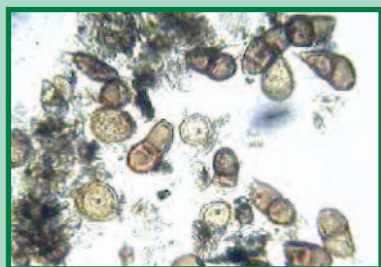
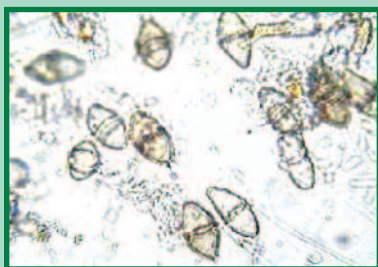


NÖVÉNYVÉDELEM

44. ÉVFOLYAM * 2008. JÚLIUS * 7. SZÁM



1



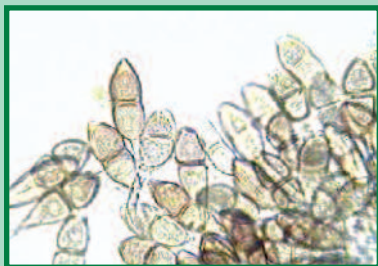
2



3



4



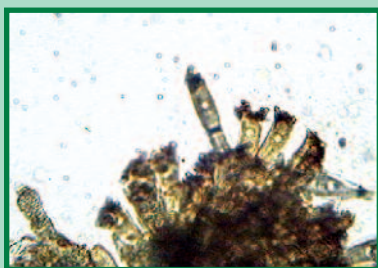
5



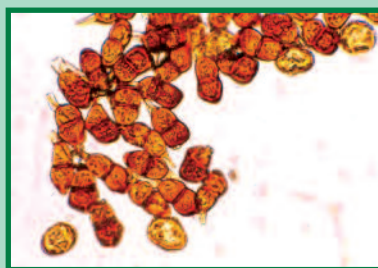
6



7



8



9

A ROZSDAGOMBÁKRÓL

Az FVM Élelmiszerlánc-biztonsági Állat- és Növényegészségügyi Főosztály Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezetvédelmi Osztály szakfolyóirata

Megjelenik havonként

Előfizetési díj a 2008. évre ÁFÁ-val: 4900 Ft
Egyes szám ÁFÁ-val: 490 Ft + postaköltség
Diákoknak 50% kedvezmény

Szerkesztőbizottság:

Elnök: Eke István

Rovatvezetők:

- Csóka György (erdővédelem)
 - Fischl Géza (növénykórtan, arcképcsarnok)
 - Hartmann Ferenc (gyomszabályozási technológia)
 - Kuroli Géza (technológia, rovartan)
 - Mészáros Zoltán (rovartan)
 - Mogyorósné Szemessy Ágnes (információk, krónika)
 - Solymosi Péter (gyombiológia, gyomszabályozás)
 - Kovács Cecília (alkalmazástechnika)
 - Szeőke Kálmán (rovartan, most időszzerű)
 - 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 csekk számláján.

ISSN 0133-0829

AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft.
Felelős vezető: Stekler Mária
08/138

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 laser nyomtatóval 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.

CÍMKÉP: Rozsdagombafajok mikrofotói

Fotó: Fischl Géza

Kapcsolódó cikkek: a 309–376. oldalig

1. Bábakalácroszda (*Puccinia carlinae* – uredo- és teleutospórák)
2. Borókaroszda (*Gymnosporangium fuscum* – teleutospórák)
3. Nádroszda (*Puccinia magnusiana* teleutospórák + *Sphaerellopsis filum* piknidiumtöredékek)
4. Kakasmandikó-rozsdá (*Uromyces erythronii* – teleutospórák)
5. Mályvarozsda (*Puccinia malvacearum* – teleutospórák)
6. Rózsaroszda (*Phragmidium mucronatum* – uredo- és teleutospórák)
7. Spárgaroszda (*Puccinia asparagi* – teleutospórák)
8. Zab-koronásroszda (*Puccinia coronifera* f. sp. *avenae* – teleutospórák)
9. Búza fekete- v. szárroszda (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* – teleutospórák)

COVER PHOTO: Microscopy images of rust fungi

Photo by: Géza Fischl

1. *Puccinia carlinae* – uredospores and teliospores
2. *Gymnosporangium fuscum* – teliospores
3. *Puccinia magnusiana* teliospores + *Sphaerellopsis filum* pycnidia fragments
4. *Uromyces erythronii* – teliospores
5. *Puccinia malvacearum* – teliospores
6. *Phragmidium mucronatum* – uredospores and teliospores
7. *Puccinia asparagi* – teliospores
8. *Puccinia coronifera* f. sp. *avenae* – teliospores
9. *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* – teliospores

TARTALOM

<i>Király Zoltán</i> : A hazai rozsdabetegségek kutatása és a rezisztencianemesítés	309
<i>Csőszt Mária, Mesterházy Ákos, Matuz János, Kertész Zoltán, Beke Béla, Cseuz László, Papp Mária, Purnhauser László, Kertész Csilla és Fónad Péter</i> : A búza rozsdabetegségei: rezisztenciára nemesítési eredmények és kilátások	314
<i>Vida Gyula, Gál Mariann, Szunics László, Láng László, Bedő Zoltán és Veisz Ottó</i> : A búza rozsdagombákkal szembeni ellenállóságának javítása nemesítéssel	322
<i>Manninger Sándorné</i> : Búzán előforduló rozsdagombák virulenciaváltozásai Magyarországon	328
<i>Purnhauser László, Csőszt Mária, Tar Melinda és Mesterházy Ákos</i> : Molekuláris markerek felhasználása a búza rozsdabetegségekkel szembeni rezisztencianemesítésében	333
<i>Szabó Ilona</i> : Erdei fák rozsdagombái Magyarországon	340
<i>Kudranyik István és Farády László</i> : Gabona-rozsdabetegségek és az ellenük való védekezés Bayer-hatóanyagokkal	343
<i>Nagy Géza, Nagy Csaba és Folk Győző</i> : Érdekes rozsdagombák gyógy-, dísz- és gyomnövényekről	345
<i>Véghelyi Klára</i> : A boróka és az alma karantén rozsdagombája (<i>Gymnosporangium juniperi-virginianae</i> Scwein.)	350
<i>Fischl Géza</i> : Rozsdagombák mocsári és vízinvízióvénnyeken	356
<i>Jandrasits László és Fischl Géza</i> : Védett növényfajok rozsdagombái az Őrségben	360
<i>Hertelendy Péter, Gergely László, Szlávik Szabolcs, Birtáné Vas Zsuzsanna és Jakabné Kondor Mária</i> : Rozsdagombákkal szembeni rezisztenciavizsgálatok az OMMI (MgSzH) fajtakísérletekben	365
<i>Kiss Levente</i> : Kitekintés az egzotikus rozsdagombák világába	370

TABLE OF CONTENTS

<i>Király, Z.</i> : Research on rust fungi in Hungary and breeding for resistance	309
<i>Csőszt, Mária, Á. Mesterházy, J. Matuz, Z. Kertész, B. Beke, L. Cseuz, Mária Papp, L. Purnhauser, Csilla Kertész and P. Fónad</i> : Rust resistances of wheat: results and prospects in breeding for resistance	314
<i>Vida, Gy. Mariann Gál, L. Szunics, L. Láng, Z. Bedő and O. Veisz</i> : Breeding wheat for improved resistance to rust fungi	322
<i>Manninger, Klára</i> : Changes in virulence of rust fungi affecting wheat in Hungary	328
<i>Purnhauser, László, Mária Csőszt, Melinda Tar and Á. Mesterházy</i> : The use of molecular markers in breeding wheat for rust resistance	333
<i>Szabó, Ilona</i> : Rusts of forest trees in Hungary	340
<i>Kudranyik, I. and L. Farády</i> : Cereal rust diseases and their control with Bayer products	343
<i>Nagy, G., Cs. Nagy and Gy. Folk</i> : Interesting rust fungi from medicinal, ornamental and weed plants	345
<i>Véghelyi, Klára</i> : Cedar-apple rust (<i>Gymnosporangium juniperi-virginianae</i> Scwein.)	350
<i>Fischl, G.</i> : Rust fungi on marsh and aquatic plants	356
<i>Jandrasits, László and G. Fischl</i> : Rust fungi of protected plant species in Őrség region	360
<i>Hertelendy, P., L. Gergely, Sz. Szlávik, Zsuzsanna B. Vas and Mária J. Kondor</i> : Trials with varieties for resistance to rust fungi by the Agricultural Office (formerly National Institute for Agricultural Quality Control)	365
<i>Kiss, L.</i> : An overview of exotic rust fungi	370

KÖRKÉP A HAZAI ROZSDAGOMBA-KUTATÁSOKRÓL

c. munkaértekezlet előadásai:

Elhangzott a MAE Növényvédelmi Társaság Növénykórtani Szakosztálya rendezvényén 2007. november 6-án

A HAZAI ROZSDABETEGSÉGEK KUTATÁSA ÉS A REZISZTENCIANEMESÍTÉS

Király Zoltán

MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, 1525 Budapest, Pf. 102.

A rozsdahelyzet 1950-ig

A búzán észlelt katasztrófális rozsdafertőzéssel 1873-ban az Országos Magyar Gazdasági Egylet foglalkozott, és határozatot hozott a kérdés tanulmányozására. Ezzel kapcsolatban egy miniszteri határozat is született, amelynek értelmében a búza nemesítésével a jövőben foglalkozni kell, hogy jobban ellenálljon a kórokozónak. A nemesítők a búza koraiságra való nemesítése révén azt is elérték, hogy a járványok nem tudták a termést olyan mértékben károsítani, mint azelőtt.

Tudományos szempontból nagy jelentőségű volt Husz Béla professzor amerikai tanulmányútja az 1920-as évek végén. Ő a világhírű E.C. Stakman csoportjában dolgozott, Minnesotában. Stakman laboratóriuma a rozsdarasszokkal szembeni ún. rasszspecifikus, újabban izolátumspecifikus rezisztenciát vizsgálta, és ő vezette be a hiperszenzitív reakció (HR) elnevezést, amellyel az ellenálló képesség egyik formáját nevezzük ma is. Husz Béla, hazatérve, a növénynemesítőkkal ismertette az amerikai kutatási eredményeket, és az oktatásban is a legmodernebb irányzatot képviselte a rozsdabetegségekkel kapcsolatban. Ebben az időben, 1932-ben egy igen jelentős búzaszárrozda-járvány (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) sújtotta Magyarországot. A korai érésű búzafajták sikeresen elkerülték a járványt, a hazai fajták azonban fogékonyak voltak.

A búza szárrozsa (*P. graminis*) és levélrozsa (*P. triticina*) hazai rasszainak rendszeres meghatározása Kompolton indult be 1950-ben. Ma már 58 éve annak, hogy a hazai rozsdarasszok szerepéről világos képünk van, elsősorban Bócsa Ivánné és Manninger Sándorné munkái alapján. A növénynemesítők és növénypatológusok közötti együttműködés eredményesnek bizonyult. Bizonyára ennek is, talán főként ennek köszönhető, hogy a mai magyar fajták ellenállóak a rozsdákkal szemben, és a járványok jelentősége nagymértékben csökkent. Ebben a tudatos rezisztencianemesítési programban több mint fél évszázadon keresztül Fertőd, Sopronhorpács, Martonvásár, Kompolt és Szeged, valamint a Növényvédelmi Kutatóintézet sikeresen dolgozott együtt.

A kóréletteni iskola

Mintegy 50 évvel ezelőtt eredetileg Martonvásáron, majd a Növényvédelmi Kutatóintézetben egy nemzetközileg is elismert kóréletteni kutatócsoport fejtett ki a rozsdareziszen-

ciával, illetve a fogékony, rozsdabeteg növény élettanával kapcsolatban alapkutatásokat (Farkas Gábor, Pozsár Béla, Király Zoltán). Megállapították, hogy a hiperszenzitív típusú gazdanövény-rezisztencia kapcsolatos a növény légzési útvonalainak megváltozásával és a respiráció fokozódásával. Ez a fokozott biológiai légzés a fogékony növényben is kialakul, de később, mint a rezisztens fajtákban. A pazarló respiráció és a károsodott fotoszintézis (Sziráki István) jelentős oka annak, hogy a fertőzött növények termése csökken. Az ellenálló képességet eredetileg a fenoloxidáció fokozódásával, újabban inkább a reaktív oxigénformák káros hatásával hozzák összefüggésbe. Ez a káros hatás kettős: gátolja vagy megöli a kórokozót, de előli a gazdanövény néhány sejtjét, és kialakul a hiperszenzitív reakció (HR). Az, hogy a HR, azaz a gazdanövény sejtelhalása nem oka, hanem következménye a növényi rezisztenciának, hazai kutatók (Király Z., Barna B. és Érsek T.) eredményeiből vált nyilvánvalóvá, amelyet 1972-ben a *Nature* c. folyóiratban közöltek, és amely paradigmaváltáshoz, ill. egy téves magyarázat elvetéséhez járult hozzá.

A kutatócsoport eredeti felfedezése volt az is, hogy a rozsdabetegségeket valójában hormonbetegségeknek tekinthetjük. M. El-Hammady és Király Z. elsőként mutatta ki azt, hogy a rozsdabeteg növényben a növényi juvenil hormon, a citokinin mennyisége, ill. hatása fokozódik. Később Pozsár Béla, Gáborjányi Richard és Király Zoltán kísérleteiből kitűnt, hogy a rozsdafertőzött, hormonbeteg babnövényekben a levél kimutathatóan nagyobbra nő. Ez a jelenség a beteg búzán is észlelhető, de kisebb mértékben. Citokinin-hormonhatásra az öregedő, fertőzött levelekben aktív anyagcseréjű ún. „zöld szigetek” maradnak, amelyek a kórokozót sokáig táplálni képesek. Ugyancsak hormonhatásra fordított floemtranszportot lehet észlelni a rozsdás növényekben. A rozsdás babban a citokinin meggátolja a korai levélhullást, de búzában és babban a gyökérnövekedést is gátolja. A citokinin hormonnak újabban angol kutatók alapvető jelentőséget tulajdonítanak a fogékonyság kialakulásának szempontjából is. Mi annak idején rámutattunk arra, hogy a citokinin elsősorban biotróf kapcsolatban a fogékony, fertőzött növényben halmozódik fel, illetve aktívabbá válik, de a rezisztens növényben ez sokkal kisebb mértékű (Sziráki István, Barna Balázs). Külföldi kutatók újabban felvetették azt, hogy egyáltalán a fogékonyság kialakulásához a citokinin-hatásra szükség lehet, és így jogos az a régebbi felfogás (M. Daly), amely szerint kompatibilitás esetén „indukált fogékonyságról” beszélhetünk.

További kórélettani kutatások

A növénykórtani irodalomban általános volt az a felfogás, hogy a bőséges nitrogénellátás a növényekben fokozza a kórokozók iránti fogékonyságot. Ezt a nézetet valójában világszerte oktatták is. A Növényvédelmi Kutatóintézetben végzett kutatások (Gilly Aranka, Ruda Sarhan, Barna Balázs, Király Zoltán) eredményeiből arra lehetett következtetni, hogy ez a tudományos tétel féligazságot tartalmaz, mert a korábbi német rozsdakutatások alapján általánosították, és „törvényszerűnek” tekintették azt, hogy a bő N-táplálás a növényeket fogékonyra teszi minden kórokozóval szemben. Ez a felismerés azonban csak a rozsdára, a lisztharmatra, valamint egyéb biotróf kórokozók által előidézett betegségekre igaz, a nekrotrófokra nem. Az említett kutatók kimutatták, hogy a bő N-táplálás a nekroztikus tüneteket okozó patogének ellen éppen hogy rezisztenciát idéz elő. Kiderült tehát, hogy még a gyakorlat szempontjából nézve is alapvető fontosságú az, hogy a számunkra kárt előidéző patogénről pontosan tudjuk: hová sorolható a nevezett kórokozó, a biotrófok vagy a nekroztikus előidéző nekrotrófok közé?

Egy következő fontos kérdés volt a rozsdakutatásokat illetően az, hogy előfordulhat-e szisztemikus szerzett rezisztencia (SAR) biotrófok, pl. a rozsdák okozta betegségek ellen

is? A kérdést Manninger Sándorné, Barna Balázs és Király Zoltán kísérletei döntötték el, amikor kimutatták azt, hogy ha a búza egyik alsó levelét olyan rozsdarasszal fertőzzük, amelynek ellenáll a növény, és HR-t (azaz szöveti elhalásokat) képez, akkor a felső levelekben tényleg kialakul a SAR egy második (challenge) fertőzéssel szemben, így a fertőzött leveleken sokkal kevesebb rozsdás telep alakul ki, mint a kontroll növényeken. Ez a rezisztencia nem kvalitatív jellegű, vagyis nem változik meg a betegségtünet, hanem csak kvantitatívnak minősíthető.

Az oxigén szabadgyökökkel, illetve a reaktív oxigénfajttákkal (ROS) folytatott vizsgálatok keretében kimutattuk azt, hogy a káros, reaktív oxigénfajtták (szuperoxid, hidrogén-peroxid stb.) gátolják a búzarozsdaspórák csírázását és az uredospórák fertőzőképességét (Barna Balázs, A.A. Galal, E.S. Abdou, Király Zoltán). Ebből arra lehet következtetni, hogy a ROS szabadgyököknek, ill. vegyületeknek szerepük lehet a rezisztens növényben a kórokozó gátlásában, illetve előlésében. Erre a fokozott lipidperoxidáció, peroxidáz és szuperoxid dizmutáz enzim aktivitás is utal.

Tyhák Ernő és német munkatársai (F. Schönbeck, valamint U. Steiner) érdekes jelenségre hívták fel a figyelmet. Ha bizonyos vegyületekkel, pl. metilezett aminosavakkal, kezeljük a bab leveleit, olyan változások következnek be a növényben, amelyek során a babrozsdá csírázása gátlást szenved, és a fertőzés is gátlódik (azaz kialakul egy rezisztencia-típus, amelyet a szerzők immunválasznak neveznek). Érdekes módon, ha az indukáló vegyület töménységét jelentősen csökkentjük, újabb immunválasz indukálódik a növényben. Ezt a furcsa jelenséget Tyhák Ernő és munkatársai „kettős immunválasznak” nevezték el. Az azóta végzett újabb kísérletek szerint további, vagyis többes immunválaszt is ki lehet mutatni, és a mechanizmusra is kezd fény derülni.

Jelenleg Szegeden és Martonvásáron új, molekuláris vizsgálatok folynak a rozsdabetegségekkel kapcsolatban (Prunhauser László, Vida Gyula, Bedő Zoltán, Veisz Ottó), amelyekről a szerzők külön cikkben számolnak be. Ezek a vizsgálatok a rezisztenciagének azonosításával, illetve e rezisztencia genetikájával foglalkoznak, de mindenképpen célra orientált alap kutatásoknak tekinthetők.

Mindkét kutatóhelyen alapos rezisztencianemesítési kísérletekre is sor kerül (Csősz Mária, Mesterházy Ákos, Veisz Ottó, Bedő Zoltán, Láng László), bár jelenleg a rozsdaveszély jelentősen csökkent (és ezt az előző évtizedek gondos nemesítési sikereinek köszönhetjük).

Van-e rozsdá elleni tolerancia a búzában?

A rozsdabetegség elleni tolerancia azt jelenti, hogy a tűrőképes növényen láthatók ugyan a betegség tünetei, de a kár vagy nem jelentkezik, vagy olyan csekély mértékű, hogy az gyakorlati szempontból nem jelentős. A növénykórtani irodalomban ezt a kérdést megkérdőjelezték, és többen kifejezték azt a véleményt, amely szerint tolerancia valójában nincs is. Barabás Zoltánnal ezt a kérdést szabadföldi kísérletekkel annak idején tisztázni szeretnénk volna. Rozsdakertben mintegy száz búzatörzset vetettünk el néhány méter hosszúságban. A területet fogékony búzafajta vetésével vettük körül. Ezen a szegélyfaján 2–3 méteres távolságban mesterséges rozsdafertőzést vittünk végbe, hogy sikeresen kialakítsunk egy helyi járványt. A vizsgálandó törzsekre a fertőzés egyenletesen ráterjedt. A terület felét azonban gombaölő peszticiddel megvédtük a rozsdafertőzés ellen. A kísérleti búzasorok felén tehát kialakult a betegség, felén azonban nem. Ezután kalászatokat gyűjtöttünk a beteg és védett sorokról, és az ezerszemtömeget vizsgáltuk a beteg és a védett változato-

kon. A legtöbb esetben az ezerszemtömeg kisebb volt a beteg változatban, mint a védettben. Néhány genotípus azonban azt mutatta, hogy a beteg és a védett, azaz nem beteg változatban az ezerszemtömeg nem változott a rozsdafertőzés hatására sem. Vagyis nem volt szignifikáns különbség a fertőzött, de toleráns és a nem fertőzött változat ezerszemsúlya között. Ez azt jelenti, hogy a törzs tolerálta a rozsdafertőzést, ill. a betegséget. Az alaposabb vizsgálat kiderítette, hogy a tolerancia oka az volt, hogy a fertőzési helyek száma a toleráns változatban csökkent, és az uredotelepek kicsik voltak. Ez a jelenség tulajdonképpen kvantitatív rezisztenciatípusnak is felfogható.

Ezt a kísérleti eredményt nem közöltük, ezért írtam le most részletesebben. A kérdést alaposabban vizsgálta Barabás Zoltán, Mesterházy Ákos és Matúz János Szegeden, a Gabonatermesztési Kutatóintézetben. A szabadföldi kísérlet keretében egy ún. „center pivot” eljárást alkalmaztak. A kísérleti tábla közepén egy fogékony fajtát megfertőztek, amely a helyi járvány kiindulópontja lett. A központi kiindulóhely köré vetették a vizsgálandó fajtákat, illetve törzseket úgy, hogy az egyes parcellák meglehetősen hosszúak voltak. Ezzel az egyes parcellák közé izoláló magas növésű elválasztó növényt vetettek. Ezzel a természetes szabadföldi vizsgálattal meg lehetett állapítani az egyes törzsek „fogékonyságát” a járvány kialakulása szempontjából, mert nem csak a rezisztenciát vagy a toleranciát lehetett vizsgálni, hanem azt is, hogy az egyes búzaváltozatokon a járvány milyen intenzitással tud terjedni. Ennek a kísérleti módszernek alkalmazása és kidolgozása úttörőnek számított a rezisztenciabiológiai szakirodalomban.

A Martonvásáron tartott rozsdaszimpóziumon több előadás hangzott el a gyakorlati rezisztencianemesítési témában és az újabb, molekuláris rezisztenciakutatásokban is, amelyekről a szerzők külön dolgozatokban számolnak be.

AJÁNLOTT IRODALOM

- Abdou, I.S., Galal, A. and Barna, B.** (1993): Changes in lipidperoxidation, superoxide dismutase, peroxidase and lipoxygenase enzyme activities in plant/pathogen interactions. In: **Gy. Mózsik, I. Emerit, J. Fehér, B. Matkovics, Á. Vincze** (eds): Oxygen Free Radicals and Scavengers in the Natural Sciences. Akadémiai Kiadó, Budapest, 29–33.
- Barabás, Z. and Király, Z.** (1976): Winter wheat mutation breeding for resistance and tolerance. In: *Induced Mutations for Disease Resistance in Crop Plants* (1975). Int. Atomic Energy Agency, Vienna, 31–39.
- Barna, B., Abdou, S. F., Manninger, K. and Király, Z.** (1998): Systemic acquired resistance in wheat against stem and leaf rusts. *Acta Phytopath. Entomol. Hung.*, 33: 31–36.
- Barna B. és Király Z.** (1993): Gabona-rozsdabetegségek kutatásának jelentősége, a kóréletani kutatások objektumai. *Növényvédelem*, 29: 496–497.
- El-Hammady, M., Pozsár, B. I. and Király, Z.** (1968): Increased leaf growth regulated by rust infections, cytokinins, and removal of the terminal bud. *Acta Phytopath. Entomol. Hung.*, 3: 157–164.
- Gáborjányi R., Balázs E. és Király Z.** (1972): Rozsdafertőzött bablevelek levélhullása. *Bot. Közl.*, 59: 79–83.
- Gilly Aranka és Király Z.** (1979): Az intenzív nitrogénellátás szerepe a növényi rezisztenciában a levélnekrózis okozó fakultatív parazitákkal szemben. *Növényvédelem*, 15: 481–490.
- Gilly Aranka és Király, Z.** (1980): Az indukált juvenilitás hatása a fakultatív parazita gombák nekrózisképzésére. *Növényvédelem*, 16: 1–7.
- Husz B.** (1941): A beteg növény és gyógyítása. *Kir. Magyar Természettud. Társ., Budapest*
- Király, Z.** (1980): *New Trends in Plant Pathological Research – a Pathophysiological Approach*. DSR Forlag, Copenhagen, 1–19.
- Király, Z.** (1980): Defences triggered by the invader: Hypersensitivity. In: **J. G. Horsfall and E. B. Cowling** (eds): *Plant Disease. An Advanced Treatise*. Vol. V., Academic Press, New York, 201–224.
- Király, Z.** (1998): Plant infection – Biotic stress. In: **P. Csermely** (ed.): *Stress of Life*. *Ann. New York Acad. Sci.*, 851: 233–240.
- Király, Z. and Barabás, Z.** (1983): Attempts to induce mutations for resistance of wheat to mildew, stem rust and leaf rust. *Induced Mutations for Disease Resistance in Crop Plants*. II. Int. Atomic Energy Agency, Vienna, 89–93.

- Király, Z., Barna, B. and Érsek, T.** (1972): Hypersensitivity as a consequence, not the cause, of plant resistance to infection. *Nature*, 239: 456–458.
- Király, Z., El-Hammady, M. and Pozsár, B.I.** (1967): Increased cytokinin activity of rust-infected bean and broad bean leaves. *Phytopathology*, 57: 93–94.
- Király, Z., El-Zahaby, H., Galal, A., Abdou, S., Ádám, A., Barna, B. and Klement, Z.** (1993): Effect of oxy free radicals on plant pathogenic bacteria and fungi and on some plant diseases. In: **Gy. Mózsik, I. Emerit, J. Fehér, B. Matkovics and Á. Vincze** (eds): *Oxygen Free Radicals and Scavengers in the Natural Sciences*. Akad. Kiadó, Budapest, 9–19.
- Király, Z. und Farkas, G. L.** (1955): Über die parasitogen induzierte Atmungssteigerung beim Weizen. *Naturwissenschaften*, 42: 213–214.
- Király Z. és Farkas G. L.** (1956): A feketeterozsdával (*Puccinia graminis* var. *tritici*) fertőzött búza terminális oxidációjának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*, 5: 233–240.
- Király, Z. and Gilly, Aranka** (1978): Effects of nutrients in fertilizers on plant disease resistance. Reports of the 1st Nat. Symp. Plant Immunity. Ministry of Agriculture and Food Industry and Inst. of Plant Protection, Kostinbrod-Sofia, 72.
- Mashaal, S. F., Barna, B. and Király, Z.** (1981): Effect of photosynthesis inhibitors on wheat stem rust development. *Acta Phytopath. Entomol. Hung.*, 16: 45–48.
- Matuz, J., Mesterházy, Á. and Barabás, Z.** (1979): Evaluation of horizontal resistance of winter wheat by the Center Pivot method. *Theor. Appl. Genet.*, 55: 199–204.
- Ouf, M. F., Galal, A. A., Shehata, Z. A., Abdou, E. S., Király, Z. and Barna, B.** (1993): The effect of superoxide anion on germination and infectivity of wheat stem rust (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.) uredospores. *Cereal Res. Comm.* 21: 31–37.
- Sziráki, I., Barna, B., El-Waziri, Sawsen and Király, Z.** 1976): Effect of rust infection on the cytokinin level of wheat cultivars susceptible and resistant to *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*. *Acta Phytopath. Entomol. Hung.*, 11: 155–160.
- Sziráki, I., Mustárdy, I. A., Faludi-Dániel, A. and Király, Z.** (1984): Alterations in chloroplast ultrastructure and chlorophyll content in rust-infected Pinto beans at different stages of disease development. *Phytopathology*, 74: 77–84.
- Tyihák E. és Kátay Gy.** (2007): A növények többszörös immunválasza és a biokémiai immunizálás. In: **Gáborjányi R. és Király Z.** (szerk.), *Molekuláris növénykórtan*. Agroinform, Budapest, 326–338

A PIONEER ÚJ KUKORICA HIBRIDEKET BOCSÁT KI

New Pioneer corn hybrids

AgreWorld, Napi elektronikus hírek, 2008. február

A DuPont Pioneer Hi-Bred vetőmagszektor 2008-as terve:

- 59 új kukorica hibridet bocsát ki, melyből 23 genetikai innováció eredménye rovarölő tulajdonsággal (Herculex-csoport) és Roundup Ready Corn 2;
- 22 új hibridbe kódolták a Herculex XTRA-t (Herculex I x Herculex RW Diabrotica elleni védekezés) és a Roundup Ready Corn 2-t;
- új „High Total Fermentable” (HTF) kukorica etanol hibridet vezet be a 2008-as idényre.

