül a legjelentősebb a *F. graminearum, F. verticillioides és a F. culmorum*. Ezek a gombák a kukoricát szinte minden fejlődési stádiumban megtámadhatják: csíranövény korban csökkentik a vetőmag vigorát, csírázási százalékát. Ezzel jelentős mértékű csíranövény-pusztulást okoznak, melynek következménye a tőszámcsökkenés. Ha a csíranövény nem rothad el a talajban, akkor a fertőzött kukorica sárgul, vontatottan fejlődik, erős fertőzéskor elpusztul. Kelést követően a vegetációs időszak elején is jelen lévő *Fusarium* fajok a növény föld alatti részeiben lappangva élősködnek. Gyakori tünet a levélhüvelyen, illetve a csupasz szárrészen a lilásvörös elszíneződés.

A *Fusarium* fajok okozta egyik legjelentősebb tünet a szárkorhadás, ami főleg a címerhányás és csőképződés ideje alatt (generatív szakasz) alakul ki. A fiziológiai stressz következményeként a gyökerek és a szár belső szövetei korhadnak, a növény kényszerérett lesz. A szállítószövetek pusztulása miatt csökken a tápanyag-beépülés a szembe, emiatt a csövek kisebbek, s a rajtuk képződött szemek töppedtek lesznek. Ezen kívül a korhadás következményeként kialakuló szártörés és szárdőlés miatt csökken a betakarítható termés mennyisége is.

A virágzástól a vegetáció végéig alakul ki a másik nagyon fontos kártétele: a csőfuzariózis. Megjelenése főleg a csővégeknél kezdődik, a csövön a fehéres, kárminpiros micéliumszövedék utal a fertőzésre. A fertőzött szemek az egészségeseknél kisebbek, felületük ráncos. A *Fusarium* okozta csőpenészesedés közvetlen terméscsökkentő hatása is jelentős, de ennél jóval lényegesebb az általuk termelt mikotoxinok (DON, zearalenon, T2 toxin stb.) által okozott minőségi kártétel. Ezeknek a gomba által termelt mérgeknek mind humán (immunrendszer- és fehérjeszintézis gátlás, valamint igen erős rákkeltő hatás), mind állategészségügyi (gyengébb gyarapodási mérték, szaporodási problémák, elhullás) szempontból jelentős a szerepük. A toxinok az állati termékekben is megjelenhetnek, így egyáltalán nem mindegy az állati takarmányozásban felhasznált termény toxintartalma, hiszen az állati termékekben is kimutatható toxinok az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek minőségét is nagymértékben ronthatják.

A *Fusarium* fajok mindegyike képes a fertőzött növényi maradványokon áttelelni és a talajból micélium útján fertőzni. Másik fertőzési forrás a vetőmag, melynek felületén klamidospórák és konídiumok segítségével fertőz. A betegség kialakulását nagymértékben segítik a száron és csövön kialakult különféle sebzések és sérülések (jégeső, művelő eszközök, rovarkártevők).

Az ökológiai tényezők közül kedvez a betegség kialakulásának, ha a kelés időszakában a

1. ábra. Kukoricacsövön és száron végzett mesterséges inokuláció

talaj nedves és hideg. A virágzás kori aszály a szárkorhadás, a betakarításkori esős idő a csőfuzariózis kialakulásának kedvez.

A betegség ellen a következő védekezési eljárásokat alkalmazhatjuk.

1. Agrotechnikai védekezés

- Kerüljük a monokultúra és a búza-kukorica egymás után termesztését,
- harmonikus tápanyagellátás (170:80:120 kg/ha hatóanyag N:P:K műtrágya),
- optimális tőszám (70–75 ezer növény/ha),
- optimális vetésidő (április 20–25.),
- cold-teszt eredmények figyelembevétele a vetésidő meghatározásához (nagyobb cold-teszt érték, későbbi vetés),
- növényi maradványok aláforgatása.

2. Kémiai védekezés

- Vetőmagcsávázás (kaptán, TMTD, karboxin),
- csemegekukorica és vetőmag-előállítás esetében erős kukoricamoly-, gyapottokbagolylepke-, kukoricabogár-fertőzéskor inszekticides védekezés, mellyel csökkenthetők a csövön és a száron a különböző sérülések.

3. Rezisztencianemesítés

Fuzáriumos szárkorhadással és csőpenésszel szemben rezisztens kukorica nincs, viszont jelentős toleranciakülönbségek vannak a két betegséggel szemben. Az ellenálló képesség nagymértékben függ a környezeti tényezőktől, valamint a genotípus és a környezet kölcsönhatásától, ami miatt az egyes évjáratok adatai közötti összefüggések nagyon gyengék is lehetnek. Ahhoz, hogy megfelelő információhoz jussunk egy nemesítési anyag betegséggel szembeni toleranciájáról, mindenképp mesterséges fertőzés alkalmazása szükséges *(1. ábra)*. A *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia nem fajspecifikus, több gén által szabályozott folyamat. Ez azt is jelenti, hogy a rezisztencia kialakítása sokkal összetettebb munkát igényel, mint egy monogénes rezisztenciáé. Ha sikerül a rezisztenciát kialakítani, az sokkal tovább megmarad a betegséggel szemben. A jelenleg piacon lévő kukoricahibridek ellenálló képessége a betegséggel szemben megfelelő, mivel mindegyik nemesítő cég által forgalmazott anyagok alapos szelekción esnek át, továbbá a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Fajtaminősítő Bizottsága is vizsgálja a bejelentett hibridek ellenállóságát.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálatok elvégzését az *AGRISAFE 203288 sz. EU-FP7-REGPOT 2007-1 és a KUKBOGMV-OM-00063/2008 NKTH Jedlik Ányos* pályázat támogatta.

IRODALOM

KSH (2009): A fontosabb növények vetésterülete, 2009. május 31. Statisztikai tükör. 3: 1–2.