Böszörményi Ede

MgSzH Központ

Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

A BÚZA ROZSDABETEGSÉGEI: REZISZTENCIÁRA NEMESÍTÉSI EREDMÉNYEK ÉS KILÁTÁSOK

Csősz Mária, Mesterházy Ákos, Matuz János, Kertész Zoltán, Beke Béla, Cseuz László, Papp Mária, Purnhauser László, Kertész Csilla és Fónad Péter
 Gabonatermesztési Kutató Közhasznú Társaság, 6701 Szeged, Pf. 391.

A szántóföldi tesztek alapján megállapítottuk, hogy az Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr29, Lr35 és Lr38K levélrozsdá, ill. az Sr36, Sr27 és Sr31 szárrozsdá-rezisztenciáinak magyarországi körülmények között felnőttkorban hatékony védelmet nyújtanak a levél-, illetve szárrozsdá-populációval szemben. A hatékony szelekció végett a fajták, fajtajelöltek ellenállósága mellett folyamatosan figyelemmel kísértük a nemesítési törzsek fertőzöttségének mértékét is. Számos szár-, levél- és sárgarozsdá-, valamint lisztharmat-rezisztenciagént azonosítottunk fajtáinkban hagyományos és molekuláris módszerek felhasználásával. Az Sr36 rezisztenciagént hordozó GK Kincső fajta széles körű felhasználásával jelentősen javítottuk fajtáink szárrozsdával szembeni ellenállóságát.

Magyarországon az 1800-as évek végétől a 1970-es évek elejéig a szárrozsdá (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) okozta a legnagyobb károkat a fajták fogékonyságától függően, majd az 50-es évektől kezdődően fokozatosan nőtt a vörösrozsdá (*Puccinia triticina* Erikss.) jelentősége, és napjainkban már az egyik legjelentősebb kórokozója a hazai búzatermesztésnek. A sárgarozsdá (*Puccinia striiformis* var. *striiformis*) előfordulása lényegesen ritkább, országos méretű epidémiát 2001-ben okozott utoljára (Szunics és mtsai 2000, Csősz 2000, Csősz és mtsai 2002, Vida és mtsai 2000). A rozsdagombák által okozott termésveszteség mértéke elérheti akár a 70%-ot is (Barabás és Matuz 1983, Samborski 1985, Manninger 1996).

A vörösrozsdá-rezisztenciáinak felnőttkori hatékonysága

A vörösrozsdá-rezisztenciáinak hatékonyságának felméréséhez szükséges differenciáló vonalakat (közel izogén vonalak, near isogenic lines = NILs, Thatcher háttérben) Dr. Kolmer (Winnipeg, Canada) bocsátotta rendelkezésünkre 1994-ben. Szeged Kecskés telepi tenyészkertünkben 1995 óta (kivéve az igen száraz 2003-as év) kísérjük figyelemmel ezek fertőzöttségét.

A legnagyobb mértékű fertőzöttséget 1996-ban és 2006-ban jegyeztük fel. 2006-ban a hatékony csoportba sorolt Lr35 és Lr38-as gént tartalmazó közel izogén vonal is jelentős mértékben fertőződött, amely mind a borítotttság mértékében, mind a reakciótípusban megmutatkozott. Ugyancsak erősebben fertőződött a mérsékelten hatékony csoportba tartozó vörösrozsdá-rezisztenciáinak tartalmazó búza közel izogén vonalak nagy része is, amely a patotípusok összetételében bekövetkezett változásokra utalhat. Ezt jelezheti a hatástalan csoportba sorolt Lr3ka gént tartalmazó közel izogén vonal 2004 óta tapasztalt csekély fertőzöttsége is [tünetmentes, ill. nyomokban fertőződött (1. táblázat)]. Az Lr9, Lr19, Lr24, és Lr25-ös gének hatékonysága azonban változatlan szegedi körülmények között (Csősz és mtsai 2000). Ezek azonban a köztermesztésben lévő fajtáinkban nem szerepelnek.

A szántóföldi tesztekben jelentős különbség volt az országok közötti és az országon belül az egyes vizsgált helyeken tapasztalt természetes fertőzöttség mértékében. A modern európai őszibúza-gyűjteményben a leggyakrabban azonosított rezisztenciáinak az Lr3a, Lr10, Lr13, Lr14a, Lr20, Lr26 és Lr37 (Winzeler és mtsai 2000). E gének nagy része nem nyújtott megfelelő védelmet a kórokozó ellen szántóföldi kö-

1. táblázat

A vöröszosda-rezisztenciagének hatékonysága felnőttkorban
(1995–2006, Szeged)

Gének	Vöröszosda-fertőzöttség mértéke										
	Évek										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006
<i>Hatékony</i>											
Lr9	0	0	0	0	0	0	0	tMR-MS	0	0	10MR
Lr19	5R	0	0	tMR	0	0	0	tMR-MS	0	tMR	0
Lr24	0	tR	5MR	tMR	0	0	0	15MR-MS-S	0	0	0
Lr25	0	30R	0	tMR	0	5MR	0	5MR-MS	0	0	20MS
Lr29	10R	20R-MR	tR	30MR	20;R	10R	0	1MR-MS	0	10R-MR	40MR
Lr35	2R-MR	tMR	tR	0	30R-MR	10R	tMR	40MS-S	tMR	5R	60S
Lr38K	5R	0	Tr	0	30R-MR	30MR-MS	tMR	30MS-S	10MR	5R	60S
<i>Mérsékeltlen hatékony</i>											
Lr12	20R-MR	80R-MR	40R	20MR	80;R-MR	30MR	30MR-MS	20MR-MS-S	30MR-MS	60R-MR	20MS
Lr13	40MS(MR)	80R-MR	30R-MR	40MR	80;R-MR	30R-MR	10R-MR	40MS-S	20R-MR	60MS-S	60S
Lr17	5R	30R-MR	20R-MR	10MR	100;R-MR	20R	10MR	30MS-S	10MR	30R-MR	10MS
Lr18	30R	100R-MR	20R-MR	10R	80;R-MR	30R-MR	10R-MR	10MS-S	10R-MR	0	60S
Lr23	5R-MR	40MS	30R-MR	tMR	40;R-MR	0	10R-MR	15MR-MS-S	5R-MR	20R	60S
Lr28	40R-MR	30MR	20MS-S	5R	40;R-MR	30MR-MS	0	15MS-S	0	0	60MS-S
Lr32	30MR-MS	60MR	20R-MR	10MR	80;R-MR	30R-MR	5MR	30MS-S	10MR	5R-MR	60S
Lr37	10R-MR(MS)	80MR	20R	5MR	60;R-MR	20R	tR	15MR-MS-S	5R	5R	100MS-S
Lr44	30MS	80R-MR	50R-MR	tMS	70;R-MR-MS	40R-MR	tMR	30MS-S	5MR	10MR	60S
LrW	40MS(MR)	60MR	20R-MR	60MS	30;R-MR	10MR	tR	30MS-S	tR	0	40S
<i>Hatástalan</i>											
Lr1	25MR-MS	100S	40MR-MS	40MS	50R-MR	30R-MR-MS	5MR	40MS-S	5MR	30MR	100S
Lr2a	20MR	100S	60MR	40MS	70MR-MS	20MR-MS	60MS-S	40MR-MS-S	50MS-S	50MR-MS	100S
Lr2b	30MR-MS	100S	80MS	-	100MS	50S	80S	40MS-S	70S	50MS-MS	100S
Lr2c	50MS-S	100S	100S	60MS	100MS	40S	60S	30MS-S	60S	50S	100S

Az 1. táblázat folytatása

Gének	Vörösrózsa-fertőzöttség mértéke													
	Évek													
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006			
Lr3	50S	100S	100S	80MS	100S	40S	50MS-S	40MS-S	50MS-S	60S	80S			
Lr3bg	30S	100S	100S	40MR	100S	50MR-MS	60MS-S	40MS-S	50MS-S	60S	80S			
Lr3ka	50S	100S	80MS-S	20MR	60MS-S	20MR-MS	0	50MS-S	0	0	tMR			
Lr10	60S	100S	80S	30MR	100S	40S	20MR-MS	40MS-S	20MR-MS	50MS-S	100S			
Lr11	60S	100S	100S	30MR	100S	40MR-MS	30S	45MS-S	30MS-S	60S	80S			
Lr14a	40MS-S	100S	80S	40MR	100S	20MS-S	50MS-S	50MS-S	40MS-S	80S	60S			
Lr14b	15MR-MS	100S	80MS	10MR	80R-MR-MS	30MR	20MR	40MS-S	20MR	30MR-MS	60S			
Lr15	60S	100S	100S	20MR	100S	40MS-S	30MR-MS	60S	30MR-MS	0-60MR-MS	80S			
Lr16	10S	100S	100S	40MR	100S	40S	20MR	45S	20MR	5R	30MS			
Lr20	30MR-MS-S	100S	60R-MR-MS	10MR	80R-MR-MS	-	20R-MR	30MS-S	20R-MR	0	80S			
Lr21	50MS-S	100S	60MR	10MR	100S	-	50MR-MS-S	40S	40MR-MS-S	5R	60S			
Lr22	30MR	80S	20R-MR	tMR	60R-MR	5R	5MR	10MR-MS-S	5MR	0	60S			
Lr26	50S	100S	80MS	5MR	100S	20MR	60MS-S	60MS-S	40MS-S	60S	80S			
Lr30	30MR-MS-S	80S	60R-MR	5MR	80MR-MS-S	40MR-MS	50MR-MS	50S	30MR-MS	30MR-MS	80S			
Lr33	40S	100S	30MR	40MS	100S	60MS-S	40MR-MS	10MS-S	30MR-MS	20MR-MS	60S			
Lr34	20MS-S(MR)	80MS	20R-MR	20MR	60S	40MR-MS	tMR	50S	5MR	5MR-MS	60S			
Lr38T	40MR-MS	80S	50R-MR	5MR	50R-MR-MS	20MR	5MR	40MS-S	10MR	5R-MR	60S			
Lr44	40MR-MS-S	80MS	50MR-MS	tMS	80R-MR-MS	50R-MR	5R	40MS-S	5R	50R-MR	80S			
LrBC	40S	100S	80MS-S	60MS	100S	50MS-S	30MR-MS	50MS-S	30MR-MS	20MR-MS	80S			
LrBPI	40S(MS)	80S	50MS	60MS	100S	60S	20MR-MS	50S	20MR-MS	5MR-MS	60S			
Tc (S)	60S	100S	80S	60MS	100S	30MS	50S	40S	40S	30S	60S			

0 = tünetmentes, ; = nagyon rezisztens, R = rezisztens, MR = mérsékelt rezisztens, MS = mérsékelt fogékony, S = fogékony, t = nyomokban, szám: %, amelynél 0 = legellenállóbb, 100 = legfogékonyabb

riülmények között. Jelenleg az Európában kiterjedten használtak közül az *Lr35* és *Lr37*-es a leghatékonyabb (Mesterházy és mtsai 2000).

2. táblázat

Szárrozsdá-rezisztenciagének felnötkkori hatékonysága

1998-ban dr. Harder (Kanada) bocsátotta rendelkezésünkre a Knott (1990) által a Little Club-Marquies-Prelude-Gabo ('LMPG') fajtából kifejlesztett szárrozsdá közel izogén vonalakat.

A vonalak fertőzöttsége alapján felnötkkorban a legmagasabb szintű védelmet a kórokozó ellen az *Sr36*, *Sr27* és *Sr31*-es gén adta. Jó hatékonyságú volt még az *Sr24*, *Sr25* és *Sr26*-os gén. Az első három hatékony gén esetében megfigyeléseink megegyeznek Vida és mtsai (2000) eredményeivel, de az *Sr24* és *Sr25* esetében jelentős eltérést tapasztaltunk (2. táblázat). A szárrozsdagéneket tartalmazó izogén vonalak további vizsgálata feltétlenül szükséges hatékonyságuk megítéléséhez.

Sárgarozsdá-rezisztenciagének felnötkkori hatékonysága

A sárgarozsdá magyarországi előfordulása ritka, így e *rezisztenciagének felnötkkori hatékonyságáról* megbízható információnk nincs.

Nemesítési törzsek rozsdagombákkal szembeni ellenálló képességének értékelése szántóföldön

Mivel a szárrozsdá a 70-es évek óta nem vagy csak sporadikusan fordul elő Magyarországon, a genotípusok ellenállóságának tesztelésére mesterséges fertőzések rendszerét alakítottunk ki, ahol nem csak a már kész fajták, illetve fajtajelöltek tesztelésére került sor, hanem a termés-összehasonlító kísérletekben (F_8 – F_{10} nemzedék) vizsgált törzsek, valamint a külföldi és hazai fajták, törzsek ellenállóságának a vizsgálatára is.

A betegségek közül a levélrozsdá általában minden évben kisebb-nagyobb mértékű megbetegedést okoz az őszi búzában. A sárgarozsdá Magyarországon ritkán fordul elő járványos méretekben. 1990 óta csak 2001-ben alakult ki ér-

Szárrozsdá-rezisztenciagének felnötkkori hatékonysága

(Szeged, 2000–2001)

Gének	Szárrozsdá fertőzöttség mértéke	
	2000	2001
<i>Sr5</i>	50MS	50MS
<i>Sr6</i>	10MS	40MS
<i>Sr7a</i>	60MS	40MS
<i>Sr8a</i>	50MS	60S
<i>Sr8b</i>	50MS	20MS
<i>Sr9a</i>	40MR	60MS
<i>Sr9b</i>	30R-MR	60S
<i>Sr9d</i>	30MS	40MS
<i>Sr9e</i>	5R	40MR
<i>Sr11</i>	5R	40MS
<i>Sr12</i>	30MS	60S
<i>Sr13</i>	50MS	40MS
<i>Sr17</i>	30MR-MS	40MS
<i>Sr18</i>	60MS	40MS
<i>Sr21</i>	40MS	40MS
<i>Sr22</i>	30MS	40MS
<i>Sr23</i>	30MR-MS	60MS
<i>Sr24</i>	5R	20MS
<i>Sr25</i>	0-30MS	20MR
<i>Sr26</i>	5R	20MR
Sr27	tR	tMS
<i>Sr28</i>	60MS	60S
<i>Sr29</i>	40MS	tMS
<i>Sr30</i>	30MS	60S
Sr31	5R	5MS
<i>Sr32</i>	0-tR	20MS
<i>Sr33</i>	40MS	70S
<i>Sr34</i>	50MS	tMS
<i>Sr35</i>	30MS	60MS
Sr36	0	tMS

Jelmagyarázat az 1. táblázatnál látható

tékelhető mértékű epidémia.

A mesterséges szárrozsdáfertőzés hatására kialakult járvány mértéke igen eltérő, három évben pedig (1999, 2002, 2003) egyáltalán nem tudtuk értékelni a nemesítési törzsek szárrozsdáfertőzöttségének mértékét. Az átlagos fertőzöttségi koefficiens értékeiből jól látható, hogy az utóbbi években a fertőzöttség mértéke megnö-

vekedett. Ennek oka lehet, hogy az új kombinációk létrehozásához felhasznált szülők szározsdaival szembeni ellenállósága nem megfelelő.

A természetes levélrozsda-fertőzöttség mértéke is növekvő tendenciájú (3. táblázat). Ezt okozhatja az új források nem megfelelő ellenállósága is, de közrejátszhat e folyamatban a körözó új patotípusainak megjelenése is.

A 3. táblázat adatsorából az 1999–2006-os évek adatait részletesen megvizsgálva láthatjuk, hogy a fertőzöttség mértékét az évjárat és a vizsgálatban szereplő törzsek genetikai háttere befolyásolta alapvetően. A törzsek természetes vöröszrozsda-fertőzöttség szerinti megoszlása egyértelműen mutatja azt is, hogy a hatékony szelekcióra a járványos évek alkalmasak. Ilyen pl. az 1999-es vagy a 2006-os év, a 2003-as igen száraz évjárat pedig a szelekciót jelentősen félreviheti, hiszen ebben az évben ugrásszerűen megnőtt a kis fertőzöttségű törzsek aránya, ami a levélrozsda késői megjelenésével magyarázható.

A nemesítők számára alapvető fontosságú a 0 és 10 ACI értékű kategóriába tartozó törzsek

genetikai hátterének elemzése, hogy a keresztezési programok tervezésekor olyan forrásokat tudjanak kiválasztani, amelyekből várhatóan nagyobb arányban származhatnak jó rezisztenciájú törzsek (4. táblázat).

A GK Kht által nemesített őszibúzafajtákban és -fajtajelöltekben azonosított rezisztenciagének

A nemesítési munka hatékonyságát jelentősen javíthatjuk, ha céltudatosan állítjuk össze a keresztezési programokat. Ezt nagyban elősegíti a fajtáinkban lévő rezisztenciagének meghatározása. Külföldi és hazai együttműködések, valamint saját – hagyományos és molekuláris úton – munkánk eredményeként számos szár-, levél- és sárgarozsda-, valamint lisztharmatgént azonosítottunk fajtáinkban (Limpert és mtsai 1994, Johnson és mtsai 1996, Csósz és mtsai 2001, Manninger és mtsai 1998, Winzeler és mtsai 2000, Purnhauser 2006, személyes közlés). E munkák eredményét foglalja össze az 5. táblázat.

3. táblázat

A szár-, vörös- és sárgarozsda-fertőzöttség mértéke a vizsgált törzsek átlagában (Szeged, 1990–2006)

Év	Szározsda ¹		Vöröszrozsda		Sárgarozsda	
	ACI ²	n ³	ACI	n	%	n
1990	35,2	1441	27,6	1344	–	
1991	17,6	1384	35,8	1536	–	
1992	16,2	1130	32,0	1344	–	
1993	17,4	1032	38,7	1012	–	
1994	30,8	283	34,7	1416	–	
1995	24,1	1427	9,1	1632	–	
1996	29,2	664	51,8	1632	–	
1997	36,2	1210	36,0	1583	–	
1998	10,2	2071	11,4	2087	–	
1999	–	–	68,1	2472	–	
2000	30,5	1433	31,3	1968	–	
2001	33,2	1534	39,6	2040	13,0	2370
2002	–	–	28,9	1765	–	
2003	–	–	23,5	1955	–	
2004	41,1	790	47,4	2172	–	
2005	41,9	912	31,8	1512	–	
2006	37,7	691	61,1	1760	–	

¹ = mesterséges fertőzéses adatok, ² = ACI = átlagos fertőzöttségi koeficiens,

³ = vizsgálatban szereplő törzsek száma

Termés-összehasonlító kísérletekben vizsgált törzsek természetes levéltrozsa-fertőzöttség (ACI) szerinti megoszlása
(Szeged, 1999–2006)

	Év							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Vizsgált törzsek száma	2472	1968	2040	1765	1955	2172	1512	1760
Átlagos fertőzöttségi koefficiens	68,1	31,3	39,6	28,9	23,5	47,4	31,8	61,1
Fogékonysági kategóriák								
0	3,04	0,97	0,00	1,19	16,75	0,14	39,02	1,76
10	10,18	30,18	10,94	34,50	24,51	25,60	4,63	12,25
20	5,57	15,24	11,42	10,65	9,68	10,45	3,24	4,28
30	5,09	13,01	8,98	13,14	10,41	7,69	8,13	5,51
40	7,61	15,50	29,69	18,70	12,13	14,04	10,65	7,80
% összesen	31,49	74,90	61,02	78,19	73,48	57,92	65,67	31,59
50	4,37	5,28	2,92	6,52	6,63	8,38	3,17	3,69
60	6,81	8,89	27,56	10,37	4,76	14,00	12,04	10,90
70	4,69	3,91	1,06	2,21	3,49	3,96	1,46	2,11
80	18,83	5,08	7,43	2,44	8,40	11,51	13,03	25,73
90	5,13	1,22	0,00	0,06	0,15	0,05	0,00	1,17
100	28,69	0,71	0,00	0,23	3,09	4,19	4,63	24,79
% összesen	68,51	25,10	38,98	21,81	26,52	42,08	34,33	68,41

Amint láthattuk, az *Sr36* a hatékony szárrozsa-rezisztenciagének közé tartozik. A GK Kincső fajta tartalmazza ezt a gént, amelyet a szegedi nemesítési programban széles körben felhasználtak. E programból 2005-ig 27 fajtát minősítettek, amelyek nagy része tartalmazza az *Sr36*-os gént, amely kiváló szárrozsa-ellenállóságot ad számukra, legtöbbjüknek jó a szántóföldi ellenállósága a lisztharmat- és levéltrozsa-fertőzéssel szemben is, s emellett kiváló kenyérsütési minőségűek és jó termőképességűek.

Azt is láthatjuk viszont, hogy fajtáink genetikai háttere az ellenálló képesség szempontjából igen szűk. Ez akkor jelenthet problémát, ha kialakul a patogén populációban egy olyan patotípus, amely képes megfertőzni az adott gént tartalmazó fajtát. A szegedi fajtákban ritkábban, a martonvásári fajtákban viszont igen gyakran előfordul az *Sr31*-es szárrozsa-rezisztenciagén. Pretorius és mtsai (2000) Ugandában azonosítottak az *Sr31*-es génre virulens patotípust. Ennek elterjedésekor az *Sr31*-es gént tartalmazó fajták szárrozsa-ellenállósága lé-

nyegesen romolhat, s ez nagymértékű termésvesztést eredményezhet. De ugyanez a helyzet kialakulhat az *Sr36*-os gén esetében is. Ez a tény jelzés értékű a nemesítők számára, hogy a fajta-előállító nemesítési munkában más hatékony vagy mérsékelten hatékony – de szántóföldi viszonyok között megfelelő szintű védelmet nyújtó – gént is célszerű felhasználni az ellenálló képesség javításában.

A hagyományos és a molekuláris módszerek alkalmazása a rezisztenciára nemesítésben

A nemesítési munka tulajdonképpen versenyfutás a kórokozókkal. A kórokozó populáció összetételének változása – különösen, ha együtt jár egy új, virulens patotípus megjelenésével – jelentősen megváltoztathatja természetett fajtáink fertőzöttségének mértékét. Ezért nagyon fontos nyomon követni nem csak Magyarországon, hanem az európai térségben is a kórokozó populáció összetételét, hogy követni tudjuk a változásokat.

A GK Kht. által nemesített ősizibúzfajtákban és -fajtajelöltekben azonosított rezisztenciagének

Fajta	Elismerés éve	Gén/gének	Fajta	Elismerés éve	Gén/gének
GK Tiszatáj	1978	Yr3?, TP?	GK Kunság	1998	Lr?, Sr36
GK Szeged	1978	YrTP?	GK Dávid	1998	Lr?
GK Ságvári	1982	Pm8, Sr31	GK Garaboly	1998	Lr?, Sr36
GK Kincső	1983	Lr3+, Sr36	GK Forrás	1999	Lr3+, Sr36
GK Óthalom	1985	Yr?	GK Tenger	1999	Sr36
GK Zombor	1985	Sr31, Yr9+	GK Jászság	1999	Sr36
GK Bence	1987	Pm8, Sr36, Sr31	GK Bagoly	2000	Sr36
GK István	1987	Sr5	GK Szálka	2000	Lr?
GK Örzse	1988	Pm2+5	GK Sas	2000	Sr36, Sr31
GK Barna	1990	Sr5, Yr?	GK Jutka	2001	Sr36
GK Csűrös	1991	Sr31, Yr9	GK Tündér	2001	Sr36
GK Órség	1991	Yr2?,+	GK Ati	2001	Sr36
GK Kata	1991	YrTP?	GK Csongrád	2001	Sr36
GK Góbé	1992	Lr?, Sr36, Yr?	GK Héja	2001	Sr36
GK Délibáb	1992	Sr5	GK Holló	2001	Sr36
GK Zugoly	1993	Lr?, Sr36	GK Margit	2001	Sr36
GK Pinka	1994	Lr3a+	GK Cinege	2002	Sr36
GK Répce	1995	Lr1+Lr3a	GK Csaba	Fj.	Yr2,3?, TP?
GK Marcal	1995	Lr?	GK Gereben	Fj.	YrTP?
GK Csörnóc	1995	Sr31, Yr9	GK Kovász	Fj.	Yr?
GK Malmos	1996	Lr3	GK Táltos	Fj.	Lr3a+Lr26
GK Kende	1996	Lr3+Lr3a	GK Szemes	Fj.	Pm8
GK Szindbád	1996	Lr?, Sr36, YrTP	GK Tiborc	Fj.	Pm8
GK Kalász	1996	Lr13+, Sr36, Yr?	GK Mini Manó	Fj.	Pm5+6, Sr36
GK Élet	1996	Sr5, Yr?	GK Bokros	Fj.	Sr36, Sr31
GK Véka	1996	Yr9+, Sr31	GK Boglár	Fj	Sr36

A fajtákban lévő rezisztenciagének meghatározása hagyományos úton munka- és időigényes feladat, mert ahhoz, hogy tesztelni tudjuk anyagainkat, fenn kell tartani a kórokozót, elő kell állítani olyan specifikus izolátumokat, amelyek alkalmasak az adott rezisztenciagén azonosítására. Emellett nagy a hely-, munka- és időigénye. Mindezek egyszerűsíthetők a molekuláris technikák alkalmazásával. Az ez irányú munka a 90-es években kezdődött el intézetünkben, és két rezisztenciagén (*Sr31* és *Sr36*) meghatározása az F_8 – F_{10} nemzedékben már harmadik éve folyik (Purnhauser László és munkacsoportja), ami e két gén esetében már kiváltja a szántóföldi teszteket. A nemesítők munkáját nagyban elősegítené, ha más gének esetében is

lehetséges volna e technika alkalmazása, hogy teljesen kiváltható legyen a szárrozsdá esetében a szántóföldi mesterséges fertőzéses teszt.