2009. ÉVI TARTALOM

Apatini Dóra, Magyar Donát, Novák Edit és *Páldy Anna:* Parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollenszezonok vizsgálata az ÁNTSZ aerobiológiai hálózat adatai alapján (1992–2008) 449

Árendás Tamás, Bónis Péter és *Szőke Csaba:* A kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) rajzása aszályos évben, Martonvásáron 645

Árendás Tamás, Bónis Péter, Szőke Csaba, Vuts József és *Tóth Miklós:* A kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) kártétele és az imágó rajzásdinamikája trágyázási tartamkísérletekben 291

Balogh Péter, Nádasy Miklós és *Virág József:* A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) laboratóriumi nevelése, különös tekintettel a fotóperiódus diapauzára gyakorolt hatására 351

Barczikay Gábor, Puskás János és *Nowinszky László:* Kártevő molylepkék feromoncsapdás gyűjtése a Puskás típusú időjárási frontok függvényében 589

Basky Zsuzsanna: A Magyarországon őshonos levéltetvek hatása a parlagfű fejlődésére 425

Bán Gergely és *Tóth Ferenc:* Tripszek és levéltetvek elleni védekezés vegyes ízeltlábú-együttessel hajtatott paprikában 5

Bencze Szilvia, Balla Krisztina, Varga Balázs és *Veisz Ottó:* A klímatényezők változékonyságának hatása a gabonafélék betegségeire .. 703

Bíró Tímea és *Tóth Ferenc:* A Trifender (*Trichoderma asperellum*) hatása a szabadföldi gyökérgubacs-fonálféreg (*Meloidogyne hapla* Chitwood) paprikában okozott kártételének mértékére 535

Bodon Dávid, Reisinger Péter és *Borsiczky István:* A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) többszöri kaszálásának és glifozáttal történő vegyszeres gyomirtásának hatásvizsgálata . 440

Bohár Gyula: Két polifág kórokozó bioherbicidként történő kísérleti alkalmazásaa parlagfű ellen 409

Bokán Katalin, Fejes Ágnes, Soós István, Fekete Gábor és *Darvas Béla:* Mutagenitási tesztek és egyes növényvédő szerek mutagén mellékhatásai 497

Bónis Péter, Árendás Tamás, Berzsenyi Zoltán és *Marton L. Csaba:* A herbicid kezelések hatása a kukoricatermés minőségi paramétereire különböző években 651

Csépl Mónika, Bakonyi József, Csősz Lászlóné, Fischl Géza, Pribék Dalma, Gál Mariann, Vida Gyula és *Veisz Ottó:* Búza genotípusok *Pyrenophora tritici-repentis* és *Phaeosphaeria nodorum* ellenállósága szántóföldön 655

Csóka György és *Hirka Anikó:* A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) legutóbbi tömegszaporodása Magyarországon 196

Csóka György, Hirka Anikó, Mikó István, Pénzes Zsolt és *Melika George:* A *Phyllonorycter robiniella* Clemens, 1859 és a *Parectopa robiniella* Clemens, 1863 parazitoidjai Magyarországon 191

Csóka György, Szalczer Bálint és *Hirka Anikó:* A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.), mint a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) fogyasztója 433

Érsek Tibor: Phytophthora: még újabb fajok a nemzetségben 57

Fekete Márta, Nagy Géza és *Palkovics László:* Az illóolajok hatása a *Botrytis cinerea,* a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* és a *Sclerotinia sclerotiorum* kórokozókra 343

Fischl Géza, Jandrasits László, Varga Ildikó és *Pásztor Szilvia:* A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) parazita gombái 178

Győrfi Júlia és *Geösel András: Trichoderma* fajok a csiperketermesztésben: lehetséges a biológiai védekezés? 517

Hajdú Zsuzsanna, Sipos Kitti, Szabó Árpád és *Pénzes Béla:* Fitofág és zoofág atkapopulációk málnaültetvényben 529

Harcsa Marietta és *Szemán László:* Fajgazdag díszgyepek gyomszabályozási lehetőségei .. 605

Harsányi Edit: Parlagfű és allergia 454

Hirka Anikó és *Csóka György:* A 2008. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2009-ben várható károsítások 165

Hirka Anikó és *Csóka György:* A parlagfű (*Ambrosia artemissifolia* L.) a hazai erdőkben 438

Hirka Anikó és *Janik Gergely:* A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) és a sárga fagyöngy (*Loranthus europaeus* Jacq.) életmódja és jelentősége Magyarországon 184

Hoffmann Péter, Füzi István és *Virányi Ferenc:* Új eredmények az *Erysiphe necator* Schwein áttelelő ivaros termőtesteiről 63

Jenser Gábor, Kiss Balázs és *Takács András:* A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* Linnaeus) a paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) és vektorainak közös gazdanövénye Magyarországon 435

Jenser Gábor, Süle Sándor, Szita Éva és *V. Tarjáni Judit:* A füstösszárnyú körtelevélbolha (*Cacopsylla pyri* Linnaeus) elleni védekezés újabb követelményei és lehetőségei 595

Kazinczi Gabriella, Andrea Onofri, Szabó László, Béres Imre, Horváth József és *Takács András:* Az apró szulák (*Convolvulus arvensis* L.) allelopátiája 297