Most van folyamatban főként levélrozsdá terén rassz-specifikus és nem rassz-specifikus gének beépítése ősizibúzfajtákba markerekre alapozott szelekciós (MAS) eljárással. A módszerrel létrehozott törzsek bevonása a hagyományos rezisztenciára nemesítési programba jelentős előrelépést jelenthet az elkövetkező években a levélrozsdával szembeni ellenállóság kialakításában.

Ugyancsak fontos szerepe lehet az ellenálló képesség javításában új rezisztenciagének izolálásának és transzgenikus rezisztens törzsek előállításának.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak a GAK (szerződés száma: OMFB 00950/2005) és az NKFP 4/064/2004 pályázatok anyagi támogatásáért.

IRODALOM

- Barabás Z. és Matuz J.** (1983): A levélrozsda- és a liszthar-
mat-epidémia, illetve különféle rezisztenciátípusok
befolyása őszibúza-genotípusok termésére. Növény-
termelés, 32 (3): 193–198.
- Csősz L.-né** (2000): Búza levélbetegségek járványtani jelen-
tősége szegedi szemmel. 46. Növényvédelmi Tudu-
mányos Napok, Budapest, február 22–23., 90.
- Csősz L.-né, Matuz J., Kertész Z. és Mesterházy Á.** (2002):
A 2001. évi sárgarozsda-járvány tapasztalatai. Gya-
korlati Agroforum, 13(5): 14–16.
- Csősz, M., Bartos, P. and Mesterházy, Á.** (2001):
Identification of stem rust resistance gene *Sr36* in the
wheat cultivar GK Kincső and in its derivatives.
Cereal Res. Comm., 29 (3–4): 267–273.
- Csősz, M., Mesterházy, Á., Szunics, L., Vida, Gy. and
Manninger K.** (2000): Leaf rust reactions of the
wheat Lr near-isogenic lines in adult stage in
Hungary, 1995–1999. Acta Phytopathologica et
Entomologica Hungarica, 35 (1–4): 177–185.
- Johnson, R., Manninger, K., Csősz, M. and Mesterházy, Á.**
(1996): Vulnerability of yellow rust resistance in
Hungarian wheats. Proceedings of the 9th Europ. and
Medit. Cereal Rusts and Powdery Mildews Conf. 9: 307.
- Knott, D. R.** (1990): Near-isogenic lines of wheat carrying
genes for stem rust resistance. Crop Sci., 901–905.
- Limpert, E., Lutz, J., Remein, E. I., Sutka, J. and Zeller, F.
J.** (1994): Identification of powdery mildew
resistance genes in common wheat (*Triticum
aestivum* L.). III. Hungarian and Croatian cultivars. J.
Genet. and Breed., 48: 107–112.
- Manninger, K., Csősz, M., Falusi, J. and Mesterházy, Á.**
(1998): Postulation of Resistance Genes to Wheat Stem
Rust in winter Wheat Genotypes from Szeged. Acta
Phytopath. et Entomol. Hung. 33 (1–2): 37–42.
- Manninger S.-né** (1996): A hazai búzarozsda virulencia-
változásainak és a búzafajták rezisztenciájának ta-
nulmányozása az integrált védekezés érdekében. Agr-
rártudományi Egyetem Gödöllő, PhD 155.
- Mesterházy, Á., Bartos, P., Goyeau, H., Niks, R., Csősz,
M., Andersen, O., Casulli, F., Ittu, M., Jones, M.,
Manisterski, J., Manninger, K., Pasquini, M.,
Rubiales, D., Schachermayr, G., Strzembicka, A.,
Szunics, L., Todorova, M., Unger, O., Vanco, B.,
Vida, G. and Walther U.** (2000): European
virulence survey for leaf rust in wheat. Agronomie,
20 (7): 793–804.
- Pretorius, Z. A., Singh, R. P., Wagoire, W. W. and Payne,
T. S.** (2000): Detection of virulence to wheat stem rust
resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*
in Uganda. Plant Disease, 84: 203.
- Samborski, D.J.** (1985): Wheat leaf rust. In: Roelfs, A. P.,
Bushnell, W. R. (Eds). The cereal rusts. Vol. II.
Academic Press, Orlando, 39–59.
- Szunics, L., Pocsai, E., Szunics, Lu. and Vida, G.** (2000):
Viral diseases on cereals in central Hungary. Acta
Agr. Hung. 48(3): 237-250.
- 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
Phytopath. et Ent. Hung., 35 (1–4): 169–176.
- Winzeler, M., Mesterházy, A., Park, R. F., Bartos, P.,
Csősz, M., Goyeau, H., Ittu, M., Jones, E.,
Löschberger, F., Manninger, K., Pasquini, M.,
Richter, K., Rubiales, D., Schachermayr, G.,
Strzembicka, A., Trotter, M., Unger, O., Vida, G.
and Walther, U.** (2000): Resistance of European
winter wheat germplasm to leaf rust. Agronomie, 20
(7): 783–792.

RUST RESISTANCES OF WHEAT: RESULTS AND PROSPECTS IN BREEDING FOR RESISTANCE

Mária Csősz, Á. Mesterházy, J. Matuz, Z. Kertész, B. Beke, L. Cseuz, Mária Papp, L. Purnhauser, Csilla Kertész and P. Fónad

Public Utility Company for Cereal Research, H–6701 Szeged, Pf. 391.

Based on field tests it was established that the *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr35* and *Lr38K* and the *Sr36*, *Sr27* and *Sr31* resistance genes provide an efficient protection, in adulthood and in Hungary circumstances, against the population of leaf rusts and stem rusts, respectively. To improve the efficiency of selection to rust resistance wheat varieties, candidates and also the breeding lines were continuously monitored for their resistance. Using conventional and molecular marker methods several stem, leaf and yellow rust resistance genes were identified in our cultivars. By the use of cv. GK Kincső, carrying the *Sr36* gene, the stem rust resistance of our cultivars was significantly improved.

A BÚZA ROZSDAGOMBÁKKAL SZEMBENI ELLENÁLLÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA NEMESÍTÉSSEL

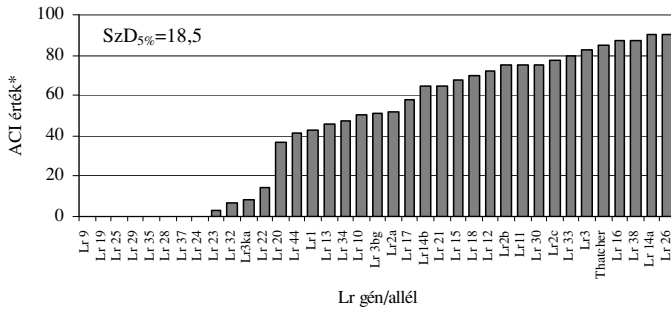
Vida Gyula, Gál Mariann, Szunics László, Láng László, Bedő Zoltán és Veisz Ottó
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

A rozsdagombafajokkal szembeni rezisztencia javítása világszerte a búzanesímítés elsődleges feladatai közé sorolható. A rozsdagombafajok közül Magyarországon jelenleg a búza vöröszrozdája okozza a legnagyobb gazdasági kárt. Martonvásáron az Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr28, Lr29, Lr35 és Lr37 rezisztenciagén még kiváló védelmet ad a vöröszrozdával szemben. Molekuláris marker-selekciónal megkezdtük a gének beépítését és piramidálását búzafajtáinkba. Az Mv Magvas, Mv Marsall, Mv Toborzó, Mv Béres, Mv Matyó és az Mv Vekni rezisztenciájának szintje (0-20MR) a köztermesztésben már szükségtelenné teszi az vöröszrozdával szembeni vegyszeres védekezést. Több őszibúzafajtánk szárrozsda-rezisztenciája is kiváló. E búzafajták egy része ismert szárrozsda-rezisztenciagént (Sr31 vagy Sr36) hordoz, de több fajta rezisztenciájának genetikai háttere még ismeretlen.

A búzát fertőző rozsdagombafajok régóta ismert, világszerte elterjedt kórokozók. Már az ókori rómaiak Robigushoz a vetés és a rozsdá istenéhez fohászokdtek a gabonatóblák védelméért, de csak 1767 óta Felice Fontana abbé munkássága nyomán vált ismertté, hogy a betegséget parazita okozza (Szunics és mtsai 2000). A különböző rozsdafajok Magyarországi területén még napjainkban is nagy fenyegetést jelentenek a búzatermesztésben.

A búzát három rozsdafaj veszélyezteti: a vörös- vagy levélrozsda (*Puccinia triticina* Erikss.) (1. ábra), a fekete- vagy szárrozsda (*Puccinia graminis* Pers.:Pers. subsp. *graminis*) (2. ábra) és a sárgarozsda (*Puccinia striiformis* Westend. var. *striiformis*) (3. ábra). A három rozsdafaj közös tulajdonsága, hogy jelentős gazdasági kártételre képesek, eltérő ökológiai igényük miatt azonban fellépésük valószínűsége eltérő hazánkban. Magyarországon jelenleg kétségkívül a vöröszrozsda okozza a legnagyobb kárt, fertőzésére szinte minden évben számíthatunk. Korábban nem tartották gazdaságilag fontos kórokozónak, mert ahogyan Husz 1941-ben megfogalmazta, a vöröszrozsda „nem megy fel a ka-

lászba”. Azóta bebizonyosodott, hogy a vöröszrozsda hazai körülmények között a termést csaknem 40%-kal is csökkentheti (Barabás és Matuz 1983). A szárrozsda az utóbbi évtizedekben, elsősorban a rezisztencianemesítés eredményeinek köszönhetően, szinte teljesen kiszorult hazánk területéről. E gombafaj 1972 előtt gyakran okozott országos epidémiát, melynek nyomán többször is éhínség tört ki az országban. A XIX. század 60-as és 70-es éveinek szárrozsdajárványai következtében kialakult helyzetnek elsődleges szerepe volt a hazai búzanesímítő telepek létrejöttében (Lelley és Rajháthy, 1955). A sárgarozsda Magyarországon szerencsére ritka vendég, főként a hazánknál hűvösebb és csapadékosabb klímájú területeken károsít. Bár az 1990-es évek második és a 2000-es évek első felében több alkalommal lokális epidémiát okozott, gazdasági jelentősége Magyarországon csekély. Tudománytörténeti érdekesség, hogy Biffen 1905-ben a sárgarozsda-búza-gazdanövény-kórokozó kapcsolaton keresztül bizonyította a rezisztencia mendeli öröklődését, ami a rezisztencianemesítés tudományos megalapozását jelentette.



*ACI érték: a felületi borítottság (%) és a reakciótípusnak megfelelő konstans szorzata

4. ábra. Lr rezisztenciagént hordozó Thatcher alapú közel-izogén törzsek vörösrzsda-ellenállósága (Martonvásár 2004–2007)

A rozsdagombákkal szembeni védekezés környezetkímélő és költségtakarékos módja a rezisztens búzafajták nemesítése és termesztése. Mindhárom rozsdafajjal szemben nagyszámú rezisztenciagén ismert. A búzafajták vörösrzsda-ellenállóságát befolyásoló rezisztenciagének (Lr gének) közül eddig hatvanat azonosítottak és lokalizáltak a búzakromoszómákon, továbbá 40 sárgarozsda- (Yr), és 38 szárrozsdá- (Sr) rezisztenciagént írtak le. A már azonosított gének mellett több további feltételezett rezisztenciagén és mennyiségi tulajdonságot meghatározó kromoszómaszakasz (QTL) is teljes vagy részleges védelmet nyújt a különböző rozsdá-patotípusokkal szemben.

A rezisztenciagének hatékonysága a kórokozó populáció összetételétől függ. Mivel a kórokozó populáció összetétele dinamikusan változik, időről időre új, az adott rezisztenciagénre virulens patotípusok szaporodhatnak fel, így a fajta rezisztenciája nem állandó tulajdonság. Egy mindössze egyetlen rezisztenciagént hordozó fajta rövid időn belül fogékonyvá válhat. Tartósabb rezisztencia alakítható ki, ha egy genotípusba több Lr gént építenek be, ún. génpiramidálással (Nelson 1978). A rezisztenciagének hagyományosan ismert virulenciájú rozsdázölátumokkal azonosíthatók (Knott 1989), ez az eljárás azonban rendkívül idő-, hely- és munkaigényes, továbbá a meghatározást lehetővé tevő gombaizolátum hiányában nem kivitelezhető. A rezisztenciagének azonosítása sok esetben ki-

zárólag molekuláris markerekkel lehetséges (Melchinger 1990).

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében a rezisztenciakutatások megindulása óta kiemelkedő fontosságú volt a Martonvásáron nemesített búzafajták és nemesítési törzsek vörös- és szárrozsdá-rezisztenciájának vizsgálata és javítása. A szigorú szelekció eredményeként minősített fajtáink többségének állami elismerésekor legalább az egyik, de sok esetben mindkét kórokozó rozsdával szemben ellenálló volt.

Anyag és módszer

Uredospóra-szuszenzióval mesterségesen fertőzött szántóföldi és üvegházi kísérletekben vizsgáljuk búzafajtáink és nemesítési törzseink, valamint ismert és potenciális rezisztenciaforrások vörös- és szárrozsdá-rezisztenciáját. A vörösrzsda rezisztencia tesztelése a teljes búzanevelési anyagra kiterjed, hiszen a búzanevelési tenyészkertben is végzünk mesterséges fertőzést. Így már a legkorábbi hasadó utópopulációban is lehetőség nyílik a vörösrzsda-rezisztencia alapján végzett egyedszelekcióra. A szárrozsdakísérleteket térben jól izolált, gabonatermesztő tábláktól távoli tenyészkertben állítjuk be.

A szántóföldi és üvegházi mesterséges inokulációhoz szükséges vörös- és szárrozsdá-fertőzőanyagot üvegházunkban állítjuk elő fogékony növényeken. A vörösrzsdát 1–2 leveles, a szárrozsdát kifejlett növényeken szaporítjuk. Szántóföldi kísérleteinkben az inokulációt vörösrzsdán a fogékony szegély növényeinek Zadoks skála (Zadoks és mtsai 1974) szerinti 37-es, szárrozsdán 42–45-ös növekedési állapotánál fecskendővel juttatjuk ki, folyóméterenként 6–8 növényt fertőzve. Az értékelést a betegség teljes kifejlődésekor végezzük. Meghatározzuk a felület borítottságát (százalékban) és a növény reakciótípusát (fogékonytól a rezisztensig). A két érték alapján kiszámítható az átlagos fertőződési koefficiens (ACI; Stubbs és mtsai 1986), melyet az adatelemzéshez használtunk.

Rendszeres szántóföldi sárgarozsdarezisztencia-vizsgálatokra a hazai klímán nincs lehetőségünk. Ha e betegség mégis megjelenne, mint az 2001-ben történt az egyik tenyészkertünkben, feljegyezzük a fertőződés mértékét.

Hatékony Lr gének beépítése céljából visszakereszteszési (BC = backcross) programot indítottunk el az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében. Jó agronómiai és beltartalmi tulajdonságú, de a vöröszosdára fogékony és mérsékelten rezisztens martonvásári őszibúzafajtákat (Mv Emma, Mv Madrigál, Mv Pálma és Mv Magvas) kereszteztük az Lr9, Lr24, Lr25 és Lr29 gént hordozó *Thatcher* alapú közel-izogén törzsekkel. A BC nemzedékekben molekuláris markerszelekcióval (MAS) választottuk ki az Lr génhez kapcsolt markert tartalmazó növényeket, majd ezeket ismét visszakeresztesztük a rekurrens szülővel. A markerszelekcióban a négy Lr gén kimutatására PCR alapú primereket használtunk (1. táblázat). A PCR reakciókat az 1. táblázatban feltüntetett hivatkozásokban leírtaknak megfelelően állítottuk össze, majd a termékeket PTC-100 (MJ Research), vagy GeneAmp PCR System 9700 (Perkin Elmer) készülékekben amplifikáltuk. A reakciótermékeket etídium-bromidot tartalmazó, 1,2%-os agaróz gélben történt elektroforézis után UV-fény alatt tettük láthatóvá.

Provokációs tenyészkertben értékeltük a növények szántóföldi vöröszosda-ellenállóságát is.

Eredmények

Hazánkban a vöröszosda fordul elő a leggyakrabban, így az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében végzett rozsdarezisztencia-kutatások túlnyomó része e gombafajhoz köthető. Mesterségesen fertőzött tenyészkertben vizsgáljuk búzafajták, nemesítési törzsek és rezisztenciaforrások vöröszosda-rezisztenciáját, továbbá hasadó utódpopulációkból e betegséggel szemben ellenálló egyedeket szelektálunk. Emellett

A markerszelekcióra használt DNS-markerek

Lr gén	Marker	Marker-típus	Az amplifikált termék mérete (bp)	Referencia
Lr9	J13/1, J13/2	STS	1100	Schachermayr et al., 1994
Lr24	SC-H5/1, SC-H5/2	SCAR	700	Dedryver et al., 1996
Lr25	LR25F20, Lr25R19	RAPD	1800	Procnier et al., 2004
Lr29	LR29F24, LR29FR24	SCAR	900	Procnier et al., 2004

ismert rezisztenciagéneket (Lr gének) hordozó forrásokkal új kombinációkat hozunk létre, amelyekben molekuláris markerszelekcióval azonosítjuk a kívánt rezisztenciagén jelenlétét.

Több kiváló hatékonyságú Lr gén alkalmas a vöröszosda-ellenállóság javítására. Az ismert Lr gének többsége a kórokozó populációt alkotó patotípusoknak csak egy meghatározott részével szemben nyújt védelmet, így ezeket már letört géneknek kell tekinteni. Az intézetünkben végzett vizsgálatok eredménye szerint a mindössze egy-egy Lr gént hordozó, a kanadai *Thatcher* fajtán alapuló közel-izogén törzsek közül még 8 törzs egyáltalán nem, vagy mindössze nyomokban fertőződik a kórokozóval. Az utóbbi négy év átlagadatai alapján elkészített diagramot a 4. ábra tartalmazza.

Az Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr28, Lr29, Lr35 és Lr37 gént hordozó búzatorzsek vöröszosda-ellenállósága kiváló volt az elmúlt négy év átlagában Martonvásáron, de további négy gén (Lr23, Lr 32, Lr3ka és Lr22) fertőzőtsége sem tért el szignifikánsan a 0-s értéktől. Sajnos a *Thatcher* alapú közel-izogén törzsek agronómiai tulajdonságai nem megfelelőek hazai körülmények között, így néhány évvel ezelőtt megkezdtuk e gének beépítését martonvásári eredetű fajtákba. Az Lr gének beépítésének hatékonysága jelentősen javítható a molekuláris markerszelekció felhasználásával. A markerszelekció során egy-egy adott rezisztenciagénnel szorosan kapcsolt (azaz vele nagy valószínűséggel együtt öröklődő) kromoszómaszakasz (marker) jelenlétét teszteljük az utódnövényekben. Mivel a marker kimutatásához nincs szükség a betegséggel szembeni ellenállóság fenotípusos tesztelésére, már az egyedfejlődés korai szakaszában,

2. táblázat

A keresztezési programban szereplő szülők vöröszosza-ellenállósága
(Martonvásár, 2004–2007)

Genotípus	Vöröszosza-borítottsági (%) és reakciótípus			
	2004	2005	2006	2007
Mv Emma	100S	100S	80S	80S
Mv Madrigál	100S	100S	60S	80S
Mv Magvas	30MR	20MR	10MR	20MR
Mv Pálma	60S	80S	40MS	60S
Transfer/Tc*6 (Lr9)	0	0	0	0
Tc*6/Agent (Lr24)	0	0	0	0
Tc*6/Transec (Lr25)	0	0	0	0
Tc*6/Cs7D-Ag#11 (Lr29)	0	0	0	0

Megjegyzés: MR: mérsékelt ellenálló, MS: mérsékelt fogékony, S: fogékony

környezettől függetlenül eldönthető, hogy a vizsgált növényegyed hordozza-e a kívánt rezisztenciagént. A rezisztenciagének beépítését visszakeresztezéssel végezzük, vagyis az adott Lr gént hordozó egyedeket a kombináció alapján 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 vöröszosza-populációval szemben (2. táblázat). Hatékonyságuk kiaknázására sem Magyarországon, sem más európai országban nem került sor. A markerszelektív programunkban szereplő négy martonvásári nemesítésű fajta jó agronómiai és beltartalmi tulajdonságú, vöröszosza-rezisztenciájuk azonban javítható. Az Mv Pálma, Mv Emma és Mv Madrigál fogékony, az Mv Magvas mérsékelt rezisztens e kórokozóval szemben (2. táblázat).

A PCR reakciók körülményeinek optimalizálása után valamennyi primer működött, így a hasadó nemzedékekben el tudtuk végezni a markerszelektívot. Eddig BC₃-BC₅ generációjú törzseket hoztunk létre a különböző kombinációkból. A BC₅ generációjú törzsek agronómiai tulajdonságai már hasonlóak a martonvásári szülőpartneréhez. Mivel egy-egy Lr gén önmagában történő felhasználása magában hordozza a genetikai sebezhetőség veszélyét, megkezdtük a különböző géneket hordozó törzsek kombinálását (piramidálás). E munkával célunk egyszerre

több rezisztenciagént hordozó genotípusok létrehozása, melyeknek várhatóan az egy-egy gént hordozó törzseknel tartósabb lesz a vöröszosza-ellenállóságuk. A markerszelektív hatékonyságát az Mv Emma/Tc-Lr9 kombinációból származó 287 BC₂F₃ törzs DNS mintáit használva ellenőriztük. A molekuláris vizsgálat és fenotípusos adatokat összehasonlítva 282 esetben az várt eredményt kaptuk, az a markervizsgálat szerint az Lr9 gént hordozó törzs a szántóföldön is rezisztensnek bizonyult, a markert nem hordozó genotípusok viszont fogékonyak voltak.

Minden évben mesterségesen fertőzött körülmények között teszteljük korábban elismert búzafajtáink vöröszosza-ellenállóságát felnőttkorban, szántóföldön és fiatal korban, üvegházi körülmények között. A martonvásári búzafajták közül a Martonvásári 22, Mv Magvas, Mv Mariska, Mv Marsall, Mv Amanda, Mv Piroška, Mv Toborzó, Mv Béres, Mv Matyó és az Mv Vekni rezisztenciája olyan szintű (0-20MR), ami a köztermesztésben már szükségtelemmé teszi az levélrozsdával szembeni vegyszeres védekezést. E fajták közül napjainkig mindössze az Mv Vekni azonosítottuk az Lr37-es gént, a többi fajtában még nem ismerjük a kiváló ellenállóságért felelős Lr gént, vagy géneket. A rezisztenciafaktorok vizsgálatát megkezdtük.

A szárrozsdarezisztencia-kutatás – a kórokozó kisebb jelentősége miatt – jelenleg a levélrozsdáénál sokkal szűkebb területen folyik. Mindenesetre a hazai klimatikus viszonyok e kórokozó számára is kedvezőek, sőt a globális fölmelegedés hatására egyre inkább előnyössé válhatnak, hiszen a szárrozsdaszaporodásához 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 vagy az észak-amerikai nomenklatura szerint

TTKS rassz fogékony típusú reakciót képes kiváltani, azaz virulens az Sr31 rezisztenciagént hordozó búzagenotípusokon (Singh és mtsai 2006). Ez Magyarországon is nagy fenyegetést jelent, hiszen sok hazai fajta hordozza az Sr31 gént. E génnek nagy szerepe lehetett abban, hogy a kórokozó kiszorult a hazai gabonatermesztő táblákról. Az Ug99 rassz még nincs jelen Magyarországon, és meglehetősen csekély a valószínűsége, hogy néhány éven belül hazai búzátáblákat fertőzzön. A szárrozsdafertőzésre különösen alkalmas évjáratban (mint a 2006. évi, mikor a levélfelület sokáig zöld maradt) viszont több, Sr31-es gént hordozó fajtán mérsékeltén fogékony reakciótypust figyeltünk meg. Vizsgálataink alapján kiemelkedően jó (0-20R) szárrozsd ellenálló a Martonvásári 13, Martonvásári 22, Mv Palotás, Mv Walzer, Mv Béres, Mv Matyó, Mv Vekni, Mv Kemence és az Mv Kolo fajta. E fajták többsége az Sr31 rezisztenciagént hordozza, feltételezhetően egyéb rezisztenciagénekkel kombinálva. A Martonvásári 13-ban az Sr36 gén van jelen, de az Mv Palotás és az Mv Kolo szárrozsd-rezisztenciájának genetikai háttere ismeretlen.

A sárgarozsda szerencsére rendkívül ritka vendég Magyarországon. Martonvásáron mindössze 2001-ben egy öntözött területen sikerült értékelhető mennyiségű fertőzést 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 búzagenotípusokat.

A különböző rozsdagombákkal szembeni rezisztencia kialakítása világszerte kiemelkedő feladata a rezisztencianemesítőknek. Martonvásáron, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének mintegy hat évtizedes történelmében a búzanemesítés kiemelkedő területe volt a vörös- és a szárrozsdával szemben ellenálló fajták létrehozása. E területen intézetünk már korábban is számos sikert ért el, és a jövőben is elsődleges célunk lesz, hogy a tudomány legújabb eszközeinek felhasználásával e fontos hazai kórokozókkal szemben lehetőleg hosszú időn keresztül ellenálló fajtákat tudjunk a gabonatermesztők részére előállítani.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a BioExploit EU FP6, valamint a NAP_BIO_06_NEWSEEDS pályázat keretében a Kutatási és Technológiai Innovációs Alapból a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal, valamint a Kutatás-fejlesztési Pályázati és Kutatáshasznosítási Iroda támogatta.

IRODALOM

- Barabás Z. és Matuz J.** (1983): A levélrozsd- és a liszt-harmat-epidémia, illetve különféle rezisztenciátípusok befolyása őszibúza-genotípusok termésére. *Növénytermelés*, 32: 193–207.
- Biffen, R. H.** (1905): Mendel's law of inheritance and wheat breeding. *J. Agric. Sci.*, 1: 4–48.
- Dedryver, F., Jubier, M. F., Thouvenin, J. and Goyeau, H.** (1996): Molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr24 in different wheat cultivars. *Genome*, 39, 830–835.
- Husz B.** (1941): A beteg növény és gyógyítása. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest
- Knott, D. R.** (1989): The wheat rusts: breeding for resistance. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- Lelley J. és Rajháthy T.** (1955): A búza és nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest
- McIntosh, R. A., Devos, K. M., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Morris C. F., Appels, R., Somers, D. J. and Anderson, O. A.** (2007): Catalogue of gene symbols for wheat: 2007 supplement. *Annual Wheat Newsletter*, 53: 159–180.
- Melchinger, A. E.** (1990): Use of molecular markers in breeding for oligogenic disease resistance. *Plant Breeding*, 104: 1–19.
- Nelson, R. R.** (1978): Genetics of horizontal resistance to plant diseases. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 16, 359–378.
- Procunier, J. D.** (2004): Disease resistance. Leaf Rust Resistance Lr29 – Lr25. <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr29/index.htm>
- Schachermayr, G., Siedler, H., Gale, D. M., Winzeler, H., Winzeler, M. and Keller, B.** (1994): Identification and localization of molecular markers linked to the Lr9 leaf rust resistance gene of wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 88: 110–115.
- 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.

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

Szunics L., Szunics Lu., Vida Gy. és Gál M. (2000): A búza és búzarozsdák. Martonvásár, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének Közleményei 2000/2, 12–13.