Kazinczi Gabriella, Béres Imre, Novák Róbert és *Karamán József:* Újra fókuszban az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiiflolia* L.) .. 389
Kádár Ferenc: A *Harpalus rufipes* (Coleoptera: Carabidae) repülési aktivitása. Mit mutatnak a fénycsapdák fogásai? 15
Keszthelyi Sándor: Különböző tenyészidejű kukoricahibridek tömeg- és beltartalmi változása a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) károsításának hatására 233
Kiss Balázs: Hazai parlagfűfogyasztó rovarok ... 419
Kiss Levente és *Bohár Gyula:* Felhasználható-e a *Puccinia xanthii* rozsdagomba az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) elleni védekezés egyik elemeként Európában ? 404
Kiss Tibor, Gulyás Gergely, Vida Gyula, Mészáros Klára, Karsai Ildikó, Láng László és *Bedő Zoltán:* Lr1 és Lr10 levélrozsda rezisztenciagének kimutatása molekuláris markerekkel a martonvásári búzafajtákban (*Triticum aestivum* L.) 676
Koltay András, Illés Gábor, Bakonyi József és *Nagy Zoltán Árpád:* A fitoftórás égerpusztulás erdészeti jelentősége 169
Komáromi Judit, Vida Gyula, Szunics László, László Emese és *Veisz Ottó:* Speciális lisztharmat rezisztenciatípusú búza genotípusok azonosítása 663
Kozár Ferenc: Pajzstetű (Hemiptera, Coccoidea) fajok és a klímaváltozás: vizsgálatok magyarországi autópályákon 577
László Emese, Puskás Katalin, Szunics László, Veisz Ottó és *Vida Gyula:* Régi magyar búzafajták kalászfuzárium ellenállóságának vizsgálata mesterséges fertőzési körülmények között 694
Markó Viktor és *Pozsgai Gábor:* A harlekinkatica (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinelidae) elterjedése Magyarországon és megjelenése Romániában, Ukrajnában 481
Marton L. Csaba, Szőke Csaba, Rácz Ferenc és *Pintér János:* Kukorica genotípusok kukoricabogárral (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) szembeni toleranciájának értékelése 698
Mezey Ágota, Mezey Gabriella és *Haltrich Attila:* A váci fekete bodza- (*Sambucus nigra* L.) ültetvény kártevőinek további vizsgálata 123
Mészáros Klára, Kiss Tibor, Dőry Magdolna, Karsai Ildikó, Láng László, Bedő Zoltán és *Sági László:* Martonvásári búzafajták *Agrobacterium tumefaciens* közvetítette genetikai módosításának optimalizációja: növényregeneráció és tranziens riporter génexpresszió 688
Németh Tamás, Nádasy Miklós és *Takács József:* Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* Leconte, 1868) téli előrejelzése, és annak felhasználhatósága a precíziós mezőgazdaságban 69
Nowinszky László: A fénycsapdázás eredményessége a holdfény és a felhőzet függvényében . 245
Pálmai Ottó: A parlagfű elleni védekezés hazai ellentmondásai 385
Pálmai Ottó: Köszöntő – vagy inkább helyzetértékelés 1
Reisinger Péter és *Borsiczky István:* A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) elleni védekezés precíziós gyomszabályozási módszerekkel .. 445
Sípos Kitti, Vétek Gábor és *Pénzes Béla:* A málna-vesszőszunyog (*Resseliella theobaldi* Barnes) előrejelzési módszerének fejlesztése 337
Szabó Árpád, Kóródi Ilona és *Pénzes Béla:* Ragadozó atkák előfordulása a Tokaj-hegyaljai borvidéken 21
Szabó Béla, Borbély Ferenc, Szabó Miklós, Tóth Ferenc és *Vágvölgyi Sándor:* A fajta és a vetésidő hatása a napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff.) kártételére . 115
Szabó Ilona, Varga Szabolcs és *Vidóczi Henriett:* A *Cryphonectria parasitica* előfordulása és jelentősége kocsánytalan tölgyön, a biológiai védekezés lehetőségei. 208
Takács Eszter, Lauber Éva, Bánáti Hajnalka, Székács András és *Darvas Béla:* Bt-növények a növényvédelemben 549
Tóbiás István, Almási Asztéria, Salánki Katalin és *Palkovics László*: A kabakosokon 2008-ban végzett virológiai vizsgálat eredményei 241
Tóth Beáta, Csősz Lászlóné, Szabó-Hevér Ágnes, Kiss Andrea és *Varga János:* Búza levélfoltosságot előidéző új gombakórokozók molekuláris detektálása Magyarországon ... 543
Tuba Katalin: Adatok három gyümölcslégyfaj Vas megyei előfordulásához 491
Tuba Katalin: Az európai cseresznyelégy (*Rhagoletis cerasi* L.) ivari megoszlása cseresznye- és meggyültetvényekben 285
Tuba Katalin és *Lakatos Ferenc:* Fekete nyár (*Populus nigra*) klónok növényvédelmi összehasonlító vizsgálata 202
Uhrin Andrea, Szakács Éva, Vida Gyula, Sepsi Adél, Lángné-Molnár Márta, Láng László és *Bedő Zoltán:* Levélrozsda ellenállóságért felelős géneket hordozó idegen fajú kromoszóma-szegmentumok kimutatása a martonvásári nemesítési programban 681
Várallyay Éva, Válóczi Anna, Burgyán József és *Havelda Zoltán:* Vírusfertőzés indukálta génexpressziós változások vizsgálata növényekben 109
Veisz Ottó: Hatvanéves a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete ... 633
Veisz Ottó: Klímaváltozás – növényvédelem. Kihívás a növénykutatók és – nemesítők számára 629

Vida Gyula, Gál Mariann, Uhrin Andrea, Karsai Ildikó, Veisz Ottó, Láng László és *Bedő Zoltán:* A molekuláris markerszelekció felhasználása a búza levélrozsda rezisztenciára nemesítésében 668

Rövid közlemény

Csóka Gyögy, Wittmann Ferenc és *Melika George:* A szelidgesztenye gubacsdarázs (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu 1951) megjelenése Magyarországon 359
Keszthelyi Sándor: A négyfoltos fénybogár (*Glischrochilus quadrisignatus* Say, 1835) kukoricaállományokban 505
Merkl Ottó, Lökkös Andor és Szalóki Dezső: A szamócafénybogár *(Stelidota geminata)* Magyarországon (Coleoptera: Nitidulidae) 615
Orosz András és *Horváth Krisztina:* Két új kártevő kabóca faj megjelenése hazánk faunájában . 278
Solymosi Péter: A *Cirsium arvense* (L.) Scop. Járulékos (adventív) rügyei szezonális aktivitásának vizsgálata magyarországi gyökérmintákon 611
Solymosi Péter: Beszámoló az *Amaranthus patulus* Bert. újabb terjedéséről 253
Solymosi Péter: Mediterrán gyompázsitfüvek karácsonyi asztali díszben („Ajándék az Európai Unióból") 129
Takács Attila és *Szabóky Csaba:* Az aranyfarú zöldmoly (*Scythris sinensis* Felder et Rogenhofer, 1875; Lepidoptera, Scythrididae) életmódja és elterjedése Magyarországon .. 356

Technológia

Benécsné Bárdi Gabriella: Integrált védelem a parlagfű ellen. Nem vegyszeres védekezési módszerek 459
Győrfi Júlia és *Fürst Katalin:* Biológiai védekezés a Sciaridae-legyek lárvái ellen a csiperkegomba termesztésben 29
Hódi László: Integrált védelem a parlagfű ellen. Vegyszeres védekezési módszerek 465
Kajdi Ferenc és *Győri Tibor:* A szójatermesztés technológiai kérdései 148
Keszthelyi Sándor, Vörös Géza, Szeőke Kálmán és *Fischl Géza:* Az árukukorica növényvédelme 257
Koltay András, Tóth József, Kondár László és Szabó Tibor: Vegyszeres védekezés a *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morlet és *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton kórokozók ellen fiatal feketefenyő (*Pinus nigra*) állományban 225
Maráczi László: A kőris (Fraxinus) védelme díszfaiskolában 305
Németh Tamás, Nádasy Miklós és *Takács József:* Nagyszámú kukoricabogár-tojást tartalmazó talaj létrehozása, növényházi és laboratóriumi kísérletekhez 91
Szőke Csaba, Pintér János, Rácz Ferenc és *Marton L. Csaba:* A kukorica fuzáriumos betegségei ellen alkalmazható védekezési eljárások 710
Sztachó-Pekáry István: A növényvédőszerek elsodródásának csökkentése 559
Varga Szabolcs, Molnár Miklós és *Novák Róbert:* Gyomkorlátozási kísérletek szelektív egyszikűirtókkal erdősítésekben a siska nádtippan (*Calamagrostis epigeios* /L./ Roth) ellen . 219
Varga Szabolcs: Gyomirtás az erdészeti csemetekertekben 213
Zareczky András és *Treitz János:* A szója védelme 131

Krónika

Árendás Tamás, Csathó Péter, Fodor Nándor és *Németh Tamás:* Költség- és környezetkímélő trágyázás 644
Csősz Lászlóné: Elképzelhető-e élelmezésbiztonság a válság idején? 624
Holb Imre: Beszámoló a VII. Nemzetközi Integrált Gyümölcstermesztési konferenciáról 95
Horváth József: Volt egyszer egy laboratórium (1958–1978) 37
Kárpátiné, Györffy Katalin: A Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara küldöttközgyűlése 377
Kiss Balázs és *Zsolnai Balázs:* Velencén találkoztak a szipókás rovarcsoportok európai kutatói 534
Kiss Levente: Keresztűzben a parlagfű (Beszélgetés az első Nemzetközi Parlagfű Konferencia előadóival) 470
M. Szemessy Ágnes: A növényorvosok előtt álló kihívások 2008-ban 46
M. Szemessy Ágnes: Tarlókezeléssel a parlagfű ellen 542
Pénzes Béla: XXIX. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Agrártudományi Szekció, Növényegészségügyi tagozatok 327
Sajtótájékoztató: Repce termesztés-technológiai kézikönyv a gyakorlatban – rendhagyó bemutatók országszerte 610
Sáringer Gyula: Ötvenhét esztendő a tudomány szolgálatában 40
Solymosi Péter: Emlékezzünk nagyjainkra: párhuzamok Ubrizsy Gábor (1919–1973) és Ujvárosi Miklós (1913–1981) kutatói pályafutásában és botanikai munkásságában 619
Vajna László: 79. ülését tartotta a MAE Agrárkemizálási Társasága 94
Vajna László: 80. ülését tartotta a MAE Agrárkemizálási Társasága 160
Vajna László: 81. ülését tartotta a MAE Agrárkemizálási Társasága 326

Vajna László: 82. ülését tartotta a MAE Agrárkemizálási Társasága. Napirenden: „Új adventív kártevők Magyarországon" 527

Könyvismertetés
Fischl Géza: Kövics György: Növénykórtani vademecum 329
Jenser Gábor: Balázs Klára és Vörös Géza: Kertészek növényvédelmi naptára 256
Jenser Gábor: Ripka Géza: Növényvédelmi akarológia, Kártevő és hasznos atkák 252
Mészáros Zoltán: A hold és a fénycsapdázás (szerk.: Nowinszky L.) 28
Mészáros Zoltán: A lepkészet története Magyarországon (Szabóky Cs. könyve) 96
Nagy Barnabás: Szerbia és a környező országok szántóföldi növénykártevőinek 20. századbeli szerepe (D. Čamprag könyve) 349
Szél Győző: Merkl Ottó és Vig Károly: Bogarak a pannon régióban 331

Könyvrészlet
Mészáros Zoltán: A rovarok terjeszkedése és vándorlása 507

EU hírek
Böszörményi Ede: Az Európai Bizottság a géntechnológiával módosított szervezetek .....
Böszörményi Ede: Nincs elmozdulás a transzgénikus szója ügyében 14
termesztésének engedélyezését javasolja 163
Böszörményi Ede: Engedélyezett transzgénikus gyapot .....
Böszörményi Ede: Nincs döntés a transzgénikus 163
virágról és repcéről 128
Böszörményi Ede: GMO: Franciaországot 10 millió euróra büntették 72
Böszörményi Ede: Walesban a gazdák ellenszegülnek a GMO-tiltásnak 190
Pethő Ágnes: A Bázeli Egyezmény 333
Pethő Ágnes: A Genfi Egyezmény és az Egyezménnyel kapcsolatos jegyzőkönyvek áttekintése 379
Pethő Ágnes: Az Európai Parlament és a Tanács 689/2008/EK rendelete (2008. június 17.) a veszélyes vegyi anyagok kiviteléről és behozataláról 97
Pethő Ágnes: Az Európai Parlament és a Tanács 850/2004/EK Rendelete (2004. április 29.) a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról 567
Tőkés Gábor: Mit hoz az új unios növényvédelmi szabályozás? 49

Sajtótájékoztató
M. Sz.: Gabona termesztés-technológiai kézikönyv 4

Szemlecikk
Taksonyi Péter, Füzi István és *Kocsis László:* A szőlő egyes kórokozóinak QoI-fungicidekkel szembeni rezisztenciájának kialakulása Magyarországon 361

Review
Solymosi Péter: Magyarország poliploid gyomnövényeinek jegyzéke 367

Megemlékezés
Fischl Géza: Makó Szabolcs (1938–2009) 523
Kuroli Géza: Prof. Dr. Czimber Gyula (1936–2008) 157
Solymosi Péter: Megemlékezés Pénzes Antalról (1895–1984), halálának 25. évfordulóján ... 373
Szeőke Kálmán: Dr. Kükedi Endre 524
Tarjányi József: Dr. Laubál László (1934–2009) ... 280
Tarjányi József: Oravecz Sándor (1943–2009) ... 376
Vajna László: Dr. Schirilla György emlékezete ... 618

Arcképcsarnok
Fischl Géza és *Princzinger Gábor:* Princzinger Gábor 321

Köszöntő:
Jenser Gábor: Dr. Martinovits Valér 80 éves 122

Marketing
Kurtz György: Amit ma megtehetsz, ne halaszd tavaszra 478
Kurtz György: Reglonozással a gyors és pontosan tervezhető betakarításért ! 282
Kurtz György: Termésnövelő hatás betegségmentes évjáratokban is 231
Kurtz György: Védekezés a kalászosok megdőlése ellen 161