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

BREEDING WHEAT FOR IMPROVED RESISTANCE TO RUST FUNGI

G. Vida, Mariann Gál, L. Szunics, L. Láng, Z. Bedő and O. Veisz

Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, Brunsvik u. 2.

Throughout the world the improvement of resistance to rust fungus species is one of the most important tasks facing wheat breeders. At present the fungus species causing the greatest economic losses in Hungary is wheat brown rust. In Martonvásár the Lr9, Lr19, Lr24, Lr25, Lr28, Lr29, Lr35 and Lr37 resistance genes still provide excellent protection against brown rust. Molecular marker-assisted selection is now being used to incorporate and pyramid these genes in Martonvásár wheat varieties. The level of resistance in the Mv Magvas, Mv Marsall, Mv Toborzó, Mv Béres, Mv Matyó and Mv Vekni (0–20MR) makes the chemical control of brown rust unnecessary in farmers' fields. Many winter wheat varieties from Martonvásár also have excellent resistance to stem rust. Some of these varieties contain known stem rust resistance genes (Sr31 or Sr36), but in many cases the genetic background of the resistance is still unknown.

A BÚZATERMÉS VILÁGREKORDJA VÁRHATÓ

Record World Wheat Crop Forecast

AgreWorld, Napi elektronikus hírek, 2008. január 28.

Nemzetközi előrejelzések szerint, 40 millió tonnás (6,6%-os) növekedéssel, a 2008–2009. mezőgazdasági évben a búza terméseredménye elérheti a 642 millió tonnát. A vetésterület 2,6%-kal nő.

A magas árak miatt a búza-ágazat kedvezőnek nevezhető, ami Európában és az USA közép és északi államaiban az őszi búza vetésterületének növekedésében nyilvánul meg 2007–2008-ban. A vetésterület Oroszországban és Ukrajnában is jelentősen nőtt, míg Kínában várhatóan azonos szinten marad.

A tavaszi búza vetésterülete viszont nem nő az USA-ban, más kultúrák jelentős térnyerése miatt, ugyanakkor Kanadában nagy területnövekedéssel lehet számolni.

Böszörményi Ede

MgSzH Központ

Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

BÚZÁN ELŐFORDULÓ ROZSDAGOMBÁK VIRULENCIA-VÁLTOZÁSAI MAGYARORSZÁGON

Manninger Sándorné

MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest, Herman O. u. 15.

Az 1956–2006 közötti időszakban a búza rozsdagombáival kapcsolatos megfigyelések és vizsgálati eredmények bizonyították, hogy Magyarországon mindhárom rozsdagombafaj előfordulhat, jelentőségük azonban az évek folyamán változik. A vizsgálati időszak első felében elsősorban a szárrozsda (*Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici*) jelentett veszélyt a hazai búzatermesztésben, az 1980-as évektől, a szárrozsda visszaszorulásával viszont búza levélrozsdájának (*P. triticina Erikss. / syn. P. recondata Rob.ex Desm. f. sp. tritici*) jelentősége nőtt fokozatosan. Jelenleg a levélrozsdá felépésére minden évben lehet számítani, terjedését, kártételének mértékét a termesztett fajták fogékonysága, a környezeti feltételek befolyásolják.

Ötven év alatt a szárrozsda- és levélrozsdá-populáció virulenciája folyamatosan változott. A változások jól magyarázhatók a rasszok virulenciakülönbségével és a hazai búzatermesztésben bekövetkezett fajtaváltásokkal.

A hazai szárrozsda-populációban előforduló rasszok közül 21-es, 17-es, 40-es, 11-es és 34-es rasszok egymást váltva voltak dominánsak. Az Sr31-es és Sr36-os rezisztenciagénekkel rendelkező búzafajták termesztésbe vétele, majd azok vetésterületének fokozatos növelése következtében a szárrozsda 1990-es évekre teljesen eltűnt.

A levélrozsdá-populációban a vezető szerepet a termesztett fajták rezisztenciagénjeire (Lr3, Lr26, Lr?) virulens 77-es, 61-es, 12-es, és 6-os rasszok egymást váltva töltötték be, kiszorítva a vizsgálati időszak kezdetén domináns 20-as rasszt.

Az elmúlt ötven év alatt hazánkban a sárgarozsda (*P. striiformis Westend f. sp. tritici*) évenkénti előfordulása a búzán többnyire sporadikus volt, országos járványa egy alkalommal, 2001-ben volt.

A búzarozsdagombákkal szembeni védekezés korszerű fungicidek használatával, rezisztens fajták termesztésével vagy a kettő kombinálásával történik világszerte. A búzafajta monogénikus, domináns gének által nyújtott ellenállósága a rozsdagombákkal szemben viszont könnyen sebezhető a rozsdagombák újonnan megjelenő rasszaival, patotípusaival. Ez a tény indokolja a búzarozsdák virulenciájának megismerését és az abban évről évre bekövetkező változások nyomon követését.

A kutatók a XX. század elején figyelték meg, hogy egy gazdanövény fajtáinak viselkedése egy meghatározott kórokozóval szemben lehet fogékony vagy ellenálló, és a kórokozó

változó virulenciája a gazdanövény fajtái segítségével meghatározható. Ez a megállapítás búza-szárrozsdagomba kapcsolatban Newton Margaret nevéhez fűződik (1. ábra), aki 1917-ben Quebec-ben (Kanada) Marquis búzafajtán különböző helyről származó szárrozsda-izolátumokat vizsgált, és meglepetésére a fertőzés után az izolátumok fertőzési típusai a fajtán különbözőek voltak. Ezeknek az eredményeknek alapján professzorával, Fraserrel közösen felállították azt a hipotézist, hogy a szárrozsda-populáció különböző biotípusokból (rasszokból) áll. Két évvel később, 1919-ben Thompson búzanevelő, ugyancsak Kanadában (Saskatoon), egy új búzafajtáján azt tapasztalta, hogy fajtája

egyik termesztési helyen a szárrozsdával szemben ellenálló, a másikon fogékony volt. Ez a tény Newton és Fraser által felállított hipotézist igazolta. Ezek a kutatási eredmények Stakman és munkatársai figyelmét is felkeltették St. Paulban (Minnesota, Egyesült Államok), és készítették a szárrozsdapopuláció tanulmányozására alkalmas differenciáló fajtasor összeállítására (Kolmer, 2005). 1922-ben Stakman és Levin tizenkét búzafajtából álló fajtasort (Little Club, Marquis, Reliance, Kota, Arnautka, Mindum, Spelmar, Kubanka, Acme, Einkorn, Vernal, Khapli) közöltek, és bizonyították, hogy a fajtákon tapasztalt fertőzési típusok alapján a szárrozsdapopulációban előforduló rasszokat azonosítani lehet. 1932-ben Johnston és Mains a levélrozsdapopuláció rasszainak meghatározásához nyolc fajtából (Malakof, Carina, Brevit, Webter, Loros, Mediterranean, Hussar, Democrat) álló differenciáló sort állítottak össze. Évtizedekkel később, a sikeres genetikai kutatások eredményei az izogén vonalakra alapozott határozókulcsok bevezetését tették lehetővé világszerte. 1998-ban a COST programban részt vevő európai országok rozsdakutatói is különböző rezisztenciagént hordozó izogén vonalokból álló (Lr1, Lr2a, Lr2b, Lr2c, Lr3, Lr9, Lr11, Lr15, Lr17, Lr19, Lr21, Lr23, Lr24, Lr26, Lr28) differenciáló sort állítottak össze az európai országok levélrozsdapopulációinak azonos módon történő tanulmányozhatósága céljából (Manninger, 2000).

Az 1950-es években, Magyarországon Király Zoltán kezdeményezte a hazai búza levél- és szárrozsdapopulációk tanulmányozásának megkezdését, és szorgalmazta a rozsdagombákkal szembeni rezisztenciára való nemesítés beindítását. Ennek a kezdeményezésnek köszönhető, hogy 1956 óta folyamatosan végezzük a hazai rozsdapopuláció tanulmányozását, rasszainak meghatározását és hogy az 1960-as évektől a nemesítő munka fontos része a rozsdagombákkal szembeni ellenállóság kialakítása (Manninger S.-né 1996).

Anyag és módszer

Az 1956–2006 közötti időszakban a búzarozsdaminták gyűjtése, monospóras izolátu-

mok előállítása és vizsgálata évenként történt. A búzarozsdapopulációk tanulmányozása, rasszainak meghatározása Stakman és Levin (1922), valamint Johnston és Mains (1932) által összeállított differenciáló fajtasorok, és az Lr izogén vonalakra alapozott határozókulcsok segítségével történt (Manninger 1996, 2000).

Eredmények és megvitatásuk

Búzarozsdagombák hazai előfordulása és jelentősége

Az 1956–2006 közötti időszakban a búzarozsdagombáinak évről évre történő monitorozása során kiderült, hogy a rozsdagombák közül a szárrozsdá (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*) nem okoz gondot jelenleg Magyarországon. Az 1972-ben tapasztalt súlyos szárrozsdajárvány óta eltelt 35 év folyamán újabb szárrozsdá-epidémia nem volt, járványt követő években a korokozó sporadikusan, az utolsó 10–15 esztendőben pedig még sporadikusan sem fordult elő. Ez a tény a szárrozsdagombával szemben ellenálló, valamint rövidebb tenyészidejű fajták termesztésbe bevezetésének köszönhető.

A búza levélrozsdájának (*P. triticina* Erikss./syn. *P. recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) jelentősége a szárrozsdá visszazorulásával, az 1980-as évek óta fokozatosan nőtt hazánkban (2. ábra). Megfigyeléseink szerint jelenleg a levélrozsdá fellépésére minden évben lehet számítani. Terjedése, kártételének mértéke évenként, búzatermesztési körzetenként termesztett fajtáktól függően változik. Súlyos járványait 1994-ben, 1995-ben és 1999-ben tapasztaltuk.

Magyarországon a sárgarozsdá (*P. striiformis* Westend f. sp. *tritici*) előfordulása a vizsgálati időszak éveiben többnyire sporadikus volt, csupán néhány esetben tapasztaltuk jelentősebb fellépését (3. ábra). 1985-ben az ország déli részén, 1994-ben Törökszentmiklóson, 2000-ben Röjtökmuzsajon helyi, majd 2001-ben egész országra kiterjedő járványát és kártételét tapasztaltuk. A járványt követő években a sárgarozsdá ismét csak sporadikusan fordult elő.

A búza szárrozsdájának virulenciaváltozásai

Vizsgálati eredményeink (Manninger 1996) szerint az elmúlt 50 évben a hazai szárrozsdapopuláció összetételében/virulenciájában tapasztalt változások három szakaszban valósultak meg. Az első szakasz a vizsgálati időszak elejétől az Sr5 rezisztenciagént hordozó Bezostája-1 fajtának termesztésbe történő bevezetéséig (1960-as évekig) tartott. Ebben az időszakban valamennyi termesztett fajta fogékony volt a szárrozsdával szemben, a rasszok szerepcseréjét a populációban a rasszok virulenciakülönbsége eredményezte. 1958–1959 években a 21-es rassz volt domináns, 1960-as évek elején azonban már a 17-es és 40-es rasszok részaránya volt jelentősebb a populációban. Ezek a rasszok virulensebbek voltak a 21-es rassznál.

A második szakasz az 1960-as években, az Sr5 szárrozda-rezisztenciagént hordozó Bezostája-1 fajtának termesztésbe való bevezetésével kezdődött. A fajta elterjedésével a szárrozda-populációban háttérbe kerültek, illetve kiszorultak az Sr5 rezisztenciagénre avirulens domináns rasszok (21-es, 17-es), és a populációban azok a rasszok maradtak, illetve jelentek meg (40-es, 11-es, 34-es), amelyek virulensek voltak az Sr5 rezisztenciagénre. 1972-ben a búza vetésterületének a 80%-át a már a Bezostája-1 fajta foglalta el, amikor a szárrozda országos járványa kialakult. A szárrozda-populáció domináns rassza járvány idején az Sr5 rezisztenciagénre virulens 11-es volt, és a populációban jelentősebb részarányal a 34-es és 40-es rasszok voltak még jelen, amelyek szintén fertőzték Bezostája-1 fajtát.

Az 1970-es évek közepétől (harmadik szakasz) a hazai szárrozsdapopulációval szemben ellenálló, Sr31-es rezisztenciagént hordozó Auróra, Kavkáz fajták, majd Martonvásáron és Szegeden előállított Sr31-es és Sr36-os rezisztenciagéneket hordozó fajták (Mv és GK búzafajták) kerültek termesztésbe. A rezisztens fajták vetésterületeinek növelésével, a Bezostája-1-et, valamint az Sr5-ös rezisztenciagént hordozó fajtákat fokozatosan kivonták a termesztésből. A fajtaváltás az Sr5-ös rezisztenciagénre virulens rasszok fokozatos visszaszorulásával járt.

Az Sr31-es és Sr36-os rezisztenciagéneket hordozó búzafajták egész országban történő folyamatos termesztése következtében az 1990-es évektől napjainkig a szárrozda előfordulását hazánkban nem tapasztaltuk. Ugyanakkor 1999-ben, Ugandában megjelent az Sr31-es rezisztenciagénre virulens Ug99-es szárrozsdarasz, amelyet 2001-ben Kenyában, 2003-ban Etiópiában is azonosítottak (Wanyera és mtsai, 2006). A szárrozda terjedéséhez szükséges kedvező környezeti feltételek között elképzelhető az Ug99 rassz Európában való megjelenése is, ahol számos búzafajtának ellenállóságát tudná letörni. A fenyegető veszély sikeres elhárítására a szárrozsdával szemben ellenálló új fajták előállításához új rezisztenciaforrások keresése és felhasználása szükséges.

A búzán előforduló levélrozsdagomba virulenciaváltozásai

Az elmúlt ötven évben a hazai levélrozsdapopuláció virulenciaváltozása is több szakaszban ment végbe (Manninger S.-né 1996, Manninger 2000, 2006). A vizsgálati időszak első éveiben, az 1950-es években a levélrozsdával szemben valamennyi termesztett búzafajta fogékony volt. A hazai levélrozsdapopuláció uralgó rassza a 20-as volt.

A virulenciaváltozás folyamatának egy új szakasza a 1960-as években kezdődött, amikor a levélrozsdával szemben ellenálló fajtákat kezdték el termesztetni Magyarországon. Az Lr3-as rezisztenciagént hordozó Bezostája-1, és az e fajtából származó rezisztens fajták vetésterületének fokozatos növelése néhány éven belül a levélrozsdapopuláció rasszösszetételének változását eredményezte. A levélrozsdapopulációban az Lr3-as rezisztenciagénre virulens 77-es rassz jelent meg. Az új rassz részaránya a populációban a fajták vetésterületének növelésével párhuzamosan emelkedett, és rövid időn belül a populáció domináns rassza lett. A 20-as rassz részaránya viszont fokozatosan csökkent.

A levélrozsdapopuláció virulenciaváltozásának harmadik szakasza az 1970-es években kezdődött, amikor az Lr26-os rezisztenciagént hordozó Auróra, Kavkáz, Bezostája-2 és az

ezekből a fajtákból előállított martonvásári fajták termesztése indult el. A fajták kezdetben ellenállóak voltak a hazai levélrozsda-populációval, így a 77-es rasszával szemben is. A termesztésbe vont rezisztens fajták vetésterületeinek növelésével párhuzamosan azonban a levélrozsda-populációban megjelent a 77-es rassz Lr26 rezisztenciagénre virulens változata, és leterítte a fajták ellenállóságát.

1994-ben és 1995-ben a levélrozsda terjedése járványos méreteket öltött, és a levélrozsda-populációban újabb átalakulás történt (negyedik szakasz). A levélrozsda-populációban a 61-es rassz vette át vezető szerepet, háttérbe szorítva az 1970-es évek óta uralkodó 77-es rasszt. A levélrozsda-populációnak ezt a változását vizsgálatainkkal nem tudtuk egyértelműen magyarázni. Ebben az időszakban azonban a 61-es rassz mellett a 12-es rassz részaránya is fokozatosan emelkedett, és néhány éven belül a 61-es rasszt megelőzve, a levélrozsda-populáció domináns rassza lett. A levélrozsda-populációnak ez a virulenciaváltozása a Fatima-2 fajta jelentősebb területen történő termesztésének volt a következménye. A 12-es rassz virulensnek bizonyult a 77-es rasszal szemben ellenálló Fatima-2 ismeretlen hatékony rezisztenciagénjeire, ezért a fajta a levélrozsdával szemben fogékonyvá vált, és lehetővé tette a levélrozsda járványos terjedését 1999-ben. A levélrozsda-epidémia kialakulásához a korábbi évekéhez képest hűvösebb, csapadékosabb időjárás is hozzájárult.

1999 évi rozsdajárvány utáni években a levélrozsda-populáció virulenciájának újabb változását a 6-os rassz megjelenése és részarányának évről évre történő emelkedése jelzi. A 6-os rassz az Lr1-es rezisztenciagént hordozó izogén vonalon is virulens, de a 12-es rassz nem. A 6-os rassz részarányának folyamatos növekedése alapján feltételezhető, hogy a populációban történő változást új rezisztens fajták bevezetése, vetésterületük növekedése okozza, éppúgy, mint azt korábbi évtizedekben bekövetkezett változásoknál tapasztaltuk. A rasszok virulenciájának különbsége alapján a feltételezhető, hogy termesztett rezisztens fajták közül az Lr1 rezisztenciagént hordozók a felelősek a populáció virulenciájának változásáért.

Az elmúlt ötven évben a hazai szár- és levélrozsda-populációban történt változások a környező közép- és kelet-európai országok rozsdapopulációiban is hasonlóak voltak. A hazai rozsdapopulációk domináns rasszai a környező országok rozsdapopulációiban is vezető szerepet töltöttek be (Bartos és mtsai 1992, Unger 1995).

A búza sárgarozsdájának virulenciaváltozásai

Az 1956–2006 közötti időszakban végzett megfigyelések szerint Magyarországon a sárgarozsda általában sporadikusan fordul elő, nagyobb veszélyt tehát nem jelent a hazai búzatermesztésre. E kedvező tény miatt az elmúlt ötven évben nem tanulmányoztuk a sárgarozsda-populáció virulenciaváltozását úgy, ahogy azt levél- és szárrozsda esetében tettük. A vizsgálati időszakban azonban egyszer, 2001-ben váratlanul a sárgarozsda járványos terjedését tapasztaltuk, ami a sárgarozsda virulenciájának és a hazai búzafajták sárgarozsdával szembeni ellenállóságának vizsgálatát indokolta.

A vizsgálati eredményeink szerint 2001-ben a hazai sárgarozsda-populáció virulensnek bizonyult az Yr2, Yr3, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr17, YrA+, YrCV és YrSD rezisztenciagéneket hordozó izogén vonalakra/fajtákra ugyanúgy, mint a környező országokban. A 78 vizsgált hazai búzafajta közül 29 a sárgarozsdával szemben fogékonynak bizonyult. A fogékony fajták közül legnagyobb vetésterületük a GK Élet és a GK Kalász fajtáknak voltak, így elsősorban ezek a fajták segítették a sárgarozsda járványos terjedését (Manninger S.-né 2002).

Következtetés

Magyarországon az elmúlt ötven év alatt végzett megfigyelések és vizsgálatok bizonyították, hogy a búzán mindhárom rozsdafaj előfordulhat, jelentőségük azonban az évek folyamán változik. Jelenleg a három rozsdafaj közül a levélrozsda előfordulására lehet számítani minden évben.

Az 1956–2006 közötti időszakban a hazai szárrozsda- és levélrozsda-populációkban tapasztalt virulenciaváltozások jól magyarázhatók a búzatermesztésben bekövetkezett fajtaváltá-

sokkal (új rezisztens fajták termesztésével, vetésterületük növelésével) és a rasszok virulenciájának különbségével.

A búza-rozsdagombák mind hazai, mind világszerte tapasztalt előfordulása, esetenkénti járványa egyértelműen indokolja a rozsdafajok előfordulásának és virulenciájának további folyamatos tanulmányozását, valamint a búzafajták rozsdagombákkal szembeni ellenállóságának, illetve azok genetikai hátterének meghatározását. A vizsgálati eredmények nélkülözhetetlenek a kórokozókkal szembeni hatékony védekezéshez, vagyis az ellenálló fajták nemesítéséhez és a sikeres fajtapolitika kialakításához.

IRODALOM

- Bartos, P., Stuchliková, E. and Hanusová, R.** (1992): Wheat Leaf and Stem Rust Virulence in Czechoslovakia) 1970–1990. Vortr. Pflanzenzüchtung, 24: 91–93.
- Johnston, C. O. and Mains, E. B.** (1932): Studies on physiologic specialization in *Puccinia triticina* U.S., Dep. Agric., Tech. Bull., 313, 1–22.
- Kolmer, J. A.** (2005): Margaret Newton: Pioneering Cereal Rust Researcher, APSnet Features, American Phytopathological Society.
- Manninger, K.** (2000): Virulence Survey of Wheat Leaf Rust in Hungary: Races/Pathotypes in 1999. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 35: 421–428.
- Manninger, K.** (2006): Physiological Specialisation of *Puccinia triticina* on Wheat and Triticale in Hungary in 2004. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 41: 101–107.
- Manninger S.-né** (2002): A búza sárgarozsdájának járványa Magyarországon 2001-ben. Növényvédelem, 38: 621–628.
- Manninger S.-né Malatin K.** (1996): A hazai búzarozsdák virulenciaváltozásainak és a búzafajták rezisztenciájának tanulmányozása az integrált védekezés érdekében. Doktori (PhD) értekezés, Gödöllő, 155.
- Stakman, E. D. and Levine, M. N.** (1922): The determination of biologic forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. Minn. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull., 8: 1–10.
- Unger, O.** (1995): Leaf Rust Races in Eastern Germany 1971–1990 (manuscript).
- Wanyera, R., Kinyua, M. G., Jin, Y. and Singh, R. P.** (2006): The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, with virulence on Sr31 in wheat in Eastern Africa. Plant Disease, 90: 113.

CHANGES IN VIRULENCE OF RUST FUNGI AFFECTING WHEAT IN HUNGARY

Klára Manninger

Plant Protection Institute of the Hungarian Academy of Sciences; Hung. Acad. Sci., Budapest Herman O. u. 15.

Observations and research carried out between 1956 and 2006 with wheat rust fungi confirmed that in Hungary all the three rust fungal species may occur, though their importance varies year by year. In the first part of the experimental period, in particular wheat stem rust (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*) imposed risk to Hungarian wheat growing, while from the 1980s this rust disease was driven into the background and the importance of leaf rust (*P. triticina* Erikss. / syn. *P. recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) was gradually increasing. At present, leaf rust outbreaks may occur every year, its spread and the extent of damage are influenced by the susceptibility of the grown varieties and environmental conditions.

The virulence of stem rust and leaf rust populations were continuously changing during the fifty years. The variations may be well-explained by the difference in virulence of the races and the changes taken place in Hungarian wheat growing.

Within the Hungarian stem rust population, races 21, 17, 40, 11 and 34 were alternately dominant. Stem rust completely disappeared by the 1990 due to involving wheat varieties possessing resistance genes Sr31 and Sr36-os, and by gradually increasing their cropping area.

The dominant races in the leaf rust population were alternately 77, 61, 12 and 6, virulent to the resistance genes (Lr3, Lr26, Lr?) of the commercial varieties, suppressing race 20, dominant at the beginning of the experimental period.

In the past fifty years, stripe rust (*P. striiformis* Westend f. sp. *tritici*) occurred sporadically in Hungary, country-wide epidemic was recorded only once in 2001.

MOLEKULÁRIS MARKEREK FELHASZNÁLÁSA A BÚZA ROZSDABETEGSÉGEKKEL SZEMBENI REZISZTENCIANEMESÍTÉSÉBEN

Purnhauser László, Csősz Mária, Tar Melinda és Mesterházy Ákos
Gabonatermesztési Kutató Kht, 6701 Szeged, Pf. 391

Röviden áttekintjük rozsdabetegség elleni rezisztencianemesítésben felhasználható génforrásokat, a markerre alapozott szelekció előnyeit a hagyományos nemesítési technikákkal szemben. Értékeljük a különféle markertechnikákat. Markeres vizsgálatra alapozott eredmények alapján kimutattuk, hogy a Magyarországon az utóbbi 25 évben elismert mintegy 200 búzafajtában az Sr31 szárrozsa (1BL.IRS transzlokáció) maximális gyakorisága 48% (1995. és 1996. években), az Sr36 szárrozsdagéné pedig 22% (1987) volt. Továbbá ismertetjük a Szegedi Gabonatermesztési Kht-ben folytatott molekuláris markerezési kutatásokat és a szelekcióhoz felhasznált géneket.

Rozsdabetegségek gazdasági jelentősége

A búza világszerte legveszélyesebb kórokozói közé tartoznak a rozsdagombák, mivel a búzafajták ellenálló képességétől, ill. a rozstda számára kedvező időjárástól függően, az asszimilációs növényfelület pusztításával, akár 30–70% termésvesztésedet is okozhatnak a fogékony fajtákban. A betegségek elleni védekezés többnyire megoldható drága fungicidek használatával, mégis a leghatékonyabb, egyben legolcsóbb eljárás a rezisztens fajták termesztése. A növényvédelem költségeit jól érzékelteti Andrassy Adél agrárközgazdász 2006 évi kimutatása, amely alapján a korszerű búzatermesztés hektáronkénti költségei (kétszeri növényvédelem esetén) átlagosan 130,6 eFt/ha, melynek 18,8%-át (24,5 eFt/ha) teszi ki a növényvédő szer (gyomirtó szer nélkül!) és 3,1%-át (4 eFt/ha) ennek kijuttatási költsége. Ez országosan elképesztően nagy, 27 milliárd Ft többletköltséget jelent a gazdáknak. Súlyos epidémia esetén azonban a megtakarított költség többszörösét viheti el a betegség. Mindez megelőzhető rezisztens fajták termesztésével! Egy búzafajta előállítás költsége ugyanis csak 50–100 millió Ft. Betegségellenálló búzafajta létrehozásának költségei így országos szinten sokszorosan megtérülhetnek a vegyszeres védelem vagy a járványok okozta esetleges kár sok milliárd Ft-os költségeihez ké-

pest! Költségkímélés mellett az ellenálló fajták további nagy előnye, hogy használatuk semmilyen környezeti károsodást, vagy élelmezés-egészségügyi gondot nem okoz.

Bevezető gondolatok a rezisztencianemesítésről

A rezisztens fajták előállítására nagy kihívás a növénynemesítés felé. A nemesítést azonban nagyon megnehezíti, hogy a betegséget kiváltó kórokozók variábilisak, így valamely búzafajta, amelyik rezisztens az egyik kórokozó rasszal szemben, fogékony lehet a másikkra. A rozstda-rezisztens fajták előállításához ezért folyamatos nemesítői munka (rezisztenciaforrások felkutatása és a rezisztenciagének beépítése) szükséges, és nem csak egy rozsdával, hanem egy faj különböző patotípusaival szemben is.