A MAE Növényvédelmi Társaság kitüntetettjei
Szarukán István 73
Gergely László 75
Bakonyi József 77
Szeőke Kálmán 78
Vétek Gábor 80
Benécsné Bárdi Gabriella 81
Kazinczi Gabriella 83
Hornyák Attila 84

A dr. Szelényi Gusztáv Emlékére alapítvány kitüntetettjei
Kerényiné Nemestóthy Klára 86
Bukovinszky Tibor 88

TABLE OF CONTENTS

Apatini, Dóra, D. Magyar, Edit Novák and *Anna Páldy*: Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen sensors in Hungary (1992–2008), descriptive results using the database of the Hungarian aerobiological network 449

Árendás, T., P. Bónis and *Cs. Szőke*: Seasonal flight of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Leconte) in a dry year in Martonvásár 645

Árendás, T., P. Bónis, Cs. Szőke, J. Vuts and *M. Tóth*: Damage caused by corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera* Leconte) and the dynamics of seasonal flight of the beetles in long-term fertilizer application trials 291

Balogh, P., M. Nádasy and *J. Virág:* Artificial rearing of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) and the effect of the photoperiod on its diapause 351

Barczikay, G., J. Puskás and *L. Nowinszky:* Pheromone catching of moth pests in relation with Puskas's weather fronts 589

Basky, Zsuzsanna: The effect of aphids indigenous to Hungary on the development of the invasive ragweed 425

Bán, G. and F. Tóth.: Application of non-selected arthropod assemblages against thrips and aphids in greenhouse sweet pepper 5

Bencze, Szilvia, Krisztina Balla, B. Varga and *O. Veisz*: Effect climate anomalies on cereal diseases 703

Bíró, Timea and *F. Tóth*: The effect of Trifender *(Trichoderma asperellum)* on the damage of root-knot nematode *(Meloidogyne hapla* Chitwood*)* in sweet peppers 535

Bodon, D., P. Reisinger and *I. Borsiczky*: Study on the effect of repeated mowing and chemical control of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) 440

Bohár, Gy.: Experimental application of two polifagous pathogens as bioherbicide against common ragweed 409

Bokán, Katalin, Ágnes Fejes, I. Soós, G. Fekete and *B. Darvas:* Mutagenicity tests and mutagenic side-effects of certain pesticides . 497

Bónis, P., T. Árendás, Z. Berzsenyi and *Cs. L. Marton*: Effect of herbicide treatments on the quality parameters of maize in different years 651

Cséplő, Mónika, J. Bakonyi, Mária Csősz, G. Fischl, Dalma Pribék, Mariann Gál, Gy. Vida and *O. Veisz:* Field studies on the resistance of wheat varieties and breeding lines to *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum* 655

Csóka, Gy. and *Anikó Hirka*: Recent outbreak of gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) in Hungary 196

Csóka, Gy., Anikó Hirka, I. Mikó, Zs. Pénzes and *G. Melika:* Parasitoids of *Phyllonorycter robiniella* Clemens, 1859 and *Parectopa robiniella* Clemens, 1863 in Hungary 191

Csóka, Gy., B. Szalczer and *Anikó Hirka:* Cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) as consumer of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) 433

Érsek, T.: New *Phytophthora* spp. described in the past two years 57

Fekete, Márta, G. Nagy and *L. Palkovics:* The effect of essential oils on *Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* and *Sclerotinia sclerotiorum* 343

Fischl, G., L. Jandrasits, Ildikó Varga and *Szilvia Pásztor:* Parasitic fungi of European mistletoe (*Viscum album* L.) 178

Győrfi, Júlia and *A. Geösel: Trichoderma* species in common mushroom cultivation: is there any feasible biological control ? 517

Hajdú, Zsuzsanna, Kitti Sipos, Á. Szabó and *B. Pénzes:* Phytophagous and zoophagous mite populations in raspberry fields 529

Harcsa, Marietta and *L. Szemán:* Weed-regulation opportunities in species-rich lawns 605

Harsányi, Edit: Ragweed and allergy 454

Hirka, Anikó and *G. Janik:* Life history and importance of mistletoes (*Viscum album* L. and *Loranthus europaeus* Jacq.) in Hungary . 184

Hirka, Anikó and *Gy. Csóka:* Biotic and abiotic damages in Hungarian forests in 2008 and the damages expected for 2009 165

Hirka, Anikó and *Gy. Csóka:* Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the Hungarian forests 438

Hoffmann, P., I. Füzi and *F. Virányi:* New results about the sexual overwintering form of *Erysphe necator* Schwein in Hungary 63

Jenser, G., B. Kiss and *A. Takács: Ambrosia artemisiifolia* is a joint host of tomato spotted wilt virus (TSWV) and its vectors, *Thrips tabaci* Lindeman and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Hungary 435

Jenser, G., S. Süle, Éva Szita and *Judit V. Tarjánit:* Further requirements and possibilities in the protection against pear psylla (*Cacopsylla pyri* Linnaeus) 595

Kazinczi, Gabriella, A. Onofri, L. Szabó, I. Béres, J. Horváth and *A. Takács*: Allelopathy of *Convolvulus arvensis* L. 297

Kazinczi, Gabriella, I. Béres, R. Novák and *J. Karamán*: Focusing again on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) 389

Kádár, F.: Flight activity patterns of *Harpalus rufipes* (Coleoptera: Carabidae). What do light trap catch data indicate? 15