A búzában számos levélrozstda- (*Lr*) szárrozstda- (*Sr*) és sárgarozstda- (*Yr*) rezisztenciagének ismeretes – kb. 50, 60, ill. 30 különböző rezisztenciagén betegségenként (McIntosh 1995). Túlnyomó részük rasszspecifikus (a rezisztencia csíranövénykorban is megnyilvánul), de közülük alig néhány ad megfelelő védelmet, mivel a kórokozó változékonyságának következtében előbb utóbb új virulens rozsdarasszok megjelenésére lehet számítani. Vannak tartós hatású nem rasszspecifikus rezisztenciagének, amelyek sajátosságuk, hogy csak felnőttkorban nyilvánul-

nak meg, és csak részleges védelmet nyújtanak, bár a legújabb adatok szerint kiváló rezisztenciaforrások is vannak közöttük. Sajnos, számos okból, a búzanesemesítés a megmaradt hatásos rezisztenciagéneknek is csak töredékét használja kiterjedten (Winzeller és mtsai 2000, Oelke és Kolmer 2004). Ezért a rezisztencianemesítési programunk tervezésekor nem elegendő csupán az eddig felhasznált búzafajtákat és azok származékait bevonni, hanem bátran fel kell használni az ugyan kedvezőtlen genetikai háttérben levő, de igen hatékony rezisztencia-génforrásokat is.

A szelekciós munka tervezésekor azt is figyelembe kell venni, hogy szinte valamennyi jelenleg hatásos rozsda-rezisztenciagén a búzával rokon fajokból származik, és többnyire kromoszóma-transzlokációkon keresztül épültek be a búza génállományába. E transzlokációk sajátossága, hogy általában későbbi nemzedékekben is változatlan formában öröklődnek, ezáltal a rajtuk levő gének is teljes kapcsoltságot mutatnak. A kapcsolt rezisztenciagének (1. táblázat) nagyon hatékonyá tehetik a rezisztencianemesítést, mivel elég csak az egyik génre szelektálni, és a többi kapcsolt gén automatikusan vele öröklődik. A világon legelterjedtebb az 1BL.1RS búza-rozs transzlokáció, amelyen három rozsda- (*Lr26*, *Sr31* és *Yr9*), egy lisztharmat-rezisztenciagén (*Pm8*) is található – igaz, ezek közül ma már csak az *Sr31* szárrozsdarezisztenciagén tekinthető hatásosnak. Ismeretes viszont, hogy az idegen fajokból és nemzetségekből származó kromoszóma-transzlokációkon a termőképességre vagy a minőségre kedvezőtlen (vagy éppen kedvező) gének is jelen lehetnek, amelyek azután együtt öröklődnek az adott rezisztenciagénnel. A rozs 1RS kromoszómáján például a kenyérsütési minőséget rontó szekalin gén van jelen, az *Aegilops umbellulata* vad búzafajból közönséges búzába átvitt *Lr9* rezisztenciagénről pedig kiderült, hogy jelenléte akár 14%-kal is csökkentheti a szemtermést (Ortelli és mtsai 1996) – az *Lr9* termőképességre gyakorolt negatív hatását, de más génekét is (pl. *Lr29*) saját, több éves kísérleteinkben mi is igazoltuk (nem publikált eredmény).

A következő kérdés: milyen szelekciós stratégiát válasszunk a búza rozsdarezisztenciájának növelésére. A legegyszerűbb megoldás rövid tá-

von egy-egy hatásos rasszspecifikus rezisztenciagén beépítése visszakeresztezésekkel. Levélrozsdarezisztencia fokozására hazai viszonylatban a leghatásosabb gének közül ilyen lehet az *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr35* és az *Lr38* (Csősz és mtsai 2000) – sajnos egyikük sincs jelen a hazánkban elismert búzafajtákban. A szárrozsdarezisztenciagének közül, pedig az *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr27*, *Sr31*, és az *Sr36* bizonyult a leghatásosabbnak (Vida és mtsai 2000, Csősz 2007). Nehéz megjósolni, hogy e rezisztenciagének hazai fogékony fajtákba beépítve hány éven keresztül adnak védelmet. Hazai tapasztalatok alapján ez lehet 4–5 év, de akár több évtized is. Ez utóbbira példa az *Sr31* és *Sr36* szárrozsdarezisztenciagén. Továbbá beépíthetünk új búzafajtáinkba nem rasszspecifikus rezisztenciagéneket is (pl. *Lr12*, *Lr13*, *Lr21*, *Lr34* és *Lr46*), amelyek tartós, de csak részleges mértékű rezisztenciát adnak.

A kórokozó variabilitása miatt az egy génre alapozott védelem általában nem bizonyul tartós-nak. Ezért olyan rezisztenciára van szükség, amely hatásos, egyúttal tartós is. A tartós betegség-ellenállóságra való nemesítésben két fontosabb koncepció létezik. Az egyik a rasszspecifikus gének megfelelő manipulálása révén akar eredményt elérni, részben a hatékonyabb gének önálló, részben azok kombinálása révén. A másik a tartós, nem specifikus gének felhasználására törekszik, amelyek önmagukban ugyan kisebb hatásúak, de az összhatás mégis jó lesz. Végül a kétféle elgondolást ötvözni is lehet egymással, és ez is adhat elvileg csaknem teljes rezisztenciát. Ez utóbbi koncepciót támasztja alá Oelke és Kolmer (2004), akik a legjobb rozsdarezisztens búzafajták genetikai hátterét vizsgálták; eredményeik alapján ezekben a fajtákban a hatásos csíranövénykori és a felnőttkori rezisztenciagének (többnyire *Lr34*) kombináltan fordultak elő.

Molekuláris markerek és a markerekre alapozott szelekció (MAS)

A fentiekben a rezisztencianemesítés fontossága mellett a korlátairól is rövid áttekintést kaphattunk – különösen a rezisztenciateszten alapuló szelekció jelent nagy plusz feladatot. Az utóbbi két évtizedben kifejlesztett a PCR alapú

DNS markerekre alapozott technikák jelentős áttörést eredményeztek ezen a téren, mivel segítségükkel nagymértékben helyettesíthető a hagyományos rezisztenciateszt. Ezáltal a búza rezisztenciagénjeinek új fajtába való beépítéséhez szükséges idő és a költségek nagymértékben csökkenthetők.

Korábban a legszélesebb körben használt molekuláris markerezési módszer DNS hibridizáláson alapuló az RFLP volt. A markerekre alapozott szelekció (MAS) céljára a nemesítők a nehezebb RFLP módszer helyett jelenleg az egyszerűbb és olcsóbb PCR alapú technikákat használják. A mostanáig azonosított nagy számú PCR marker közül azonban nem mindegyik felel meg a MAS-nemesítés által támasztott kívánalmaknak (gyors, olcsó, megbízható, automatizálható módszer), vagy azért mert túl komplex, hogy automatizálható legyen (pl. AFLP, S-SAP, CAPS), vagy gyenge a reprodukálhatósága (pl. RAPD) vagy, mert az általuk kimutatható polimorfizmus szintje alacsony (pl. STS). Jelenleg a mikroszatellit (SSR) markerek a legmegfelelőbbek a gyakorlati alkalmazásra – polimorfizmus-szintjük magas (hipervariábilisak), megbízhatóak, használatuk viszonylag egyszerű, kódominánsak, azaz a homozigóta és a hetrozigóta egyedek elkülönítésére is alkalmasak. Korábban kifejlesztésük nagy költségei jelentettek korlátot a felhasználóknak, ma már azonban a több ezer SSR marker többségének szekvenciaadatai és helyük a búza genetikai térképén már széles körben elérhető (www.gramene.org). A MAS szempontjából a markerek következő generációját a SNP (single nucleotid olimorphism), mert ezek a markerek rendkívül sűrűn helyezkednek a genomban (átlagosan 100–300 bázisonként található egy SNP-t), így a velük nagyon szorosan kapcsolt markerek is térképezhetők. Másrészt az SNP kimutatása nem igényel gélelektroforézist, ami igen fontos szempont, mivel ez a legfőbb akadálya a tömeges markeranalízisnek. A témában a búzára vonatkozóan átfogó tanulmány jelent Feuillet és Keller szerzőktől 2005-ben.

Egy vagy több rezisztenciagén egy búzafajtába való beépítésének hagyományos módja rendkívül idő- és munkaigényes folyamat, mivel

minden szelekciós lépésben elengedhetetlen a rezisztencia tesztelése (mesterséges inokulációval). Ehhez, pedig a kórokozó rasszokat mesterségesen fenn kell tartani. Hagyományos módon csupán egy adott búzafajtában előforduló rezisztenciagének meghatározása sokéves munkát feltételez. E nehézségeknek tulajdonítható, hogy bár a megfelelő rezisztenciagének a nemesítő rendelkezésére állnak, a köztermesztésben máig igen kevés az olyan búzafajta, amely valamennyi fontos rasszal szemben genetikailag védett lenne. A hagyományos rezisztencianemesítés hosszadalmas volta miatt az is megeshet, hogy egy bőtermő, de fogékony búzafajta rezisztens változatának (visszakeresztezéssekkel való) kialakítása időpontjában a kiindulási fajta már rég kikerült a köztermesztésből, mert a még termőképesebb fajták kiszorították. A molekuláris markerekkel ez a munka gyorsítható és egyszerűsíthető.

A markerekes módszer hatásossága abban rejlik, hogy segítségével a hagyományos nemesítésre jellemző fenotípusos szelekció helyett csaknem közvetlenül a genotípusra (magára a gén jelenlétére) szelektálhatunk. Ennek sikere függ attól, hogy van-e az adott rezisztenciagénnek markere ill. a marker milyen közel van a rezisztenciagéntől. Nemesítési célra ideális, ha a gén és a marker között nem mutatható ki genetikai távolság (pl. transzlokációk), vagy ha a távolság kicsi, pl. 1 cM – de még 10 cM is megfelelő. Nem teljes kapcsoltság esetén célszerű a markerre alapozott szelekciós programot megfelelő rátartással tervezni, hogy az esetleges rekombinások miatt a visszakeresztezés során ne veszítsük el a rezisztenciát. A program befejezése után (rezisztenciagénre homozigóta vonal) azonban az előállított vonalak rezisztenciáját tesztelni kell (verifikálás), elkerülendő az esetleges rekombinációból származó problémákat.

Megjegyzendő, hogy ismert két rozsdarezisztenciagénnek természetes, morfológiai markere is ismert. Az *Lr34* tartós levélrozsdarezisztenciagénnel kapcsolatos öröklődik egy levélcsőcszáradást okozó gén (Singh 1992), aminek segítségével felnőttkorban vizuálisan szelektálhatunk az *Lr* gén jelenlétére. Ez előbbihez hasonlóan, az *Sr2* tartós szárrozsdarezisztenciagént a fekete árnyalatú pelyva, ill. a

levélklorózis egy típusa jelzi (Brown 1997). Sajnos a morfológiai markerek száma igen korlátozott, ráadásul általában csak a felnőttkorban nyilvánulnak meg. Ezzel szemben a molekuláris markerek száma elvileg végtelen, és már néhány napos csíranövényből izolált DNS-ből is nagy biztonsággal meghatározhatók.

Az idegen fajú transzlokációkkal kapcsolatban öröklődő kedvezőtlen tulajdonságokra van olyan példa is, ahol a gond megoldható volt molekuláris markerek használatával. Az igen hatásos védelmet nyújtó *Lr19* rezisztenciagén nemesítésben való felhasználását ugyanis sokáig akadályozta, hogy a gént hordozó idegen fajú (*Thynopyrum ponticum*) transzlokáció egy sárga endospermium pigmentációért felelős gént is hordoz (sárga színű liszt). Marais laboratóriumában homeológ rekombináció és molekuláris markerek felhasználásával lerövidítették ezt a transzlokációt, oly módon, hogy megmaradt az *Lr19* rezisztenciagén, de eltűnt a sárga pigmentációt okozó gén (Marais és mtsai 2001). A homeológ rekombináció indukálására a búza *Ph1b* génhiányos mutánsát használták fel – normál esetben a búza 5B kromoszómáján található *Ph1b* gén megakadályozza, hogy a búza homeológ genomjainak (A, B és D genomok) vagy a búza és más rokon fajok kromoszómái egymással kombinálódjanak.

A markerre alapozott nemesítési stratégia – akárcsak a rezisztenciatesztre alapuló hagyományos módszer – a jól ismert visszakeresztezési sémán alapul, amelynek során a donor növényt a recipienssel keresztezzük, majd a hibridet visszakeresztezzük a recipienssel. Az egyes visszakeresztezési ciklusok során a kívánt gént hordozó, de más tulajdonságokra nézve gyenge donor örökítő anyaga egyre csökkenő részarányal, az agronómiailag kedvezőbb genetikai hátterű akceptor egyre növekvő mértékben vesz részt az utódok kialakításában. A visszakeresztezési folyamat végén öntermékenyítést végzünk, és az utódok közül a kívánt gént homozigóta állapotban hordozó egyedet kiválasztva genetikailag stabil vonalat állíthatunk elő. A különbség csupán annyi, hogy a szelekciót rezisztenciateszt helyett markerek segítségével végzük. A szelekciót így csíranövénykorban is el-

végezhetjük, ez különösen előnyös azoknál a géneknél, ahol a rezisztencia a felnőttkorban nyilvánul meg. „Szelekciós pihenőket” sem szükséges alkalmazni a homozigótaság eléréséhez (pl. recesszíven öröklődő gének ill. QTL-ek esetében), mert markerekkel a gén heterozigóta állapotban is azonosítható. Ha egyszerre több gént kívánunk átvinni a recipiens vonalba, akkor a visszakeresztezés előtt kombinált keresztezést (pl. 3- és 4-vonalas hibridek) végzünk a donor vonalak és a recipiens között, vagy a kívánt génekre először közel izogén vonalakat hozunk létre, majd ezeket egymással keresztezve az utódok közül markerek segítségével kiválogatjuk a kívánt géneket együttesen hordozó elit növényeket. A folyamat üvegház alkalmazásával, ahol évente 2–2,5 generáció is felnevelhető, nagymértékben felgyorsítható.

További előny, hogy segítségével egy adott betegségre nézve két vagy több hatásos rezisztenciagént akadálytalanul átvihetünk egy fajtába. Rezisztenciateszten alapuló szelekcióval viszont a gyakorlatban ez szinte reménytelen feladat, mivel már egy hatásos gén jelenléte is rezisztens fenotípust eredményez az adott betegségre.

Ahhoz, hogy felgyorsíthassuk rezisztencia-nemesítési programunkat egy sor olyan marker szükséges, amelyek szorosan kapcsolnak különböző rezisztenciagénekhez. A fontosabb rozsdarezisztenciagének többségének eddig számos PCR alapú markerét azonosították (részletes lista: Gupta és mtsai 1999, Chelkowski és Stepien 2001, Purnhauser 2006). A MAS technikát manapság ma már szinte minden jelentősebb búzanevelési programban használják világszerte. Ezek közül az egyik legjelentősebb az USA-ban J. Dubcovsky vezetésével 12 laboratóriumot és nemesítési programot magába foglaló MAS konzorcium, ahol évente több mint 70 búzafajtába visznek be minőségi és rezisztenciagéneket (gomba, vírus és rovar elleni rezisztencia). A project állandóan bővülő honlapján <http://maswheat.ucdavis.edu> jelenleg 20 hatásos búzarozsda-rezisztenciagén PCR markereire vonatkozóan találunk részletes, gyakorlatias módszertani leírást.

Egy keresztezési program tervezéséhez elengedhetetlenül fontos a szülőpartnerek geneti-

kai hátterének ismerete pl. mely rezisztenciagének található meg egy búzafajtában. Bár ez hagyományos rezisztencianemesítési módszerrel is megoldható, de nehézsége miatt a nemesítésben jelenleg használt fajták rezisztenciájának pontos genetikai hátteréről nincs információnk. Molekuláris markerekkel ma már egyszerű módon, gyorsan és nagy számú törzset és fajtajelöltet, fajtát tudunk rezisztenciára jellemezni. A nemesítésben elterjedt rozsda-rezisztenciagének nagy részét már molekuláris markerekkel is azonosítani tudjuk. A jövőben pedig, ha valamennyi a nemesítésben használt fontosabb gén markere rendelkezésünkre áll, megoldható a fontosabb genetikai anyag teljes jellemzése a főbb rezisztenciagénekre – nagymértékben szükségtelemné téve ezáltal a rezisztenciateszteket.

A keresztezési partnerekben levő rezisztenciagének pontos ismerete és azok rutinszerű nyomon követhetősége olyan előnyt is eredményezhet, amely alapjaiban megváltoztathatja az eddigi nemesítési munkát. Fent már láthattuk, hogy markeres szelekció segítségével reális időn belül létrehozhatók olyan közel izogén vonalak, amelyek egyszerre számos fontos rezisztenciagént hordozhatnak. Ha ugyanezt a folyamatot, ugyanezzel a rezisztenciagén-összetétellel néhány fontosabb (jól kombinálódó) keresztezési partnerban is megismételjük, akkor olyan keresztezési alapanyaghoz jutunk, amelynek felhasználásával a nemesítési folyamat rezisztencianemesítési része nagymértékben feleslegessé válik a beépített gének esetében. Ha ugyanis két vagy több olyan szülői vonalat keresztezünk egymással, amelyek rezisztenciagén-összetétele egymással identikus, akkor nem csak a hibridek, hanem a későbbi generációk egyedei is homozigóták lesznek, azaz nem történik bennük hasadás az adott génekre. A hagyományos nemesítést az teszi rendkívül munkáigényessé, hogy többek között a genetikai hasadás miatt több generáción át tízezerszámra kell tesztelni és szelektálni a törzseket rezisztenciára.

Markerek felhasználása a szegedi rozsda-rezisztencia-nemesítésben

Minden nemesítési program fő célja a termésmennyiség, a termésbiztonság és a -minőség

fokozása, ill. javítása. A markerek használata a minőség, de kiváltképp a termésbiztonság terén ígér új lehetőségeket. A termésbiztonság növelésének egyik legfontosabb területe a rozsda-rezisztencia-nemesítés magasabb szintre emelése. Ennek feladatai:

- Rezisztenciagének hatékonyságának és agronómiai értékének vizsgálata,
- Új rezisztenciagén-markerek azonosítása,
- Fontosabb rozsda-rezisztencia-gének azonosítása nemesítésben jelenleg használt alapanyagokban (keresztezési partnerek, fajták, fontosabb törzsek),
- Új rozsda-rezisztencia-gének bevonása a nemesítési programba,
- Új nemesítési alapanyag kialakítása: markerra alapozott szelekcióval nem rasszspecifikus és hatékony rasszspecifikus *Lr*, *Sr* és *Yr* gének átvitele fontosabb fajtákba, ill. keresztezési partnerekbe,
- Hatékony és tervszerű csoportmunka kialakítása a molekuláris genetikai laboratórium, a rezisztencianemesítés, és a szántóföldi nemesítés között.

E célok mentén számos programot indítottunk és eredményt értünk el:

Minden évben számos *Lr* és *Sr* közel izogén vonalat vizsgálunk rezisztenciára, aminek segítségével nyomon követhetjük az egyes rezisztenciagének által kifejezett rezisztencia változását. Több éves, több termőhelyes kísérletben vizsgáltuk a Thatcher alapú *Lr* közeli zogén vonalak termőképességét és minőségét. Kimutattuk többek között az *Lr9* és *Lr29* gének (azaz a géneket hordozó transzlokációk) termés-csökkenő hatását.

Fogékony fajták és a levélrozsda közel izogén vonalak (*Lr9*, *Lr20*, *Lr29* és az *Lr52*) keresztezésével F_2 és F_3 nemzedékeiben térképezési populációkat hoztunk létre, és segítségével számos új rezisztenciagén markert (RAPD, mikroszatellit, SCAR) azonosítottunk az *Lr20*, *Lr29* és az *Lr52* rezisztenciagénekre.

Fajtákban, fajtajelöltekben, fontosabb törzsekben azonosítottuk az *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* az *Sr36/Pm6* génkomplex és az *Sr36* gének jelenlétét, folyamatban van a *Lr34/Yr18*, *Lr37/Yr17/Sr38* génkomplexek azonosítása is

Markerre alapozott szelekcióval viszünk be rozsda-rezisztenciagéneket (*Lr19/Sr25*; *Lr20/Sr15*, *Lr24/Sr24*, *Lr34/Yr18*, *Lr37/Yr17/Sr38* és *Lr46/Yr2*, *Lr21*, *Lr29*, *Sr36*, *Yr5*, *Yr15*) fontosabb szegedi fajtákba.

Markerek felhasználásával és homeológ rekombináció indukálásával két hatékony *Lr* gén (*Lr9* és *Lr29*) nemesítési értékének javítására indítottunk programot, melynek célja a az idegen fajból származó transzlokáció méretének csökkentése a rezisztenciagén megtartásával, az *Lr9* és *Lr29* gének terméscsökkentő hatásának kiküszöbölésre

A rezisztenciagéneknek fajtákban való azonosításának egy példája az a felmérés, amikor az utóbbi 25 évben Magyarországon elismert mintegy 200 búzafajtában PCR markerek felhasználásával vizsgáltuk a nagyon hatékony *Sr31* és az *Sr36* szárrozsdarezisztenciagének előfordulást (1. ábra).

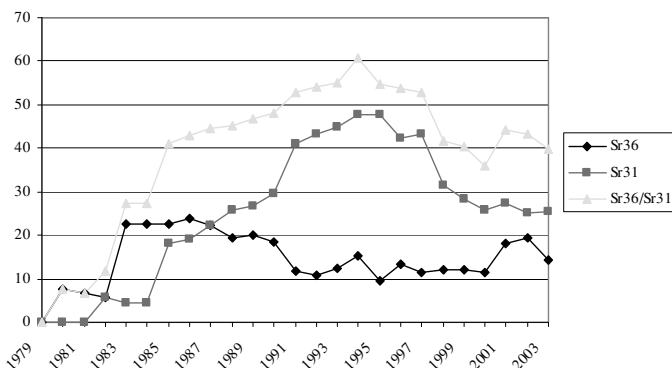
Az 1. ábrán látható, hogy az *Sr31* gén, amelyet az Aurora és Kavkaz fajtákból származó 1BL.1RS búza-rozs transzlokáción azonosítottak, 1981-ben jelent meg először az új hazai fajtákban, majd rövid idő alatt elterjedt: 1995–96-ban már a fajták csaknem fele tartalmazta e gént (a martonvásári fajtákban 1994 és 1997 között ez az arány 89–90% volt!). Később az 1BL.1RS transzlokációt tartalmazó fajták részaránya 40% alá csökkent – valószínűleg a sikerfehérjéjük gyengébb minőségnek tulajdoníthatóan. Az Arthur 71 amerikai fajtából származó *Sr36* gén először 1980-ban jelent meg Magyarországon

Pleitoróp vagy szorosan kapcsolt rozsda rezisztenciagének

Lr	Sr	Yr
2, 31		
14a	2	30
16	23	
19	25	
20	15	
24	24	
26	31	9
33, 44		
34		18
37	38	17
	9g	7
	34	8
46		29

elismert búzafajtában, először a jugoszláv Baranjka fajta, majd a 1983-ban a hazai GK Kincső és Mv13 fajtákban. Részarányuk később 11–21% között változott (a szegedi búzákból 2002-ben arányuk az 50%-ot is elérte). 1985-ben az államilag elismert fajták 61%-a volt jelen az *Sr31* és *Sr36* gének közül legalább az egyik gén, ami hosszú ideig stabil alapot nyújtott a hazánkban termesztett búzák szárrozsdarezisztenciájának. Bár e két gén most is nagyon hatásos, egyoldalú használatuk azonban, a

genetikai háttér beszűkülése révén, jelentős következményekkel járhat. Például Ugandában, az *Sr31* génre virulens TTKS szárrozsdarasz jelent meg (Pretorius és mtsai 2000), és gyorsan terjed – néhány éven belül nagy fenyegetést jelenthet a hazai búzatermesztésre. A fenti példa is jól illusztrálja annak rezisztencianemesítési munkának a veszélyét, ahol a szelekciót csak a fenotípusra végezzük – ugyanazon eredmény háttérében (rezisztencia) ugyanis más okok (gének) is



1. ábra. Az *Sr31* és *Sr36* szárrozsdarezisztenciagének százalékos gyakorisága a Magyarországon termesztett búzákból 1979-től 2003-ig

álhatnak. A genetikai háttér pontos ismeretében e problémák nagymértékben megelőzhetők.

A markerra alapozott szelekció felhasználásának távolabbi célja a komplex betegségrezisztencia elérése, azaz olyan fajták létrehozása, amelyek egyszerre rezisztensek a legfőbb gombás betegségekre (pl. rozsda, lisztharmat, fuzárium és levélfoltosság). Ilyen fajták termesztésével ugyanis a termékbiztonság ugrás-szerűen megnőne, és csaknem teljesen megtakarítható lenne az a hatalmas pénzösszeg, amelyet a búza fungicides növényvédelmére költünk.

Köszönetnyilvánítás

A kísérleteket a GAK (1r9ylr29, szerz. szám: OMF00950/2005) és az NKFP4/064/2004 pályázat támogatta.

IRODALOM

- Andrássy A.** (2006): A magyar búzavertikum gazdasági hatásvizsgálata (The economical effect evaluation of the Hungarian wheat production verticum) In: D. Dudits (ed.) A búza nemesbítésének tudománya. A funkcionális genomikától a vetőmagig, 309–333. MTA Szegedi Biológiai Központ – Winter Fair Kft.
- Brown, G. N.** (1997) The inheritance and expression of leaf chlorosis associated with gene Sr2 for adult plant resistance to wheat stem rust. *Euphytica*, 95: 67–71.
- Csőszy, M., Mesterházy, Á., Szunics, L., Vida, Gy. and Manninger, K.** (2000): Leaf rust reactions of the wheat Lr near-isogenic lines in adult stage in Hungary, 1995–1999. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 35 (1–4): 177–185.
- Csőszy L.-né** (2007): Növénykórtani és rezisztenciavizsgálatok az őszi búzarozsda, lisztharmat és levélfoltosságok kórokozóival. PhD dolgozat. Keszthely
- Chelkowski, J. and Stepień L.** (2001): Molecular markers for leaf rust resistance genes in wheat. *J. App. Genet.* 42: 117–126.
- Gupta P. K., Varshney R. K., Sharma P. C. and Ramesh B.** (1999): Molecular markers and their applications in wheat breeding. *Plant Breeding*, 118: 369–390.
- Feuillet, C. and Keller, B.** (2005): Molecular markers for disease resistance: the example wheat. In: **Lörz H., Wenzel G.** (eds), *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol. 55. Berlin, Springer Verlag, 2005, 353–370.
- Marais, G. F., Marais, A. S. and Groenewald, J. Z.** (2001): Evaluation and reduction of Lr19-149, a recombinant form of the Lr19 translocation of wheat. *Euphytica*, 121: 289–295.
- Oelke, L. M. and Kolmer, J. A.** (2004): Characterization of leaf rust resistance in hard red spring wheat cultivars. *Plant Disease*, 88: 1127–1133.
- Ortelli, S., Winzeler, H., Winzeler, M., Fried, P.M. and Nosberger, J.** (1996): Leaf rust resistance gene Lr9 and winter wheat yield reduction. II. Leaf gas exchange and root activity. *Crop Science*, 36: 1595–1601.
- Purnhauser L.** (2006): Molekuláris markerek a rezisztenciagének nyomon követéséhez (The use of molecular markers to detect resistance genes) In: **D. Dudits** (ed.) A búza nemesbítésének tudománya. A funkcionális genomikától a vetőmagig, 289–299. MTA Szegedi Biológiai Központ – Winter Fair Kft.
- Pretorius, Z. A., Singh, R. P., Wagoire, W. W. and Payne, T. S.** (2000): Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease*, 84: 203.
- Singh, R. P.** (1992): Association between gene *Lr34* for leaf rust resistance and leaf tip necrosis in wheat. In: *Crop Science*, 32: 874–878.
- 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 Phytopath. Et. Ent. Hung.*, 35 (1–4): 169–176.

THE USE OF MOLECULAR MARKERS IN THE RESISTANCE BREEDING OF WHEAT FOR RUST RESISTANCE

L. Purnhauser, M. Csőszy, M. Tar and Á. Mesterházy

Public Utility Company for Cereal Research, H–6701 Szeged, Pf. 391.

We briefly review the genetic sources of breeding for rust resistance, the advantages of marker assisted selection over the conventional resistance breeding techniques. We evaluate the different marker techniques. Based on our survey by molecular markers including nearly 200 wheat cultivars registered in the past 25 years in Hungary we showed that the maximal frequency of stem rust resistance gene *Sr31* (1BL.1RS translocation) was 48% (from 1995 to 1996), and that of the *Sr36* gene was 22% (in 1987). The molecular researches in Cereal Research Non-Profit Co., Szeged, Hung. and the resistance genes used for the marker assisted selection are also shown.

ERDEI FÁK ROZSDAGOMBÁI MAGYARORSZÁGON

Szabó Ilona

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
9400 Sopron, Pf. 132.

Magyarország területének 19,9%-át borítják erdők (ÁESZ 2006). Az összes erdőterület 88%-án lombos erdők, 12%-án fenyőerdők találhatók. A legnagyobb területet elfoglaló, állományalkotó lombos fákon (tölgyek, cser, akác, bükk, kőris) és az elegy fafajok nagy részén (juharok, szilek, hársak) rozsdabetegségeket nem ismerünk. Rozsdagombák a nyár- és fűzfajokon, a nyírféléken (nyír- és égerfajok), néhány cserjefajon és a fenyőkön fordulnak elő.

Lombos fafajok rozsdagombái

Nyárák (*Populus nigra*, *P. × euramericana*, *P. alba*, *P. canescens*, *P. tremula*)

A nyár- és fűzfajokon a *Melampsora* nemzetségbe tartozó, gazdacserés rozsdagombák okoznak megbetegedést. A nyárák és füzek levelein fejlődnek e gombák uredo- és teleuto-telepei. Erdőgazdasági jelentőségük az okozott növedékvesztésben áll, ami a korai lombhullás következménye. A nyárákon előforduló rozsdagombafajok az egyes nyárszekciók szerint különböznek. Az Aigeiros szekcióba tartozó fekete nyáron és hibridjein a *M. laricis-populina* és *M. allii-populina* rozsdagombák a leggyakoribbak. Mellékgazdájuk a vörösfenyő, illetve a hagymafélék. Kevésbé gyakori a *M. magnusiana*, amelynek mellékgazdái a *Papaveraceae* családba tartozó lágyszárúak. A Leuce szekcióhoz tartozó hazai nyárák (*P. alba*, *P. canescens*, *P. tremula*) levelein a *M. populnea* (szin.: *M. pinitorqua*) és változata a *M. populnea* f. sp. *laricis* (szin.: *Melampsora larici-tremulae*) fordulnak elő hazánkban (I. ábra). Nyugat-Európa néhány országában megtelepedett az Észak-Amerikából behurcolt *M. medusae*, amely az őshonos rozsdagombákéhoz hasonló tüneteket okoz a nyárfajok levelein. Karantén kórokozó, hazai előfordulásáról nem tudunk.

A nyárák levélrozsdabetegségének erdőgazdasági jelentősége az 1960-as évektől, a nemesnyárfajták nagyarányú telepítésétől kezdődően folyamatosan növekszik. Az egyes nyárfajták levélrozsdákkal szembeni fogékonyságát

faanyagúterményekben vizsgálták. Az 1970-es években a gazdasági fajták közül az óriásnyár (*P. × euramericana* Robusta) és a kései nyár (*P. × euramericana* Serotina) érzékenynek bizonyult, az újabb hazai és külföldi fajták csaknem mindegyike rezisztens volt (Gergáczy 1975). A nemesnyárfajtákon leggyakoribb *M. laricis-populina* fajnak Európában több rassza alakult ki. Az 1990-es években végzett hazai vizsgálatok szerint Magyarországon az E1-es rassz volt gyakori, de valószínű volt az E4-es rassz előfordulása is, amely az újabb fajtákat támadja (Szántó és Steenackers 1998).

Füzek (*Salix alba*, *S. fragilis*, *S. capraea*)

A fatermetű füzek közül hazánkban a fehér fűz (*S. alba*) vonták természetbe. A fehér fűz rozsdagombája a *M. salicis-albae* (szin.: *M. allii-salicisalbae*, *M. vitellina*). Szórványosan előfordul a fatermesztési célú állományokban, de jelentős gazdasági kárt nem okoz. A törékeny fűzön (*S. fragilis*) a *M. allii-fragilis* és *M. galanthi-fragilis*, a kecskefűzön (*S. capraea*) és a rekttyefűzön (*S. cinerea*) a *M. caprearum* (szin.: *M. larici-caprearum*) és a *M. epitea* var. *epitea* (szin.: *M. euonymi-caprearum*) fordulnak elő (Szabó 2002a). A fonófűzkultúrák fajain (*S. viminalis*, *S. purpurea*) is különböző rozsdagombák léphetnek fel, (pl. *M. ribesii-viminalis*), amelyek a vesszőkihozatal mennyiségét és minőségét csökkentik. Különböző fűzfajokon természetes növénytársulásokban számos más rozsdagombafaj előfordulása is ismert hazánkban (Ubrizsy 1968).

Égerek (*Alnus glutinosa*, *A. incana*)

Erdőgazdasági művelésben a mézgás éger (*A. glutinosa*) termesztik. Állományokban rozsdabetegséget levelein nem tapasztalunk. Az 1990-es évek második felétől az égerfajok levelein a *M. hiratsukanum* terjedt el Észak- és Közép-Európában. Különösen a hamvas éger (*A. incana*) fertőzi tömegesen, de a mézgás égeren is gyakori (Hantula és Scholler 2007). Hazánkban 2001-ben, egy dél-dunántúli csemetkertben tapasztaltuk első alkalommal a megjelenését (Szabó 2002b). Jellemzője, hogy az uredospórák fala az egész felszínen szemcsés, és az uredotelepek osztioláris sejtjeinek hosszú nyúlványaik vannak (2. és 3. ábra). E bélyegek alapján lehet megkülönböztetni a *M. betulinum*tól, a nyírrozsdától, amely ritkán az égereken is előfordulhat. Úgy tűnik, a *M. hiratsukanum* nem terjedt el járványos mértékben hazánkban, a mézgás éger tömeges rozsdafertőzéséről azóta nem tudunk.

Nyír (*Betula verrucosa*)

A nyírfajok közül erdészeti jelentősége a birsces nyírnek van hazánkban. Rozsdagombája a *Melampsorium betulinum*. Mellékgazdája, akár csak az előző fajnak, a vörösfenyő. Egyes években járványszerűen lép fel a nyíren, ezt tapasztaltuk például 1999-ben az Északi-középhegység egyes területein és a Soproni-hegységben (Szabó 2002a). A levelek korai sárgulását és hullását okozza, különösen a korona alsó ágain. (4. ábra).

Fenyőfélék rozsdagombái

Erdei- és feketefenyő (*Pinus sylvestris* és *P. nigra*), simafenyő (*P. strobus*)

Hazai fenyveseink fő fajai az erdei- és a feketefenyő. Tüiken egyes években a *Coleosporium* fajok spermogóniumai és ecídiumai jelennek meg. Erdősítésekben elszórta mindenütt előfordulnak, főleg az erdeifenyőn. Elterjedésük szorosan összefügg a köztes gazdák (*Senecio*, *Campanula*, *Tussilago*, *Sonchus*, *Petasites* stb.) jelenlétével. A fertőzött tűlevelek zöldek maradnak a spórák kiszórása után is, jelentős tűhullás, növedékvesztés nincs, ezért e rozsdagombák erdővédelmi jelentősége csekély, védekezni nem szükséges ellenük.

Az erdei- és feketefenyő növekvő hajtásainak kérgében az erdeifenyő hajtásgörbítő gomba (*Melampsora populnea*, szin.: *M. pini-*

torqua) spermogóniumai és ecídiumai jelenhetnek meg. Hatásukra a hajtások lekonyulnak, majd tovább növekedve fölegyenesednek, így S alakú görbületek keletkeznek. Az uredo- és teleutotelepek a Leuce szekcióhoz tartozó nyárak levelein fejlődnek. Csemetekertekben és fiatal erdősítésekben fordul elő, különösen ott, ahol a közelben fehér- és szürkenyár, illetve rezgőnyár található.

Az erdeifenyő ágain, fiatal fák törzsén a *Cronartium flaccidum* ágrozda ecídiumai jelenhetnek meg. E rozsdagomba magyarországi előfordulási adatai a köztes gazdákra (pl. *Paeonia*, *Cynanchum*) vonatkoznak (Ubrizsy 1968). Megjelenését az erdeifenyőn hazánk jelenlegi területén nem tapasztaljuk.

Simafenyőn hazánkban is gyakori és járványszerűen lép fel a *Cronartium ribicola* ágrozda. Köztes gazdái a *Ribes* fajok. Mindenhol előfordul, ahol simafenyőt termesztnek, erdőállományokban, parkokban egyaránt. Az eredetileg a cirbolyafenyőn élő kórokozó a simafenyőt annak Európába történt betelepítése után támadja, e fajaj nagyobb arányú termesztésbe vételét korlátozza.

Lucfenyő (*Picea abies*) és ezüstfenyő (*Picea pungens*)

A *Picea* fajok tűlevelein a *Chrysomyxa* fajok ecídiumai okoznak rozsdabetegséget és tűhullást. Gazdacserés fajok a *C. ledi*, *C. empetri*, *C. rhododendri*, és a tobozrozsdát okozó *C. pyrolata*. Észak Európában és a magasabb hegyvidékeken fordulnak elő járványszerűen, ott, ahol lucfenyő és a köztes gazdák (*Ledum*, *Empetrum*, *Rhododendron*, *Pyrola*) is gyakoriak. A magyarországi előfordulási adatok jelenlegi határainkon kívül esnek. Az utóbbi években a nem gazdacserés *C. abietis* helyi előfordulását figyeltük meg ezüstfenyőn egy nyugat-dunántúli arborétumban (Szabó 2004). E gomba a *Picea* fajok levelein él, csak teleuto alakja van. A narancssárga teleutotelepek tavasszal érnek meg és nyílnak fel (5. ábra), a teleutospórák rögtön csíráznak, és a képződő bazidiospórák visszafertőzik a folyó évi frissen kihajtó tűleveleket.

Jegenyefenyő (*Abies alba*)

A jegenyefenyő hazánkban kis területen, a nyugati határszéleken fordul elő. Rozsdabeteg-

ségei a *Pucciniastrum epilobii* okozta túrozsdá és a *Melampsorella caryophyllacearum* által okozott boszorkányseprű. A *P. epilobii* köztes gazdái a füzikék, a *M. caryophyllacearum* pedig szegfűfélékhez tartozó lágyszárúak. Hazánkban ez utóbbi előfordulását ismerjük, de ritkán, csak elvétve figyelhető meg.

Vörösfenyő (*Larix decidua*)

A vörösfenyő számos, lombos fafajon előforduló rozsdagomba köztes gazdája (*Melampsora laricis-populina*, *M. caprearum*, *Melampsorium betulinum*), e gombák spermogóniumos és ecídiumos fejlődési szakasza majdnem észrevétlenül zajlik le a vörösfenyő tűin, tömeges tűhullást nem okoz.

Erdei cserjék

Borókafajokon (*Juniperus* spp.) a *Gymnosporangium* fajok teleutotelepei okoznak ágrozsdát. A spermogóniumok és ecídiumok almatermésű fákön és cserjéken fejlődnek. A *G. fuscum* (szin.: *G. sabinae*) a nehézszagú borókán (*Juniperus sabina*) és a körte levelein nem ritka, különösen díszkertekben, ahol mindkét gazdanövény megtalálható. Erdei környezetben a vadkörte is előfordul. A boróka ágain a teleutotelepek feltűnő narancssárga, kocsonyás állományú képződmények formájában jelentkeznek (6. ábra). A közönséges borókán (*J. communis*) a *G. clavariiforme* és mások fordulnak elő, a spermogóniumok és ecídiumok a galagonyákon és a berkenyéken fejlődnek. A kökényen (*Prunus spinosa*) helyenként tömeges a *Tranzschelia pruni-spinosae*. Mellékgazdái lágyszárúak (*Anemone*, *Hepatica*, *Ranunculus* stb.). Bengéféleken (*Rhamnus*, *Frangula*) a *Puccinia coronata*, sóskaborbolyán (*Berberis*) pedig a

P. graminis ecídiumai láthatók gyakran, köztes gazdáik, amelyeken az uredó és teleuto alakok fejlődnek, különböző pázsitfűvek. Az erdei *Rubus* és *Rosa* cserjefajokon gyakoriak a nem gazdacserés *Phragmidium* fajok (*P. violaceum*, *P. rubi-idaei*, *P. bulbosum*, *P. mucronatum*).

Összefoglalás

A cikk az erdei fákön és cserjéken Magyarországon előforduló rozsdagombák áttekintését, erdőgazdasági jelentőségük értékelését és az utóbbi években újonnan megfigyelt fajok (*Melampsorium hiratsukanum*, *Chrysomyxa abietis*) rövid jellemzését tartalmazza.

IRODALOM

- Gergác J.** (1975): A nyárfák rezisztenciakutatásának eredményei a levél- és kéregkárosító gombák figyelembevételével. Erdészeti Kutatások, 71: 205–216.
- Hantula, J. and Scholler, M.** (2007): *Melampsorium hiratsukanum*. http://www.nobanis.org/files/factsheets/Melampsorium_hiratsukanum.pdf
- Szabó I.** (2002a): Levéltbetegséget okozó gombák erdei fákön I. Lombos fafajok levélkórokozói. Növényvédelem, 38 (7): 337–345.
- Szabó, I.** (2002b): First report of *Melampsorium hiratsukanum* on common alder in Hungary. Plant Pathology, 51 (6): 804.
- Szabó, I.** (2004): Incidence of *Gremmeniella abietina*, *Rhabdocline pseudotsugae*, *Chrysomyxa abietis* and *Phyllosticta concentrica* in Christmas tree cultures and gardens in Hungary. Proc. IUFRO WP 7.02.02 Foliage, shoot and stem diseases conference, Corvallis, Oregon, USA, June 13-19, 2004. Ed. by G.R. Stanosz and J.C. Stanosz, 24–27.
- Szántó M. és Steenackers, M.** (1998): Előzetes adatok a nyárák levélrozsdáját okozó *Melampsora* fajok hazai előfordulásáról. Erdészeti Kutatások, 88: 119–130.
- Ubrizsy, G.** (1968): Review of the Mycoflora of Hungary Part IV. Acta Phytopathologica Scientiarum Hungaricae, 3: 73–138.

RUSTS OF FOREST TREES IN HUNGARY

Ilona Szabó

University of West Hungary, Faculty of Forestry, Institute of Forest Protection and Management, 9400 Sopron, Pf. 132.

Forests cover 19.9% of Hungary's territory (National Forestry Service 2006). Deciduous trees occupy 88% of the total forestry area, while 12% is the share of conifers. Rust diseases are not known to occur on the deciduous trees covering the largest territory in stands (oaks, black locust, beech and ash) and on the majority of tree species growing in mixtures (maples, elm-trees, lime-trees). Rust fungi occur on poplars and willow trees, birch and alder species, on certain shrub species and conifers.

GABONA-ROZSDABETEGSÉGEK ÉS AZ ELLENÜK VALÓ VÉDEKEZÉS BAYER-HATÓANYAGOKKAL

Kudranyik István és Farády László

Bayer Hungaria Kft. 1123 Budapest Alkotás u. 50.

istvan.kudranyik@bayercropscience.com, laszlo.farady@bayercropscience.com

A gabonafélék rozsdabetegségeinek jellemzése védekezési szempontból

A gabonaféléket károsító rozsdafajok gazdasági jelentősége eltérő. Nyilvánvaló, hogy a nagyobb területen termesztett kultúrák (főleg az őszi búza) gyakrabban fellépő rozsdabetegségeivel és a több főgazdász gabonarozsdafajokkal találkozunk a legtöbbit, és a védekezések zöme is ellenük irányul. A növényvédő szerek állománykezelést, mint a védekezés egyik meghatározó formáját, a kórokozók járványtani tulajdonságaihoz kell igazítani. A gabonarozsdák ilyen szempontból háromfélék lehetnek: igazoltan gazdacserések (pl. szár- v. feketerozsda), nem ismert köztesgazdájú gazdacserések (pl. sárgarozsda), és „fakultatív” gazdacserések (pl. vörös- v. levélrozsda). Az utóbbi kórokozócsoport jelentősége a legnagyobb, hiszen inokuluma a művelt területen is fennmaradhat, és járványos fellépésére is korábban kell számítani.

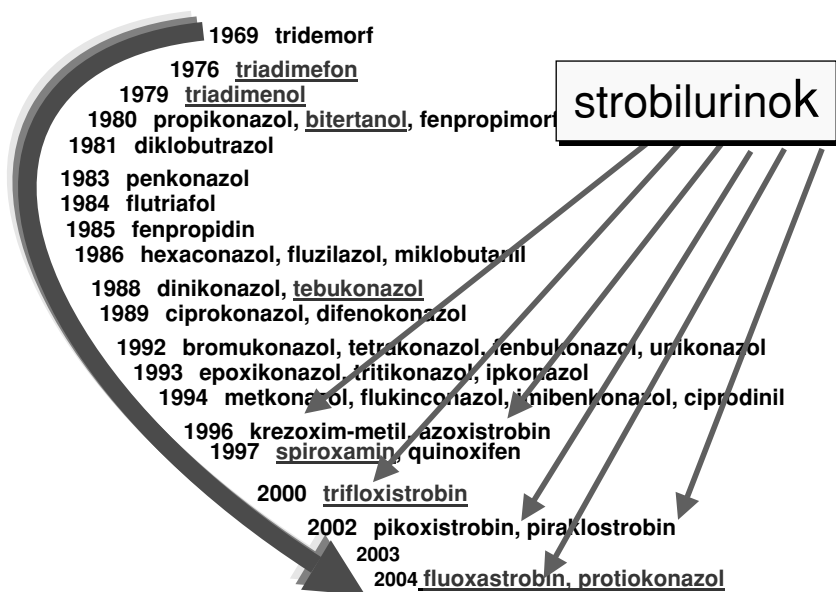
A hatékony védekezési eljárásokat általában a leginkább domináns betegség (ez esetben a vörös- v. levélrozsda) ellen dolgozzák ki. A vizsgált hatóanyagok és készítmények viszont – széles spektrumuknak köszönhetően – a kisebb jelentőségű rozsdajárvány-helyzeteket is leküzdik, sőt az egyéb kórokozók (pl. lisztharman és nem biotrófok) elleni hatékony védelmet is nyújtják.

A növényvédelmi gyakorlatban elengedhetetlen integrált szemléletre jó példa a rozsdák elleni védekezés. A fertőzési láncot a rozsdagombák fejlődésmenetének különféle pontjain lehet megszakítani, vagy legalábbis az inokulum mennyiségét gazdasági értelemben érzékelhetően csökkenteni. A helyes agrotechnika, a beteg-

ség járványos fellépésével szemben ellenálló fajta termesztése és a felszívódó csávázószerezellel végzett csávázás mind a járványos fellépés késleltetését és gyengítését célozhatják. A gyakorlat számára az uredopusztulák megjelenése jelzi a kártétel fellépését, amelynek járványszerű kiteljesedése gombaölő szerek állománykezeléssel féken tartható, jól időzített, megelőző védekezéssel pedig szinte teljesen kiküszöbölhető.

Nagy hatású hatóanyagok fejlesztése

A specifikus hatáshelyű fungicid hatóanyagok fejlesztése a múlt század 70-es éveitől kezdődött a növényvédelmi iparban. A fejlesztésekben élen járó Bayer nemzetközi csapata önállóan vagy más gyártókkal együttműködésben számos ilyen nagy hatású, felszívódó szert adott a szakmának, ezeket az *1. ábra* aláhúzással jelöli. A tömlős és bazídiomos gombák ellen egyaránt hatékony hatáshelynek bizonyult az ergoszterol bioszintézisének gátlása. Több eltérő molekulaszervezetű csoport hatásmechanizmusa ez, melyeknek közös vonása, hogy egyazon lépésnél – egy demetilálásnál – szereplő enzimet gátolnak (C-14 demetiláz). A demetilázgátló (DMI) molekulák közül a triazolcsoport tett szert a legnagyobb jelentőségre. A szterolbioszintézis-gátlás eredményeként a gomba sejthártyája, illetve sejtfala nem fejlődik megfelelően. A leggyakrabban ez az uredospóra csírázásgátlásában, illetve a csíratömlő dezorientáltságában jelenik meg, azaz lényegében az újabb fertőzés megakadályozásában nyilvánul meg. A tebukonazol a hatóanyagcsoporton belül eddig egyedülálló módon, egy izomeráz enzimet megfékezve még egy ponton gátolja a szterol-



1. ábra. Rozsdabetegségek ellen hatékony, nagy hatású hatóanyagok megjelenése (1969–2004)

bioszintézist. Ez mind hatásspektrum és hatásbiztonság, mind a kórokozó rezisztenciája elleni küzdelem szempontjából előnyös. A tebukonazol kiváló, biztos hatást garantáló gombaölő hatóanyag.

A múlt század végétől fejlődésnek indult lélegzésgátlók közül a strobilurinok a külső oldali légzést gátló molekulacsoport. Mivel hatáshe-lyük specifikus, nagy a rezisztencia kialakulásá-nak kockázata. Ezért önmagukban való haszná-latuk nem javasolt. Mindig eltérő hatásmecha-nizmusú, kontakt vagy felszívódó kombinációk partnerrel kell alkalmazni őket. A Bayer CropScience trifloxistrobin hatóanyagával a már több kombinációban is jól bevált tebukonazol ideális gabona-gombaölő szert alkot. Ez az új fejlesztésű kombináció triazol-túlsúlyos, dózisért is a legnehezebben kezelhető gabonabetegsé-gekre fejlesztették ki. Az ajánlott dózis haté-konysága a legkülönbözőbb gabonarozsda-beteg-ségekre is kiváló – ha okszerűen, megelőző jelleggel alkalmazzuk őket. A készítmény haté-konyságának további növelésére az adjuválás le-hetőségeinek vizsgálata folyamatban van.

Az eltérő hatásmechanizmusok kombinálásának legújabb gyakorlati eredményei

A fenti kombinációt (Nativo 300 SC) per-metezési programokban is teszteltük. A legjobb eredményt a kétszeres (kalász és lomb) védeke-zések adták, ahol a strobilurinos kombinációt az első kezeléskor juttattuk ki. Fontos, hogy a strobilurinmentes tebukonazol-kombinációk a kalász megvédésére alkalmasabbak, de a tebu-konazol széles spektruma és nagy hatásbizton-sága a lomb további védelmét is biztonsággal erősíti.

A kétszeri kezelési programokban az első védekezést úgy kell időzíteni, hogy a lényeges (azaz mind rozsda, mind a levélszáradást okozó) kórokozók ellen minél inkább megelőző legyen a védelem. Ilyenkor – gyakorlati tapasztalatok szerint – a hatékonyan megalapozott védelem miatt a célzott kalászvédelem pillanatában is még jó vagy kiváló levélbetegségek elleni haté-konyság érhető el.

ÉRDEKES ROZSDAGOMBÁK GYÓGY-, DÍSZ- ÉS GYOM-NÖVÉNYEKRŐL

Nagy Géza¹, Nagy Csaba² és Folk Győző¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Növénykórtani Tanszék
1118 Budapest, Ménesi út 44.

²Farmer 2001 Kft., 1188 Budapest, Szálfa u. 67/C

Az előadásunk alapján írt rövid közleményben a teljesség igénye nélkül néhány jellegzetes rozsdafajt mutatunk be. Ezek többségének vizsgálatára az elmúlt években a Budapesti Corvinus Egyetem Növénykórtani Tanszékén került sor.

Hazánkban a gyógy- és fűszernövényeken előforduló betegségek nem ismertek, vagy rég feledésbe merültek. Budapest-Soroksáron és Herencsényben 2000-ben Czifrikkel (2001) végzett felvételezéseink során 10 gazdanövényen 8 rozsdafaj fellépését figyeltük meg (1. táblázat).

A fodros lóromon előforduló rozsdák közül az *Uromyces rumicis* fajnak a lórom a főgazdája. A kórokozó uredotelepei a levél színén és fonákán egyaránt megfigyelhetők. A teleuto-

telepek a betakarításig nem fordultak elő. A *Puccinia phragmitis* okozta tünetek a levélen jelentkeztek. A nagyméretű, vörösesbarna foltokban a levél fonákán fehér, csoportokba rendeződött csésze típusú ecídiumok jelentek meg. A növényállományban egyik rozsdafaj sem okozott jelentős kárt.

Az orvosi angyalgöyökert fertőző *Puccinia angelicae* egy hiányos fejlődésmenetű autoecikus rozsdagomba. Ecídiumos alakja nem fejlődik ki. A levélkék színén megjelenő apró szögletes klorotikus foltokkal átellenben a fonákon a kórokozó kávébarna uredopuszta, valamint kissé sötétebb teleutopuszta jól megfigyelhetők. A tüneteket a felületes szemléllő könnyen összetévesztheti a *Passalora depressa*

1. táblázat

Gyógy- és fűszernövényeken előforduló rozsdagombák

Gazdanövény	Kórokozó	Lelőhely
Fodros lórom (<i>Rumex crispus</i> L.)	<i>Uromyces rumicis</i> (Schumach.) G. Winter <i>Puccinia phragmitis</i> (Schumach.) Körn.	Budapest–Soroksár
Orvosi angyalgöyökér (<i>Angelica archangelica</i> L.)	<i>Puccinia angelicae</i> (Schumach.) Fuckel	Herencsény
Mórmályva (<i>Malva sylvestris</i> L. ssp. <i>mauritiana</i> L./ Thell.) Festő mályva (<i>Althaea rosea</i> L./ Cav. var. <i>nigra</i> Hort.) Orvosi zilíz (<i>A. officinalis</i> L.)	<i>Puccinia malvacearum</i> Bertero ex Mont.	Budapest–Soroksár Herencsény
Borsosmenta (<i>Mentha × piperita</i> L.) Fodormenta (<i>Mentha spicata</i> L. var. <i>crispata</i> Benth./ Mansf.)	<i>Puccinia menthae</i> Pers.	Budapest–Soroksár Herencsény
Fekete üröm (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	<i>Puccinia chrysanthemi</i> Roze	Herencsény
Tárkony (<i>Artemisia dracunculus</i> L.)	<i>Puccinia dracunculina</i> Fahrenh.	Budapest–Soroksár
Boldogaszony tenyere (<i>Tanacetum balsamita</i> L.)	<i>Puccinia balsamitae</i> (F. Strauss) Rabenh.	Budapest–Soroksár

(Berk. & Broome) Sacc. okozta tünetekkel. A konídiumos gomba epidermiszből kiemelkedő, fekete, csoportokban álló sztrómái a rozsdá teleutopusztlúira emlékeztetnek. A *Puccinia angelicae* a vegetációs időszak végére a növényállományban jelentős kárt okozott (1. ábra).