Keszthelyi, S.: The effect of injury by cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) on the changes in mass and chemical compound of maize hybrids of different maturity groups . . 233
Kiss, B.: Phytophagous insects affecting common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Hungary 419
Kiss, L. and *Gy. Bohár:* Can the rust fungus *Puccinia xanthii* be used as a part of the control strategies against common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Europe? 404
Kiss, T., G. Gulyás, Gy. Vida, Klára Mészáros, Ildikó Karsai, L. Láng and *Z. Bedő:* Detection of leaf rust resistance genes Lr1 és Lr10 in Martonvásár wheat varieties using molecular markers 676
Koltay, A., G. Illés, J. Bakonyi and *Z. Á. Nagy:* The importance of *Phytophthora* disease of alder in forestry 169
Komáromi, Judit, Gy. Vida, L. Szunics, Emese László and *O. Veisz:* Identification of wheat genotypes with special type of resistance to powdery mildew 663
Kozár, F.: Scale species (Hemiptera, Coccoidea) and climate change studies on Hungarian highways 577
László, Emese, Katalin Puskás, L. Szunics, O. Veisz and *Gy. Vida:* Study of fusarium head blight resistance in old Hungarian wheat694 cultivars under artificial inoculation pressure .
Markó, V. and *G. Pozsgai:* Spread of harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinelidae) in Hungary, and the first records from Romania and Ukraine . 481
Marton, Cs. L., Cs. Szőke, F. Rácz and J. Pintér: Studies on the tolerance of maize hybrids to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) 698
Mezey, Ágnes, Gabriella Mezey and *A. Haltrich:* Further studies on the pests of elderberries (*Sambucus nigra* L.) at Vác 123
Mészáros, Klára, T. Kiss, Magdolna Dőry, Ildikó Karsai, L. Láng, Z. Bedő and *L. Sági:* Optimalization of *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic modification of Martonvásár wheat cultivars 688
Németh, T., M. Nádasy and *J. Takács:* Possible applications of western corn rootworm's winter forecasting in precision agriculture . . . 69
Nowinszky, L.: Efficiency of light trapping depending on the moonlight and cloudiness 245
Pálmai, O.: Contradictions of controlling common ragweed in Hungary 385
Pálmai, O.: Greetings – or rather a situational report 1
Reisinger, P. and *I. Borsiczky:* Using precision methods to control ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) 445
Sípos, Kitti, G. Vétek and *B. Pénzes:* Developing the method of forecasting raspberry cane midge (*Resseliella theobaldi* Barnes) 337
Szabó, Á., Ilona Kóródi and B. Pénzes: The occurrence of predatory mites in Tokaj wine region 21
Szabó, B. , F. Borbély, M. Szabó, F. Tóth and *S. Vágvölgyi:* The effect of variety and sowing time on the damage of European sunflower moth (*Homoeosoma nebulellum* Den. Et Schiff.) 115
Szabó, Ilona, Sz. Varga and *Henriett Vidóczi:* Occurrence, impact and control possibilities of *Cryohonectria parasitica* in sessile oak in Hungary 208
Takács, Eszter, Éva Lauber, Hajnalka Bánáti, A. Székács and *B. Darvas:* Bt plants in plant protection 549
Tóbiás, I., Asztéria Almási, Katalin Salánki and *L. Palkovics:* Results of virological investigation on cucurbits in 2008 241
Tóth, Beáta, Mária Csősz, Ágnes Szabó-Hevér, Andrea Kiss and *J. Varga:* Molecular identification of new fungal pathogens causing leaf necrosis of wheat in Hungary . . . 543
Tuba, Katalin: Data about the occurrence of tree fruit flies (*Anomoia permunda, Carpomya schineri* and *Campiglossa grandinata)* in county Vas 491
Tuba, Katalin: Sex-ratio of the European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi* L.) in cherry and sour cherry orchards 258
Tuba, Katalin and *F. Lakatos*: Comparison of insect associates on black poplar (*Populus nigra*) clones 202
Uhrin, Andrea, Éva Szakács, Gy. Vida, Adél Sepsi, Márta Molnár, L. Láng and *Z. Bedő:* Identifying alien chromosome segments carryng wheat leaf rust resistance genes in the Martonvásár breeding programme 681
Várallyay, Éva, Anna Válóczi, J. Burgyán and *Z. Havelda*: Study on gene expression changes induced by virus infection in plants 109
Veisz, O.: Climate change – plant protection. A challenge for researchers and plant breeders 633
Veisz, O.: The Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences is sixty years old 629
Vida, Gy., Mariann Gál, Andrea Uhrin, Ildikó Karsai, O. Veisz, L. Láng and *Z. Bedő:* Application of marker assisted selection in wheat breeding for leaf rust resistance 668

Short communication

Csóka, Gy., F. Wittmann and *G. Melika:* The oriental sweet chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu 1951) in Hungary 359

Keszthelyi, S.: Occurence of *Glischrochilus quadrisignatus* Say, 1835 in corn 505
Merkl, O., A. Lökkös and *D. Szalóki:* First records of strawberry sap beetle *(Stelidota geminata)* in Hungary (Coleoptera: Nitidulidae) 615
Orosz, A. and *Krisztina Horváth:* Two new Auchenorrhyncha pests in Hungary's fauna . 278
Solymosi, P.: Mediterranean weed grasses on the Christmas table ("Gift fro the European Union") 129
Solymosi, P.: Reporting about newer presence of *Amaranthus patulus* Bert. in Hungary 253
Solymosi, P.: Study of seasonal activity of adventitious buds of *Cirsium arvense* (L.) Scop. based on Hungarian root-samples 611
Takács, A. and *Cs. Szabóky:* The biology and distribution of *Scythris sinensis* Felder et Rogenhofer, 1875? Lepidoptera, Scythrididae in Hungary 356

Pest management programme

Bárdi, Gabriella: Integrated ragweed control. Non-chemical methods 459
Győrfi, Júlia and *Katalin Fürst:* Biological control of sciarid larvae in cultivated mushroom 29
Hódi, L.: Integrated ragweed control. Chemical methods 465
Kajdi, F. and *T. Győri:* Issues of soybean management programme 148
Keszthelyi, S., G. Vörös, K. Szeőke and *G. Fischl:* Maize pest management 257
Koltay, A., J. Tóth, L. Kondár and *T. Szabó:* Chemical control of pathogens *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morlet and *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton in young European Black Pine (*Pinus nigra*) stands 225
Marászi, L.: Protection of ash trees (Fraxinus) in ornamental nurseries 305
Németh, T., M. Nádasy and *J. Takács:* Producing soil samples containing a high number of eggs of western corn rootworm for greenhouse and laboratory trials 91
Szőke, Csaba, J. Pintér, F. Rácz and *Cs. L. Marton:* Techniques to control Fusarium diseases of maize 710
Sztrahó-Pekáry, I.: Reducing of spray drift in plant protection 559
Varga, Sz., M. Molnár and *R. Novák:* weed suppression trials with selective grass herbicides in forestry areas targeted to wood small-reed (*Calamagrostis epigeios* /L./ Roth) 219
Varga, Sz.: Weed control in forestry nurseries ... 213
Zareczky, A. and *J. Treitz:* Protecting soya beans 131