A mályvaféléken előforduló *Puccinia malvacearum* hiányos fejlődésmentű, autoecikus rozsdá. Fejlődési alakjai közül csak a teleuto és bazídiumos alak található meg. A teleutospóra kialakulását követően képes azonnal bazídiumot fejleszteni. A tünetek minden növényrészen kialakulhatnak. Az okozott kártétel festómályván és orvosi zilizen jelentős. A festómályva-állomány nagyobb mértékben károsodott (1. ábra).

A mentarozsdá kórokozója a mentafajokon kívül számos egyéb gyógy- és fűszernövényen előfordul. Teljes fejlődésmentű, autoecikus gomba. A tipikus rozsdatünetek a leveleken figyelhetők meg. A *Puccinia menthae* kártétele mindkét vizsgált mentafajon számottevő. A fodormenta-állományban minden növény súlyosan megbetegedett. A rozsdára ellenállónak tartott Mexien borsosmentafajta is jelentős mértékben károsodott (1. ábra).

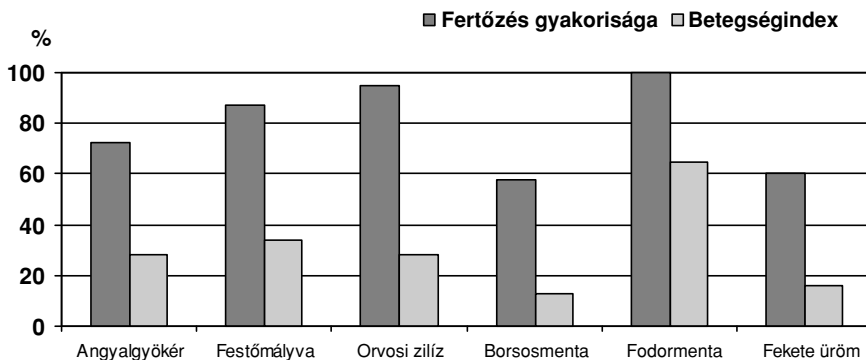
A rozsdá okozta tünetek a fekete üröm levelein és szárán jelentkeztek. A kórokozónak csak teleutotelepeit találtuk meg. A teleutospórák alapján a kórokozó pontosan nem azonosítható. A kárpát-medencei előfordulás alapján azonban a *Puccinia chrysanthemi* előfordulására következtítettünk. A kórokozó a feketeüröm-növényeken jelentős kárt okozott (1. ábra).

A hiányos fejlődésmentű, autoecikus *Puccinia dracunculina* előfordulását tárkonyon elszórtan, nyomokban észleltük.

A boldogasszony tenyerét fertőző *Puccinia balsamitae* okozta tünetek évelő növényállományban már a vegetációs időszak elején kialakulnak. A kórokozó uredo- és teleutopusztlúai a levelek színén és fonákán szembetűnőek. A növények súlyosan károsodtak.

A dísnövényeken előforduló rozsdák közül többek között a muskátlirozsdá és a krizantémfehérrozsdá hazai előfordulásának leírása kötődik a Növénykórtani Tanszék munkatársainak nevéhez.

A muskátlirozsdá kórokozója, a *Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge Dél-Afrikából származik (Doidge 1926). A betegség a '90-es évek második felére veszedelmessé vált Európában. A kórokozó magyarországi fellépését Folk (1966) üvegházi anyanövényeken és dugványokon észlelte 1965-ben. A növények 80–90 százaléka megbetegedett, súlyos levélszáradás, esetleg tőpusztulás kíséretében. A fertőzés csak a *Pelargonium zonale* hibrideken jelentkezett. A *P. peltatum* és *P. grandiflorum* ellenállónak bizonyult. A tünetek kezdetben a levél mindkét oldalára kiterjedő klorotikus foltok formájában jelennek meg. Ezt követően a foltokban középről kiinduló rozsdatelepek alakulnak ki. Koncentrikus körökben számos szétporzó telep képződhet. A legkülső telepgyűrű körül később teleutopusztlúk jelennek meg. A levélnyélen csak uredotelepek figyelhetők meg (Folk 1966).



1. ábra. Rozsdagombák kártétele gyógy- és fűszernövényeken

A kórokozó monpoecikus faj, köztesgazdáját nem ismerjük, valószínűleg Dél-Afrikában maradt. A kórokozó fennmaradásában az uredoalaknak van elsődlegesen szerepe. Az uredospórák a növényekre légmozgással, felfröccsenő esővízzel vagy művelőeszközökkel kerülnek. Hosszabb távon a betegség fertőzött dugványokkal terjed (Folk 1966).

A muskátlirozsa előfordulásának gyakorisága az utóbbi években jelentős mértékben csökkent. A betegség visszaszorulása a köztesgazda hiányán és az eredményes kémiai védekezéseken túlmenően elsősorban arra vezethető vissza, hogy a hagyományos, „álló” muskátlik népszerűsége számottevően csökkent.

A Japánból származó *Puccinia horiana* Henn. fellépését Magyarországon krizantémumon 1989-ben észlelték egy budapesti kertészetben (Folk és Tusnádi, 1990). A termesztett fajták közül súlyosan károsodott a Fred Shoeshmith, a Palisade, a Yellow Palisade és a Snowdown. A fertőzés veszélyét jelzi, hogy a kórokozót 1988-ban felvették a kórokozók magyarországi karantén listájára. A betegség súlyos fellépésére csupán egy évet kellett várni.

A tünetek a levélen, murvalevélen, fészkepikkelyen és a hajtáson is megjelenhetnek. A levél színén apró sárga foltok alakulnak ki, amelyeknek közepe besüpped. A foltokkal átellenben a levéllemezből cipőszerűen kiemelkedő fehér színű teleutopusztlák fejlődnek. Súlyos fertőzéskor egyetlen levélen akár 50–270 folt is kialakulhat. A kórokozó számára kedvező körülmények között a rozsdatelepek körkörös gyűrűkben jelennek meg. A kezdetben fehér teleutopusztlák előregedve megbarnulnak. A fertőzés előrehaladtával a levelek lankadnak, száradnak, de nem hullanak le (Folk és Tusnádi 1990; Tóth és mtsai 2000).

A kórokozó a krizantémumon fordul elő, hiányos fejlődésű rozsdagomba. Csak a teleuto és bazídiumos alakja fejlődik ki. A nagy tömegben képződő teleutospórák hamar csíráznak, csírázóképességüket azonban rövid ideig tartják meg. A természetberendezésben uralkodó mérsékelt meleg, nagy relatív páratartalommal járványveszélyt jelent. A kórokozó a hagyományos, nagyvirágú *Dendranthema grandiflorum*

(Ramat.) Kitamura fajtákat betegíti meg. Az újabb elterjedt kisvirágú fajták ellenállóak (Folk és Tusnádi, 1990; Tóth és mtsai, 2000).

A kórokozó okozta kártétel jelentőségére mutat a következő eset: egy debreceni krizantémumtermesztő 2007-ben rozsdára fogékony fajta termesztésével foglalkozott. Hagyományosan a nyári időszakban a termesztést szabadföldön, fólia nélkül végezte. Az őszi lehűlések előtt a növényállományra fóliát húzott. Ekkor már rendszereztek voltak a hajnali páralecsapódások. A fehérrozsa számára ideális körülmények fennállása következtében a betegség robbanásszerűen jelent meg és terjedt az állományban. A termesztő a kémiai védekezéseket megkésve kezdte el, és a növényvédőszer-választás sem bizonyult szakszerűnek (felszívó szerrel végzett a szerrotációt nélkülöző egyhangú, sematikus készítményhasználat). A vázolt körülmények a teljes növényállomány igen súlyos megbetegedéséhez vezettek. A levelek fonákát a fehérrozsdatelepek egyneműen borították (2. ábra). A látogató a természetberendezésbe lépve, határozott „gombaszagot” érezhetett.

A rozsdagombák közül a vad százsorszerűet a *Puccinia distincta* McAlpine, a *Puccinia lagenophorae* Cooke, és a *Puccinia obscura* Schroeter faj károsítja. A *Puccinia distincta* gombát McAlpine (1896 idézi Saccardo, 1899) írta le Ausztráliából. Magyarországon előfordulását Folk (2000) említi először. A gomba hiányos fejlődésű, csak spermogóniumos, ecídiumos és teleuto alakja ismert. Gazdanövényei a vadon élő és termesztett Bellis-fajok (McAlpine 1896 idézi Saccardo 1899, Folk 2000).

A betegséget 2005-ben és 2006-ban Budapesten, egy idős gyepterületen figyeltük meg. A tünetek 2005-ben átlagosan a növények 50 százalékán, 2006-ban a növények 22,7 százalékán jelentek meg. A betegség mindkét évben súlyosnak vagy igen súlyosnak bizonyult. Az átlagos betegségindex értéke 67,8 és 80,1 között változott.

A tünetek a vad százsorszerű levelén, ritkán a virágszárán figyelhetők meg. A levél gyakran deformálódik, hullámosodik, a fonák felé kanalasodik. A levél mindkét oldalán narancssárga ecídiumok jelennek meg csoportosan, gyakran

koncentrikus gyűrűkben elhelyezkedve (3. ábra). A levél az ecídiumcsoport helyén kivilágosodik, sokszor felpúposodik. A károsított levél-szövet az ecídiumgyűrű közepén egyes esetekben barnán elhal. A fekete teleutotelepek ritkán, általában az ecídiumok által határolt folt szegélyén jelennek meg. A teleutospórák csomókban a levélen maradnak, nem porzódnak szét.

A kórokozó esetében spermogóniumokat nem figyeltünk meg. Az ecídium csésze típusú, világossárga színű, benne élénk narancssárga ecidiospórák tömege látható. A teleutotelepekben kétsejtű teleutospórák és ritkán egysejtű mezospórák képződnek. A kórokozót a fejlődésment, a tünetek, valamint az ecídiumok, ecidiospórák, a teleutotelepek és teleutospórák morfológiai bélyegei alapján a *Puccinia distincta* McAlpine fajnak határoztuk meg.

A rozsda a vadszászorszép-állományban egész évben előfordul. A fertőzési forrás mindig az áttelelő zöld növény. A fertőzésben az ecidiospóráknak van nagyobb jelentőségük, a ritkábban fejlődő teleutospóráknak a gomba fennmaradásában van szerepük. A rozsda április–május hónapban robbanásszerűen jelenik meg, nyáron visszazorul, szinte eltűnik, majd augusztus végétől ismét erőteljesen szaporodik. Az ecídiumok tavaszal bőségesen képződnek. Ősszel kisebb számban jelennek meg, ekkor azonban az ecídiumok mellett már teleutotelepek is kialakulhatnak.

A mezei acatot károsító *Puccinia* fajok közül a vizsgált növényeken a *Puccinia punctiformis* (F. Strauss) Röhl fellépését észleltük. A kórokozó autoecikus rozsdagomba, mezei acaton gyakran fordul elő (Saccardo 1888, Savulescu 1953).

A betegséget 2006-ban egy Budapest-soroksári és egy kesznyéti (BAZ megye) területen találtuk meg. A Budapest-Soroksáron megfigyelt 6 százalékos fertőzési gyakoriság ellenére a betegség mértéke igen súlyosnak (betegségindex 100) bizonyult. A kesznyéti területen a tünetek a növényeken május végétől október elejéig jelentkeztek, a betegség mértéke átlagosan igen súlyos (betegségindex 95,1) volt. A tünetek előfordulásának gyakorisága azonban a vegetációs időszakban ingadozott.

A kórokozó a növény valamennyi zöld részét károsítja. A mezei acaton kétféle fertőzést figyeltünk meg. A sarjadó egyedek egy része szisztémikusan fertőzött volt. A teljes növényen klorózis jelentkezett, a levelek elvékonyodtak, kanalasodtak. A nem szisztémikusan fertőzött egyedek levelei enyhén csavarodtak, színük márványozottan sárgult. A betegség további lefolyása mindkét esetben azonos. A beteg növényrészeken élénksárga spermogóniumok jelennek meg, amelyek a levél fonákát teljesen beborítják. A levél színén a főér mellett, a száron, és a virágzat fészkepikkelyein elszórtan, ritkábban fordulnak elő. A spermogóniumok között kezdetben pontszerű, vörösesbarna uredotelepek alakulnak ki, amelyeknek átmérője később 1–3 mm nagyságúra növekszik. Az epidermisz felszakadtával bennük vörösesbarna, szétporzó uredospóra-tömeg lesz látható. Az uredotelepek kialakulása után a levelek a legtöbb esetben erősen csavarodnak, deformálódnak, és a teljes növény barnán elhal. A sötétbarna teleutotelepek az uredotelepek között, nyomokban, rendszerint a már majdnem teljesen elhalt növényen alakulnak ki. A beteg növények nagyon ritkán virágoznak, termést soha nem érlelnek (4. ábra).

A kórokozó spermogóniuma köcsög alakú, élénksárga színű, a növény szövetébe ágyazott. Az uredotelep a spermogóniumok között jön létre, a bennük képződő uredospórák, gömbölydedek, sárgásbarna színűek, faluk vékony, felületük sima, ritkán tüskézett. A teleutotelepekben képződő teleutospórák kétsejtűek, sötétbarna színűek, vékony falúak, sima felületűek, a legtöbb esetben tojás alakúak. A kórokozót a fejlődésment, a tünetek, valamint a spermogóniumok, az uredotelepek, uredospórák, a teleutotelepek és teleutospórák morfológiai bélyegei alapján a *Puccinia punctiformis* (F. Strauss) Röhl. fajnak határoztuk meg.

A rozsda a mezei acaton egész évben megfigyelhető. Tavasszal erősen fertőzött egyedek jelennek meg, amelyeket kezdetben spermogóniumok borítanak, majd rajtuk bőségesen jelennek meg uredotelepek. Teleutotelepek ekkor nem képződnek. Júliusban és augusztusban a betegség visszazorul. Szeptember közepétől a fertő-

zés újra erősödik. Ebben az időszakban az erőteljes spermogónium- és uredotelep-képzés mellett már teleutotelepek is kialakulnak. Az ősszel képződött teleutospórakon tavasszal kifejlődő bazidiospórák szisztemikusan fertőzik a mezei acat gyökereit. A vegetációs időszakban képződő uredospórák lokális fertőzést okoznak.

IRODALOM

- Czifrik E.** (2001): A gyógynövényeken előforduló liszthar-
mat- és rozsdagombák. Diplomamunka. Szent
István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest
- Doide, E. M.** (1926): A preliminary study of the South
African rust funi. *Bothalia*, 2: 98–99.
- Folk Gy.** (1966): Új betegség: a muskátlirozsa. *Kertészet
és Szőlészet*, 15 (5) : 6.
- Folk Gy.** (2000): A százsorszép új betegsége (kórokozó:
Puccinia distincta McALP) Magyarországon.
Lippai János–Vas Károly Tud. Ülészak Előadásai,
SZIE KTK, Budapest, 380–381.
- Folk Gy. és Tusnádi Cs. K.** (1990): A krizantém-fehé-
rozsa. *Kertészet és Szőlészet*, 39 (1): 14–15.
- Saccardo, P. A.** (1888): *Sylloge Fungorum*. 7: 234–633.
Edwards Brothers Inc., Michigan
- Saccardo, P. A.** (1899): *Sylloge Fungorum*. 14: 311–312.
Edwards Brothers Inc., Michigan
- Savulescu, T.** (1953): *Monografia Uredinalelor din
Republica Populara Romana*. 1–2. Editura
Academiei Republicii Populare Romane, Bucuresti
- Tóth E. K., Folk Gy. és Ördögh G.** (2000): A krizantém
védelme. *Növényvédelem*, 36 (9) : 477–495.

A NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK FORGALOMBA HOZATALÁVAL FOGLALKOZÓ EU RENDELETRŐL

Gráf József

Magyarország, Nagy-Britannia és Írország tartózkodott a szavazáson

Megállapodtak az Európai Unió tagországai-
nak mezőgazdasági miniszterei a növényvédő sze-
rek forgalomba hozatalával foglalkozó EU-rende-
letről – jelentette be az unió szlovén elnöksége az
ülési helyszínén, június 23-án Luxembourgban.

Gráf József földművelésügyi és vidékfejlesz-
tési miniszter a találkozót követően nyilatkozva
megerősítette: Magyarország, Nagy-Britannia és
Írország tartózkodott a szavazáson. Ezek a tagál-
lamok már a rendelet vitájában korábban is je-
lezték egyet nem értésüket a rendelkezés számos
pontjával. Most mindhárman csatoltak egy nyi-
latkozatot a szövegtervezethez, amelyben felsor-
olták saját külön érveiket.

Még nem végleges döntésről van szó, mert
az uniós miniszteri tanács az Európai Parla-
menttel közösen alkotja a rendeletet, amely most ke-

rül az EP elé, majd onnan vissza a miniszterek-
hez – emelte ki Gráf József. A rendelet szigorítja,
egyszerűsíti és az egyes termékekre is kiterjesz-
ti a hatóanyagok engedélyezési rendszerét, ezért
egy új zónarendszert is bevezet.

Ez utóbbi három részre osztaná az EU-t, eb-
ből a középsőbe tartozna az Egyesült Királyság-
tól Romániáig 13 ország. Magyarország ezt to-
vábbra sem fogadja el, azt szeretné, ha legalább
négy övezet jönne létre, hogy a különbségek ne
legyenek ennyire nagyok az egy zónába tartozó
tagállamok között, szögezte le Gráf József.

Elmondta: úgy tűnik, hogy az Európai Parla-
mentben többségi álláspont alakítható ki a zónák
számának bővítése mellett.

Javított magyar szemmel a korábbi javasla-
ton az is, hogy kibővült az a lista, amelyen az en-
gedélyezett növényvédő szerek szerepelnek.
Magyarországnak mindazonáltal még további ja-
vaslatok vannak e kérdésben.

Szó volt a találkozón az uniós agrárreformok
felülvizsgálatáról is, amelyben az Európai Bi-
zottság reményei szerint még ebben a félévben
megállapodásra juthatnak a tagállamok.

A BORÓKA ÉS AZ ALMA KARANTÉN ROZSDAGOMBÁJA (*GYMNOSPORANGIUM JUNIPERI-VIRGINIANAE* SCWEIN.)

Véghelyi Klára

1221 Budapest, Ady E. u. 129. E-mail: veghelyi@t-online.hu

A meggy két veszélyes kórokozójával (*Blumeriella jaapii*, *Monilinia fructicola*) szembeni rezisztencianemesítés témakörében, 1992 és 1993 évben, vendégkutatóként, az USA Michigan Állami Egyetemén (MSU) dolgoztam. Szabadidőmben, Alan L. Jones professzor szívélyes segítségével, a gyümölcsültetvényekben őt elkísérve, bekapcsolódva a laboratóriumi vizsgálatokba, és közleményeit tanulmányozva, lehetőségem volt más, munkámhoz szorosan nem tartozó, Európában még nem ismert kórokozókkal is megismerkednem. Az MSU arborétumában, természetvédelmi területén és nem permetezett házikertekben figyelemmel kísértem a boróka és az alma rozsdagombájának fejlődését, tüneteit és spóraalakjait. A megjelenő tüneteket lefényképeztem, a begyűjtött spóraalakokat laboratóriumban tanulmányoztam. Jones professzornak mondok köszönetet a boróka-almarozsda (*cedar-apple rust*) tanulmányozásában nyújtott segítségéért. Hazatérve törekedtem arra, hogy a hazánkban még nem kimutatott karantén kórokozókat minél szélesebb szakmai körben megismertessem. Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk, a nyugati határellenőrzés megszűnése óta a karantén kórokozók népszerűsítő formában való megismertetése még fontosabb (Véghelyi 2007 a, b).

Európai *Gymnosporangium* fajok

A gyümölcsfák hazánkban előforduló rozsdagombáit, kutatásuk múltját és az akkori ismereteket a Növényvédelem című folyóirat 15 évvel ezelőtt ismertette (Véghelyi 1993). Akkor a jövő feladataként volt megfogalmazva, hogy meg kell akadályozni az Európában még nem észlelt rozsdagombák behurcolását hazánkba. Magyarországon gyakori a körterozsda *Gymnosporangium fuscum* R. Hedw. in DC. (rég neve *G. sabinae*), nem ritka a birsrozsda (*Gymnosporangium clavariiforme* (Wulf. in Jacq. ex Pers.) DC. Nagyobb növényvédelmi gondot azonban egyik sem okoz, ha betartjuk a szabályt, hogy 100 – 200 méteres körzetben nem ültetünk borókát (*Juniperus*). Az európai *Gymnosporangium*-fajok heteroecikus, gazdacserés rozsdagombák. Fő gazdanövényei a *Juniperus* fajok, mert fő spóraalakjai, a teleutospóra- (III.) és a bazidióspóra- (IV.) fertőzés hatására megvastagodott boróka törzsén és ágain fejlődnek. A bazidióspórák fertőzik a körte vagy a birs leveleit, fejlődő gyümölcsseit, és a fertőzés

helyén spermogonium (0) majd ecidiospóra (I.) fejlődik. Az uredospóra alak (II.) hiányzik, az ecidiospóra fertőzi a boróka fás részeit.

Európán kívüli *Gymnosporangium* fajok

Az Európán kívüli *Gymnosporangium* fajok hazánkban korábban az A/I. zárlati károsítók közé voltak besorolva. Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk, 2004 óta már az EU jogi szabályozását kell alkalmaznunk. A nem európai *Gymnosporangium* fajok az I/A1 listán szerepelnek. E kórokozók behurcolása és/vagy elterjesztése valamennyi EU tagországban tilos (Kiss 1998, Véghelyi és Kiss 1999).

Európán kívül, szerte a világban több mint 20 almarozsdát okozó *Gymnosporangium* fajt ismernek. Az Észak-Amerikában és Ázsiában előforduló, az almatermesztésben súlyos károkat okozó fajok Európában – így hazánkban is – zárlati károsítónak minősülnek. Ezek a fajok rendkívül veszélyesek, mert az Egyesült Államok legnagyobb almatermesztő körzeteiben er-

dőseget alkotnak a boróka, a ciprus és a gyantáscédrus fajok.

Az Egyesült Államokban a boróka-almarozda elnevezése angolul: Cedar Apple Rust. Az angol nyelvű szakirodalomban a „Red cedar” nevet a nyitvatermő, virginiai vörös cédrus (*Juniperus virginiana*) tehát egy boróka-fajra használják. Ezért fontos mindig a tudományos latin nevet alkalmazni a *Gymnosporangium*-fajok fő gazdanövényeinek megnevezésekor. A rozsdagombáknak ezek a nyitvatermő, ciprus- (*Cupressaceae*) félékhez tartozó erdei és díszfák a fő gazdanövényeik. Ha nem védekeznek, az almaültetvényekben nagy veszteséggel kell számolni. A védekezést akadályozza, hogy az erdőszéleken, gyakran előforduló, nem permetezett vad- és a parkokba ültetett díszalmafákon, valamint vegyszer nélkül művelt biokertekben fennmarad a kórokozó, és folyamatos fertőzési veszélyt jelent a nyitvatermő erdei fákra és az almaültetvényekre. A *Gymnosporangium* fajok obligát paraziták, tenyésztestük és valamennyi spóraalakjuk csak élő gazdanövényen fejlődik ki. Ezért különösen veszélyes a *Gymnosporangium juniperi-virginianae*, mert ez az egyedüli rozsdagombafaj, amelyik mesterségesen is tenyészthető, tehát fennmaradásához nem szükséges mindkét gazdanövény egyidejű jelenléte.

A *Gymnosporangium* fajok rendszertani besorolása

A *Gymnosporangium* fajok a gombarendszerben a *Basidiomycota* törzsbe, az *Uredinales* rendbe, Pucciniaceae családba és a *Gymnosporangium* genusba tartoznak (Farr és mtsai 1995).

Heterociklus, gazdacserés rozsdagombák, fejlődésük jelképe: 0, I./ III. IV, vagyis spermogonium (0), ecídium (I.) / teleutospóra (III.), bazidiospóra (IV.) Hiányos fejlődésű rozsdagombák, mert fejlődésükből az uredo-alak (II.) hiányzik.

A *Gymnosporangium* fajok gazdanövényei

Az 1. és a 2. táblázatban foglaltuk össze a *Gymnosporangium* fajok gazdanövényeit.

A *Gymnosporangium* fajok fő vagy elsődleges gazdanövényei *Cupressaceae* (ciprusfélék) családjába tartozó nyitvatermő növények: *Calocedrus* (gyantáscédrus), *Chamaecyparis* (oregonciprus), *Cupressus* (ciprus), *Juniperus* (boróka) fajok. Fő spóraalakjai, a teleutospóra és teleutospóra (III.), a bazídium és bazidiospóra (IV.), amelyek a felsorolt növénynemzetségek fajain fejlődnek.

A *Gymnosporangium* fajok köztes, vagy másodlagos gazdanövényei a *Rosaceae* családba tartozó zárvatermő növények: *Amelanchier* (fanyarka), *Aronia* (törpeberkenye), *Chaenomeles* (díszbirs), *Crataegus* (galagonya), *Cydonia* (birs), *Malus* (alma), *Mespilus* (naspolya), *Pyrus* (körte), *Sorbus* (berkenye) fajok. Melléspóra alakjai, a spermogonium (0) majd az ecídium (I.), amelyek a felsorolt növénynemzetségek fajain fejlődnek.

Az almafajták rozsdafogékonysága és ellenállósága

Termesztett almafajtáink közül a rozsdafertőzésre nagyon fogékony a Fuji, Gála, Golden Delicious, Jonathan, Prima, Summerred, fogékony a Gloster, Idared, Jonagold, Julyred, Mutsu és a Stayman. Ellenálló fajta az Early McIntosh, Granny Smith és nagyon ellenálló a Gravenstein, Jersey mac, McIntosh és a Mollies Delicious (Aldwinckle 1974).