Chronicle

Árendás, T., P. Csathó, N. Fodor and *T. Németh:* Cost-saving and environmentally-friendly fertilizer application 644
Csősz, L. Mária: Is food safety feasible at the time of crisis? 624
Holb, I.: Report about the VIIth International Integrated Fruit Production Conference 95
Horváth, J.: Once upon a time, there was a Laboratory (1958–1978) 37
Kárpátiné, Györffy K.: The meeting of deputies of the Hungarian Chamber of Plant Protection Professionals and Doctors of Plant Medicine 337
Kiss, B. and *B. Zsolnai:* The European researchers of insects with stylets met in Velence 534
Kiss, L.: Ragweed in crossfire (Talk with speakers of the First International Ragweed Conference) 470
M. Szemessy, Ágnes: Challenges for plat protection doctors in 2008 46
M. Szemessy, Ágnes: Stubble treatment for ragweed control 542
Pénzes, B.: XXIXth National Conference of Scientific Students' Associations, Section of Agricultural Sciences, Plant Health 327
Press release: Rape-growing handbook in practice – irregular demonstrations throughout the country 610
Sáringer, Gy.: Fifty-seven years in the service of science 40
Solymosi, P.: Let's remember to our outstanding persons: parallels between the research career and botanical works of Gábor Ubrizsy (1919–1973) and Miklós Ujvárosi (1913–1981) 619
Vajna, L.: The Agrochemical Society of the Hungarian Association of Agricultural Sciences held its 79th session 94
Vajna, L.: The Agrochemical Society of the Hungarian Association of Agricultural Sciences (MAE) held its 80th session 160
Vajna, L.: The Agrochemical Society of the Hungarian Association of Agricultural Sciences (MAE) held its 81st session 326
Vajna, L.: The Agrochemical Society of the Hungarian Association of Agricultural Sciences (MAE) held its 82nd session. New, alien pests in Hungary on the Agenda 527

Book review

Fischl, G.: György Kövics: Phytopathological vademecum 329
Jenser, G.: Géza Ripka: Plant protection acarology. Harmful and beneficial mites 252
Jenser, G.: Klára Balázs and Géza Vörös: Plant protection calendar for gardening 256
Mészáros, Z.: The history of the lepidopterology in Hungary (written by Szabóky, Cs.) 96
Mészáros, Z.: The Moon and light trapping (ed.: L. Nowinszky) 28

Nagy, B.: Propagation of field crop pests in Serbia and neighbouring countries in the 20th century (book by: D. Čamprag) 349
Szél, Gy.: Ottó Merkl and Károly Vig: Beetles in the Pannon region 331

"Book part"
Mészáros, Z.: Spreading and migration of insects 507

EU News
Böszörményi, E.: Commission proposes authorising GMOs for cultivation 163
Böszörményi, E.: Farmer defies GM 'ban' 190
Böszörményi, E.: GMO: France has to pay 10 millions € as penalty 72
Böszörményi, E.: No decision on GM flower and oilseed rape 128
Böszörményi, E.: No movement on GM soybean . 14
Böszörményi, E.: Transgenic cotton authorised .. 163
Pethő, Ágnes: Geneva Convention and reviewing the protocols related to the Convention 379
Pethő, Ágnes: Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants 567
Pethő, Ágnes: Regulation (EC) No 689/2008 of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 concerning the export and import of dangerous chemicals 97
Pethő, Ágnes: The Basel Convention 333
Tőkés, G.: What will the new EU rules bring for plant protection? 49

Review article
Taksonyi, P., I. Füzi and *L. Kocsis:* The build-up of resistance against QoI-fungicides in certain grapevine pathogens in Hungary 361

Review
Solymosi, P.: The list of the polyploid weeds in Hungarian 367

Press conference
M.Sz.Á.: Cereal growing manual 4

In memoriam
Fischl, G.: Szabolcs Makó (1938–2009) 523
Kuroli, G.: Prof. Dr. Gyula Czimber (1936–2008) . 157
Solymosi, P.: Commemorating Antal Pénzes (1895–1984), on the 25th anniversary of his death 373
Szeőke, K.: Dr. Endre Kükedi 524
Tarjányi, J.: Dr. László Laubál (1934–2009) 280
Vajna, L.: Dr. In memoriam dr. György Schirilla .. 618

Portrait
Fischl, G. and *G. Princzinger:* Gábor Princzinger . 321

Greetings
Jenser, G.: Dr. Valér Martinovits is 80 years old . 122

Marketing
Kurtz, Gy.: Do not put off till the spring what can be done today 478
Kurtz, Gy.: The control of lodging in cereal crops . 161
Kurtz, Gy.: To apply Reglone is recommended for the rapid and exactly planned harvest 282
Kurtz, Gy.: Yield increasing effect even in disease free generations 231

Awarded by the Plant Protection Society of MAE (Hungarian Association of Agricultural Sciences)
István Szarukán 73
László Gergely 75
József Bakonyi 77
Kálmán Szeőke 78
Gábor Vétek 80
Gabriella B. Bárdi 81
Gabriella Kazinczi 83
Attila Hornyák 84

Awarded by the Foundation in memory of dr. Gusztáv Szelényi
Klára K. Nemestóthy 86
Tibor Bukovinszky 88

TARTALOM

Veisz Ottó: Klímaváltozás – növényvédelem. Kihívás a növénykutatók és -nemesítők számára 629
Veisz Ottó: Hatvanéves a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete 633
Árendás Tamás, Bónis Péter és *Szőke Csaba*: A kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) rajzása aszályos évben, Martonvásáron 645
Bónis Péter, Árendás Tamás, Berzsenyi Zoltán és *Marton L. Csaba:* A herbicid kezelések hatása a kukoricatermés minőségi paramétereire különböző években 651
Csíplő Mónika, Bakonyi József, Csősz Lászlóné, Fischl Géza, Pribék Dalma, Gál Mariann, Vida Gyula és *Veisz Ottó:* Búzagenotípusok *Pyrenophora tritici-repentis*- és *Phaeosphaeria nodorum*-ellenállósága szántóföldön 655
Komáromi Judit, Vida Gyula, Szunics László, László Emese és *Veisz Ottó:* Speciális lisztharmat rezisztenciatípusú búzagenotípusok azonosítása 663
Vida Gyula, Gál Mariann, Uhrin Andrea, Karsai Ildikó, Veisz Ottó, Láng László és *Bedő Zoltán:* A molekuláris markerszelekció felhasználása a búza levélrozsda-rezisztenciára nemesítésében 668
Kiss Tibor, Gulyás Gergely, Vida Gyula, Mészáros Klára, Karsai Ildikó, Láng László és *Bedő Zoltán:* Lr1 és Lr10 levélrozsda-rezisztenciagének kimutatása molekuláris markerekkel a martonvásári búzafajtákban (*Triticum aestivum* L.) 676
Uhrin Andrea, Szakács Éva, Vida Gyula, Sepsi Adél, Lángné-Molnár Márta, Láng László és *Bedő Zoltán:* Levélrozsda-ellenállóságért felelős géneket hordozó idegen fajú kromoszómaszegmentumok kimutatása a martonvásári nemesítési programban 681
Mészáros Klára, Kiss Tibor, Dőry Magdolna, Karsai Ildikó, Láng László, Bedő Zoltán és *Sági László:* Martonvásári búzafajták *Agrobacterium tumefaciens* közvetítette genetikai módosításának optimalizációja: növényregeneráció és tranziens riporter génexpresszió 688
László Emese, Puskás Katalin, Szunics László, Veisz Ottó és *Vida Gyula:* Régi magyar búzafajták kalászfuzárium-ellenállóságának vizsgálata mesterséges fertőzési körülmények között 694
Marton L. Csaba, Szőke Csaba, Rácz Ferenc és *Pintér János:* Kukoricagenotípusok kukoricabogárral (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) szembeni toleranciájának értékelése 698
Bencze Szilvia, Balla Krisztina, Varga Balázs és *Veisz Ottó:* A klímatényezők változékonyságának hatása a gabonafélék betegségeire 703

Technológia
Szőke Csaba, Pintér János, Rácz Ferenc és *Marton L. Csaba:* A kukorica fuzáriumos betegségei ellen alkalmazható védekezési eljárások 710

Krónika
Árendás Tamás, Csathó Péter, Fodor Nándor és *Németh Tamás:* Költség- és környezetkímélő trágyázás 644

2009. évi tartalom 712

TABLE OF CONTENTS

Veisz, O.: Climate change – plant protection. A challenge for researchers and plant breeders 629
Veisz, O.: The Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences is sixty years old 633
Árendás, T., P. Bónis and *Cs. Szőke:* Seasonal flight of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in a dry year in Martonvásár 645
Bónis, P., T. Árendás, Z. Berzsenyi and *Cs. L. Marton:* Effect of herbicide treatments on the quality parameters of maize in different years 651
Csíplő, Mónika, J. Bakonyi, Mária Csősz, G. Fischl, Dalma Pribék, Mariann Gál, Gy. Vida and *O. Veisz:* Field studies on the resistance of wheat varieties and breeding lines to *Pyrenophora tritici-repentis* and *Phaeosphaeria nodorum* 655
Komáromi, Judit, Gy. Vida, L. Szunics, Emese László and *O. Veisz:* Identification of wheat genotypes with special type of resistance to powdery mildew 663
Vida, Gy., Mariann Gál, Andrea Uhrin, Ildikó Karsai, O. Veisz, L. Láng and *Z. Bedő:* Application of marker assisted selection in wheat breeding for leaf rust resistance 668
Kiss, T., G. Gulyás, Gy. Vida, Klára Mészáros, Ildikó Karsai, L. Láng and *Z. Bedő:* Detection of leaf rust resistance genes Lr1 és Lr10 in Martonvásár wheat varieties using molecular markers 676
Uhrin, Andrea, Éva Szakács, Gy. Vida, Adél Sepsi, Márta Molnár, L. Láng and *Z. Bedő:* Identifying alien chromosome segments carryng wheat leaf rust resistance genes in the Martonvásár breeding programme 681
Mészáros, Klára, T. Kiss, Magdolna Dőry, Ildikó Karsai, L. Láng, Z. Bedő and *L. Sági:* Optimalization of *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic modification of Martonvásár wheat cultivars 688
László, Emese, Katalin Puskás, L. Szunics, O. Veisz and *Gy. Vida:* Study of fusarium head blight resistance in old Hungarian wheat cultivars under artificial inoculation pressure 694
Marton, Cs. L., Cs. Szőke, F. Rácz and J. Pintér: Studies on the tolerance of maize hybrids to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) 698
Bencze, Szilvia, Krisztina Balla, B. Varga and *O. Veisz:* Effect climate anomalies on cereal diseases 703

Pest management programmes
Szőke, Csaba, J. Pintér, F. Rácz and *Cs. L. Marton:* Techniques to control Fusarium diseases of maize 710

Chronicle
Árendás, T., P. Csathó, N. Fodor and *T. Németh:* Cost-saving and environmentally-friendly fertilizer application 644

Table of contents 2009 712

AGRISAFE

M60

Martonvásár

SEVENTH FRAMEWORK
PROGRAMME

Jelen kiadvány
az EU-FP7-REGPOT 2007-1 pályázat „AGRISAFE" 203288 sz. projekt
támogatásával jelent meg.

Részletes tájékoztatás a projektről és annak megvalósításáról
a www.agrisafe.eu honlapon olvasható.

PRÉMIUM KUKORICÁK
MARTONVÁSÁRRÓL

...együtt értéket teremtünk...

BÁZIS KFT MAG

Mv 277
FAO 310

MAROS
FAO 310

Mv 343
FAO 360

KAMARIA
FAO 370

Mv TARJÁN
FAO 380

Mv Koppány
FAO 420

MIRANDA
FAO 460

Mv 500
FAO 510

Siloking
"Lfy" silóhibrid
FAO 530

Termékeinkkel kapcsolatos további információkért kérjük, keresse kollégáinkat:

Bács-Kiskun	Bor Sándor	+36 (30) 297-6082	**Győr, Vas**	Szomolányi László	+36 (30) 336-3170
	Molnár Krisztián	+36 (30) 336-3999	**Győr**	Fülöp Gyula	+36 (30) 826-1688
Baranya	Geishauer Dénes	+36 (30) 373-5260	**Hajdú-Bihar**	Karikás Péter	+36 (30) 635-4640
Békés, Csongrád	Marosán Tamás	+36 (30) 336-3169	**Heves, Nógrád, Pest**	Menyhért Tamás	+36 (30) 649-0645
Borsod	Szemán Ákos	+36 (30) 841-4749	**Tolna**	Szóta Ferenc	+36 (30) 336-3171
Szabolcs	Szabó János	+36 (30) 336-3168	**Szolnok**	Csákvári Péter	+36 (30) 635-4643
Fejér	Istvándi László	+36 (30) 288-3164	**Somogy, Zala**	Kis Tar Gyula	+36 (30) 870-8767
Komárom, Veszprém	Baján László	+36 (30) 841-4746			