A *Gymnosporangium juniperi-virginianae* Scwein. életmódja

A kórokozó, a fő gazdanövényén, a ciprusfélék fás szöveteiben micéliummal telel át. A fertőzést követő második évben, az ágak fertőzés okozta megvastagodásain, a tavaszi esők hatására narancssárga, zselés anyagból álló, szabálytalan, hosszúkás vagy gömbölyded alakzatot képező, ágas-bogas kinövések, nyúlványok, csapok formájában, teleutotelepek képződnek. Ez a folyamat az időjárástól – az esős időszakok ismétlődésétől – függően, nyolcszor–tízszer is megismétlődhet. A teleutocsap buzogány alakú, kétsejtű teleutospórák tömegét tartalmazza. A teleutospórák nem fertőznek, hanem nedves-

1. táblázat

Gyakoribb *Gymnosporangium* fajok, gazdanövényeik és földrajzi előfordulásuk*

<i>Gymnosporangium</i> fajok	Gazdanövény		Előfordulási hely
	Fő gazda	Köztes gazda	
<i>G. asiaticum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Pyrus</i>	Ázsia, Észak Amerika
<i>G. clavipes</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier, Aronia, Chaenomeles, Pyrus, Crataegus, Cydonia, Malus, Mespilus</i>	Észak Amerika
<i>G. fuscum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Cydonia, Pyrus</i>	Afrika, Ázsia, Európa, Észak Amerika
<i>G. globosum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier, Crataegus, Malus, Pyrus, Sorbus</i>	Észak Amerika
<i>G. juniperi-virginianae</i>	<i>Juniperus, Cedrus</i>	<i>Crataegus, Malus,</i>	Észak Amerika
<i>G. kernianum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier</i>	Észak Amerika
<i>G. libocedri</i>	<i>Calocedrus</i>	<i>Amelanchier, Chaenomeles, Crataegus, Cydonia, Malus, Pyrus, Sorbus</i>	Észak Amerika
<i>G. nelsonii</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier, Crataegus, Cydonia, Malus</i>	Észak Amerika
<i>G. yamadae</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Malus</i>	Ázsia

*Jones, A. L. and Aldwinckle, H. S. (1990): Compendium of Apple and Pear Diseases. APS Press
Farr, D. F. és mtsai (1989): Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press

2. táblázat

Ritkább *Gymnosporangium* fajok, gazdanövényeik és földrajzi előfordulásuk**

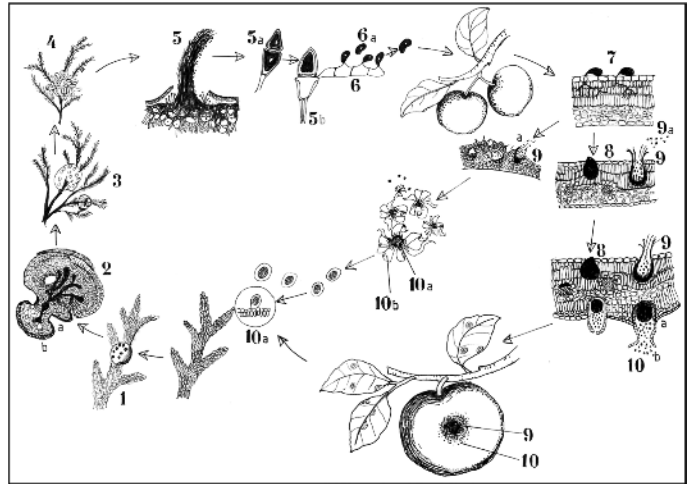
<i>Gymnosporangium</i> fajok	Gazdanövény		Előfordulási hely
	Fő gazda	Köztes gazda	
<i>G. clavaiiforme</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier, Aronia, Crataegus, Cydonia, Pyrus</i>	Észak-Amerika Európa
<i>G. confusum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Crataegus</i>	Észak-Amerika, Afrika, Ázsia, Európa
<i>G. cornutum</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Malus, Sorbus</i>	Észak-Amerika
<i>G. cunninghamianum</i>	<i>Cupressus</i>	<i>Amelanchier, Pyrus</i>	Észak-Amerika, Ázsia,
<i>G. nidus-avis</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Amelanchier, Cydonia, Malus</i>	Észak-Amerika
<i>G. nootkatense</i>	<i>Chamaecyparis</i>	<i>Amelanchier, Malus, Sorbus</i>	Észak-Amerika
<i>G. tremelloides</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Sorbus</i>	Észak-Amerika, Afrika, Ázsia, Európa

**Jones, A. L. és Aldwinckle, H. S. (1990): Compendium of Apple and Pear Diseases. APS Press
Farr, D. F. és mtsai (1989): Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press

ség és 11–25 °C hőmérséklet hatására egy nyúlványt, vagyis bazídiumot fejlesztenek. A bazídiumon ivaros folyamat eredményeképpen, négyesével, egysejtű bazidiosporák képződnek. A bazidiospóra a szél segítségével 1 km-nél nagyobb távolságra is eljuthat, és a másodlagos

gazdanövény, az alma valamennyi tavasszal fejlődő, esőtől nedves hajtásán, levelén, és terméskezdeményen csírázik. A bazidiospóra csírázásához és a fertőzés bekövetkezéséhez legalább 4 óráig tartó nedves zöld növényi felület, és 8–24 °C közötti hőmérséklet szükséges. A fer-

tőzésre a fiatal 4–8 napos levelek és a szíromhullás utáni fenológiai stádiumban lévő terméskezdemények a legérzékenyebbek. A fertőzés helyén, 2 hét elteltével narancssárga-vöröses foltok keletkeznek. A foltok megvastagodnak, és bennük spermogóniumok fejlődnek. A gömbölyded spermogóniumok a megvastagodott gombaszövetbe, a sztrómába ágyazódva képződnek, a felületen szabad szemmel, csak mákszemnyi pontokat, a szájnnyílásokat láthatjuk. A spermogóniumokban spermáciumok képződnek. Ezek a vegetatív úton fejlődő képletek valószínűleg nem fertőznek, szerepük nem ismert. A spermogóniumok megjelenése után két hónappal, a sztrómában ecídiumok képződnek. Az ecídiumban képződő ivartalan ecidiospórák a fő gazdanövény, a ciprusfélék hajtását fertőzik (Agrios 1988) (1. ábra).



1. ábra. Gymnosporangium fajok fejlődésmenete
Agrios, G. N. (1988) nyomán rajzolta: Véghelyi Piroska

1. Kezdeti tünet a főgazdanövényen (*Cédrus* fajokon), 2. A boróka megvastagodott ágának keresztmetszete, 3. Tünet a borókahajtáson, 4. Teleutocsap fejlődése a hajtáson, 5. Teleutocsap, kétszejtű teleutospórák, 6. A teleutospórából fejlődő bazídium és bazidiospórák, 7. Bazidiospóra csírázása az alma termésén és levelén, 8. Spermogoniumkezdemény, 9. Spermogonium, spermácia, 10. Rösztélia típusú ecídium, ecidiospórák

A rozsdabetegség tünetei

A fertőzés hatására, az almaleveleken halvány sárga foltok keletkeznek. Szíromhullás után ezek a foltok megnagyobbodnak, narancsszínűvé válnak, és felületükön narancsszínű cseppeket lehet megfigyelni. Később a levél színén, a foltokban spermogónium (más szaknyelv szerint piknídium) keletkezik. Ezekben a sztrómában besüllyedve fejlődő palack alakú képletekben spermáciumok (piknospórák) fejlődnek. A kétféle elnevezésnek talán éppen az az oka, hogy ezek a fejlődő spermáciumok sterilek, tehát nem fertőzőképesek. A spermogóniumok szájnnyílását mákszemnyi pontoknak látjuk. Nyár végén a levél fonáki oldalán is látható foltokon kis csövecskék fejlődnek. A csövek végei kinyílnak, visszahajlanak, kócosává válnak. A fertőzött levél később nekrotizálódik. A súlyos fertőzés korai levélhullást eredményez, és ez meggyengíti a fát.

A gyümölcs gyakrabban a csésze környékén fertőződik. A foltok hasonlóak a levélen látható foltokhoz. A foltok szélé azonban nem sötétebb narancssárga, hanem zöld színű. A léziók sekélyek, a termés húsa nem puhul, nem rothad. A gyümölcs foltjain a spermogóniumok kifejlődnek, de az ecídiumok csövecskéi ritkábbak. Nem permetezett fákon, a kórokozóra kedvező körülmények között azonban bőven fejlődnek a rösztélia típusú ecídiumok a gyümölcsön is. Nyár végén, arborétumban, díszalmatermesen figyeltem fel erre a tünetre.

A köztes gazdanövények, az almatermes gyümölcs-, dísz- és erdei fajok levelein, termésén nyáron figyelhetjük meg a tüneteket, a spermogónium (2. ábra), majd az ecídiumos alak (3. ábra) kifejlődését. A fő gazdanövény, a boróka, a cédrus és a ciprusfajok törzsének, ágának megvastagodása egész évben megfigyelhető. A torzult részeken narancssárga, száraz időben szarv alakú teleutocsapok, nedves időben kocsonyás teleutocsapok, az időjárástól függően tavasszal, nyár elején fejlődnek.

Védekezési lehetőségek

Védekezés a múltban

A XX. század elején az almarozsda az egyik legveszélyesebb, legnagyobb termésveszteséget okozó betegség volt az USA Nyugat-Virginia gyümölcsöseiben. Ennek oka az volt, hogy nagy virginiai vöröscédrus- (*Juniperus virginiana*) erdőségek voltak az almaültetvények közelében. Réz- és kéntartalmú növényvédő szerekkel, két almafajtán (York Imperial és Ben Davis), április és május hónap különböző időpontjaiban végzett kísérletben nagyobb jelentősége volt a permetezés időpontjának, mint az alkalmazott növényvédő szernek (Giddings and Neal 1912).

A karantén rendelkezések szigorú betartása

Az Európai Unió területére behozott *Cupressaceae* és *Rosaceae* fajok növényanyagának (a magok kivételével) fokozott ellenőrzése.

Javasolt védekezés a kórokozó behurcolásakor

Cupressaceae fajok közelébe ne ültessünk *Rosaceae* fajokat. Almaültetvény közelében ne ültessünk borókát. A faiskolákban is megfelelő távolságra kell elhelyezni a Rózsafélékhez tartozó fajokat, fajtákat a Ciprusfélékhez sorolt díszfáktól, cserjéktől. A fertőzött ültetési anyag telepítése megnehezíti a védekezést, és fertőzési gócot jelent a környezetének.

Házikertek, üdülőkertek részére nem vagy nagyon csekély mértékben fogékony borókafajtákat kell a díszfaiskolákban előállítani, és ellenálló telepítési anyagot javasolt vásárolni.

Mechanikai védekezés

A fő gazdanövény megvastagodott ágait vágjuk le és égessük el.

A köztes gazdanövényen található fertőzött leveleket és gyümölcsöket minél előbb szedjük le, és komposztáljuk vagy égessük el. Nem szabad megvárni a természetes lombohullást, mert a borókák fertőződése hamarabb megtörténik.

Előrejelzés alapján végzett permetezés

Az almát fertőző bazidiospóra tömege a fő gazdanövény, a borókafélék fától érkezik, ezért nagyon fontos megfigyelni a teleutocsapok fej-

lődését a megvastagodott ágrészekben. Érdemes arra is figyelni, hogy a hőmérséklet és a páratartalom mikor kedvező a teleutocsapok fejlődésére. Ezért a kórokozó fejlődésmenetének és a fő és köztes gazdanövény kihajtásmenetének (fenológiájának) figyelembevételével, előrejelzés alapján végzzük a permetezést. Ne csak a gyümölcsfákat permetezzük, hanem a gyümölcsös közelében lévő, fertőzött boróka-, ciprus- és cédrusfákat és -bokrokat is.

Nagyon fontos késő ősszel és kora tavasszal, a fák nyugalmi állapotában, fagymentes napon végzett lemosó permetezés réztartalmú készítménnyel. Kisebb mértékű rozsdafertőzéskor, ha az alma ventúriás varasodása ellen védekezünk, akkor a rozsdabetegség ellen külön nem kell permetezni. Ha *Gymnosporangium* faj veszélyezteti az almát, akkor a védekezést szíromhullás után meg kell kezdeni, majd folyamatosan július közepéig azt folytatni kell. A közelben lévő boróka fás részeit is minden alkalommal, az almával együtt permetezzük. Erős fertőzéskor a rozsdabetegségek ellen használjunk krezoximmetil- (Discus DF), krezoxim-metil+metiram- (Discus Top) vagy difenokonazol- (Score 250 EC) hatóanyagú készítményeket.

Összefoglalás

A boróka-almarozsda a legveszélyesebb rozsdagomba Észak Amerikában. A *Gymnosporangium juniperi-virginianae* heteroecikus életmódú mikrogomba, fő gazdanövénye a boróka (*Juniperus*-fajok), mellék gazdanövénye az alma (*Malus* fajok).

A kórokozó: *Gymnosporangium juniperi-virginianae* a *Basidiomycota* törzsbe, *Uredinales* rendbe, *Pucciniaceae* családba tartozik. Az ecídiumos alak az almán (*Malus pumila*) és más *Malus* fajokon, a teleutocsap a *Juniperus virginiana* fajon és más *Juniperus* fajokon fejlődik.

A borókavesszőkön és -ágakon tavasszal fejlődik a teleutocsap. Nedves időben a teleutospórák csíráznak, és bazídium, azon pedig bazidiospórák fejlődnek. A bazidiospórák a szél segítségével jutnak a fiatal almalevelekre és -termésekre. A bazidiospóra-fertőzés hatására sper-

mogónium keletkezik az almalevél színén és a gyümölcsön. Később ecídiumok fejlődnek a levél fonákán és a termésen. Az érzékeny almafajtákon a fertőzés súlyos következménye a terméseszkökenés és a korai levélhullás.

Tünetek: A kórokozó a boróka vesszőinek és ágainak megvastagodását okozza. Az alma levélének és termésének foltosodása előzi meg a spermogónium és az ecídium fejlődését.

A *Gymnosporangium juniperi-virginianae* mint „nem európai” *Gymnosporangium* az Európai Unió jogi szabályozása szerint I/A 1 listán lévő károsító. A karantén rendelkezések megakadályozzák a fertőzött boróka és alma behozatalát Észak-Amerikából Európába.

Védekezés: *Gymnosporangium juniperi-virginianae* rozsdagomba ellen az engedélyezett fungicidek (pl. krezoxim-metil, krezoxim-metil + metiram, difenokonazol hatóanyagú készítmények) hatásosak.

IRODALOM

- Agrios, G. N.** (1988): Plant Pathology, 3rd. Academic Press. New York.
- Aldwinckle, H. S.** (1974): Field susceptibility of 41 cultivars to cedar apple rust and quince rust. Plant Disease Reporter, 58: 696–699.
- Farr D. F., Bills G. F., Chamuris G. P. and Rossman A. Y.** (1989): Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA
- Giddings, N. J. and Neal, D. C.** (1912): Control of Apple rust by spraying. Phytopathology, 11 (6): 257–262.
- Jones, A. L. and Aldwinckle, H. S.** (1990): Compendium of apple and pear diseases, APS Press FVM (2007): Növényvédő szerek, termésmenvelő anyagok. Agrinex Bt.
- Kiss P.** (1998): Az EU növényegészségügyi jogi szabályozása. FM EU – integrációs sorozat. 11: 7–32.
- Véghegyi K.** (1993): A gyümölcsfák rozsdabetegségei. Növényvédelem 29 (11): 505–506.
- Véghegyi K.** (2007a): Az almafélék rozsdagombái. Agroforum Extra, 19: 28–30.
- Véghegyi K.** (2007b): A boróka és az alma karantén rozsdagombái. Agroforum, 18 (12): 29–32.
- Véghegyi K. és Kiss P.** (1999): Gyümölcsfák karantén gombabetegségei. Kertészet és Szőlészet, 48 (48): 17–19.

CEDAR–APPLE RUST (*GYMNOSPORANGIUM JUNIPERI-VIRGINIANAE* SCWEIN.)

Klára Véghegyi

1221 Budapest, Ady E. u. 129. E-mail: veghegyi@t-online.hu

Cedar apple rust is the most important rust of apple in North America. *Gymnosporangium juniperi-virginianae* is heteroecious in that it requires *Juniperus* and *Rosaceae* hosts of subfamily *Pomoideae* to complete its life cycle.

Causal organism: *Gymnosporangium juniperi-virginianae* Scwein. The cause of cedar apple rust is in the class Basidiomycetes, order Uredinales, and family Pucciniaceae.

The aecial hosts are apples (*Malus pumila*) and other *Malus* spp. The telial host is *Juniperus virginiana* and other species of *Juniperus*.

Telia are produced on twigs and branches of *Juniperus virginiana* in the spring. In moist condition, the telia germinate, and produce basidiospores. Basidiospores carried by the wind to young apple leaves and fruit. Infection from basidiospores gives rise to spermogonia (pycnia) borne on the upper surface of the apple leaves and fruits. Later, aeciospores are produced inside tubular protective sheaths (peridia) on the underside of the leaf and on fruits. On susceptible apple cultivars it can cause serious loss of crop and reduction in fruit grade, as well as almost total defoliation.

Symptoms: On red cedar *Gymnosporangium juniperi-virginianae* causes galls on twigs and branches. On apple, the symptoms are appearance of the spermogonia and aecia on apple leaves and fruits.

Gymnosporangium juniperi-virginianae is one of the non-European *Gymnosporangium* spp. Listed as I/A1 quarantine organisms by EU. EU proposes that all EU countries may prohibit importation of plants for planting and cut branches of *Juniperus* spp. and *Malus* spp. from North America.

Control: *G. juniperi-virginianae* can be adequately controlled on apples by routine fungicide applications (e.g. krezoxim-metil, krezoxim-metil+metiram, difenokonazol fungicides).

ROZSDAGOMBÁK MOCSÁRI ÉS VÍZINÖVÉNYEKEN

Fischl Géza

Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Növényvédelmi Intézet,
8360 Keszthely, Deák F. u. 57. E-mail: fischl-g@georgikon.hu

Magyarországon a mocsári és vízínövények betegségeiről, ezen belül a rozsdagombák faji összetételéről, elterjedésük mértékéről és esetleg kártételükről viszonylag kis számú adatunk van. A szerző ismerteti csaknem két évtizedes vizsgálati eredményeit, amelyek a Balaton, a Kis-Balaton, a Zala folyó és más vizes élőhelyeken megtalálható növények rozsdagombáit mutatja be.

A mocsári és vízínövények betegségeinek kutatása a vízi ökoszisztémák jobb megismerése végett is fontos. Moesz (1930) egyik korai munkájában számos adatot találunk a „Gombák a Balaton mellékéről és a Bakonyból” c. munkájában. Vásárhelyi (1998) „A nádasok állatvilága” c. kitűnő szakkönyvében több helyen foglalkozik a nádasokban megjelenő gombás betegségekre. A mocsári és vízínövények betegségeivel, elsősorban a nádbetegségekkel több hazai szerző foglalkozik (Bán 1999, Fischl 1995, 1996, Fischl és Berke 1993, Fischl és Szeglet 2002). Bánhegyi és munkatársai (1985–87) által írt határozókönyvben is számos utalást találunk a mocsári és vízínövényeken előforduló gombafajokról.

Nem lehet megfelekedni arról a tényről sem, hogy több gazdacserés fejlődésmenetű rozsdagombafaj fordul elő ezeken az élőhelyeken. Közöttük található olyan gombafajok (pl. *Puccinia phragmitis*), amelyeknél a fő gazdanövény valamelyik mocsári vagy vízínövény azaz a nád, a köztesgazda pedig a természetett növényfajok közül (pl. *Rheum*) kerül ki. Igaz ennek a fordítottja is, sőt ismerünk olyan esetet (pl. *Uromyces lineolatus*), amikor mindkét gazdanövény mocsári, illetve vízínövény (pl. a zsióka és a tündérfátyol).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat különböző állóvizek (Balaton, Kis-Balaton stb.), mesterséges víztározók

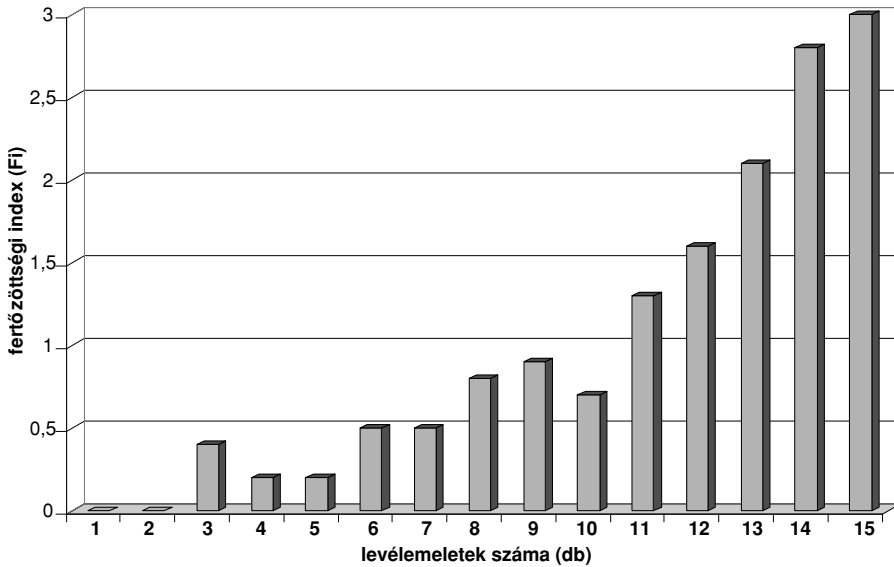
(Marcali stb.), folyók (Zala folyó stb.) növényfajain előforduló, a betegség tüneteit mutató növényminták begyűjtésével kezdtük. A mintákat a vegetációs időszakban, de télen is folyamatosan gyűjtöttük. A mintavétel helyének földrajzi koordinátáit GPS (*eTrex Venture*) műszerrel állapítottuk meg.

A mintákat laboratóriumban a szokásos módszerekkel (nedveskamrás inkubálás, közvetlen mikroszkópi vizsgálat, mikroszkópi mérés) tanulmányoztuk. Egyes esetekben felhasználtuk a *digitális képanalízis* nyújtotta lehetőségeket. A tünetek rögzítésére és a rozsdagombák mikrofotózásához digitális kamerákat (fényképezőgép, *flex cam videokamera*) alkalmaztunk. A nádrozsda esetében, de más növényfajok rozsdabetegségeinél is, ahol ezt a fertőzés súlyossága lehetővé tette, a levelek fertőzöttségét 0–5 fokozatú bonitálási skálával értékeltük (ahol: 0 – egészséges, 1 – gyenge, 5 – nagyon erős fertőzést jelentett). A nád esetében mintánként 10 nádszár valamennyi levélemeletét bonitáltuk.

Az adatokból összefüggés-vizsgálatokat végeztünk a betegségek súlyossága (fertőzés mértéke) és a nádszár mechanikai szilárdsága között az erre a célra kifejlesztett *Inter-Phragma* mérőműszer segítségével.

Eredmények

A Balaton vízgyűjtőjén lévő mintavételi helyeket az *1. ábrán* tüntettük fel. Ebből kiderül,



2. ábra. Puccinia phragmitis-fertőzés levélemeletenként
(mintavételi hely jele: Kis-Balaton 2001/13)

és feltehetően negatívan hatott az asszimiláták rizómába való lejutásába. Ennek egyik következménye lehet a súlyosan fertőzött nád polikormonok fokozatos legyengülésének és a nádasok felritkulásának.

Megfigyeléseink szerint általában a jobb minőségű nádasok fertőződtek súlyosabban (pl. a Balaton déli partvonalán), a gyengén fejlődő, ún. degradált nádasokban (pl. Velencei-tó egyes területein) egyáltalán nem fordult elő a nádrozsda, vagy nagyon gyenge fertőzések alakultak ki.

Ugyanazon mintavételi helyen (a mintavétel helyét GPS-szel határoztuk meg) az évek során is jelentős eltéréseket figyeltünk meg.

A sásasok és vízi harmatkása rozsdafertőzöttségénél is megállapítható, hogy a betegség előfordulása, akárcsak a nádrozsdafajoké, rendkívül mozaikos jellegű. Nem állapítható meg egyértelmű összefüggés a rozsdafertőzések mértékében aszerint, hogy a betegség a vizsgált növényzet, azaz a nádasok szélén, vagy annak belsőjében jelent meg.

Vizsgálataink során egyes rozsdagombafajok (*P. magnusiana*, *P. coronata* f. sp. *glyceriae*) uredotelepeiben nagy gyakorisággal fordult elő a *Sphaerellopsis filum* (syn.; *Darluc*

filum) hiperparazita gomba. Egyes sásfajokat fertőző rozsdagombafajok uredo- sőt teleuto-telepeiben is megfigyeltük a hiperparazita gombafaj piknídiumainak jelenlétét.

E dolgozatban a korlátozott terjedelem miatt nem térünk ki a digitális képanalízis, a fertőzések, valamint a nád mechanikai szilárdságával kapcsolatos vizsgálati eredmények ismertetésére.

Összefoglalás, következtetések

Többéves vizsgálataink alapján megállapíthatjuk, hogy a mocsári és vízinvényeken gazdag a mikroszkopikus gombák előfordulása. A rozsdagombák mellett gyakran lehetett azonosítani a különböző üszöggombákat (*Ustilago*, *Farysia*), a levélfoltosság-betegségeket előidéző különböző gombafajokat (*Septoria*, *Phyllosticta*, *Deightonella* stb.).

Az egyes élőhelyeken a rozsdagombafajok a különböző gazdanövényeken (pl. nád, sás, vízi harmatkása) súlyos fertőzéseket okoznak

A nádrozsdafajok általában a jó minőségű nádasokban gyakoribbak, a leromlott, degradált nádasokban nem vagy alig fordulnak elő.

A különböző rozsdagombafajokat (*P. magnusiana*, *P. coronata* f. sp. *glyceriae* stb.)

parazitálta a *Sphaerellopsis filum* piknidiumos gomba.

A vizes élőhelyek növényfajain előforduló mikroszkopikus gombák ökológiai szerepének tisztázása további vizsgálatokat tesz indokolttá.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a kutatások pályázatok útján elnyert támogatásáért a következő intézményeknek: MTA, MH, BKA, NyUDUVIZIG

IRODALOM

Bán R. (1999): Nádkórokozó gombák elterjedése balatoni és velencei-tavi nádasokban eltérő ökológiai feltételek mellett. Ph.D értekezés. Gödöllő.

Bánhegyi J., Tóth S., Ubrizsy G. és Vörös J. (1985–87): Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 1–3. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Fischl G. (1995): A Balaton mocsári növényein előforduló mikroszkopikus gombafajok.. Növényvédelem, 31 (5): 229–232.

Fischl G. (1996): Mikroszkopikus gombák a Kis-Balatonon. In: **Pomogyi P.** (szerk.): 2. Kis-Balaton Ankét. Keszthely. 394–403.

Fischl G. és Berke J. (1993): Adatok néhány vízi és mocsári növény rozsdabetegségeinek elterjedéséhez. Növényvédelem, 29 (11): 512–513.

Fischl G. és Szeplet P. (2002): Vízi és mocsári növények gombabetegségei a Balatonon és a Balaton vízgyűjtőjén. In: **Mahunka S. és Banczerowski J.-né** szerk.: A Balaton kutatásának 2001. évi eredményei. MTA. Budapest. 102–110.

Moesz G. (1930): Gombák a Balaton mellékéről és a Bakonyból. Magyar Biol. Kut. Int. I. Oszt. munkái. Tihany, 88–109.

Vásárhelyi T. (szerk.) (1998): A nádasok állatvilága. Magyar Term.tud. Múzeum. Budapest

RUST FUNGI ON MARSH AND AQUATIC PLANTS

Fischl G.

Pannon University, Georgikon Agricultural Faculty, Plant Protection Institute, 8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

E-mail: fischl-g@georgikon.hu

The author gives an account of the results of almost twenty years' research in rust fungi affecting plants living along the Lake Balaton, Small-Balaton, river Zala and other aquatic habitats. The identified fungal species were: *Puccinia phragmitis*, *P. magnusiana*, *P. ribesii-caricis*, *P. coronata* f.sp. *glyceriae*, *P. scirpi*, *P. epilobii*, *Uromyces lineolatus*.

Beérett a Debreceni Egyetem és a nagyváradai Partiumi Keresztény Egyetem közötti együttműködés

A sikeres együttműködésnek köszönhetően 2008. június 22-én Debrecenben kapták kézhez diplomájukat a Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kara és a nagyváradai Partiumi Keresztény Egyetem által közösen indított mezőgazdasági mérnöki szak első végzős hallgatói. A magyar állam által támogatott hároméves képzésre – egyedülálló módon – Nagyváradon került sor a Debreceni Egyetem oktatóinak részvételével, tájékoztatott **Dr. Nagy János prorektor, a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centumának elnöke.**

Ugyanezen a napon, 2008. június 22-én avatták fel **Tormay Béla** akadémikus, igazgató emlékszobrát is az idén 140 éves évfordulóját ünneplő debreceni agrár-felsőoktatás alkalmából az AMTC központi épületének parkjában. A szobrot **Györfi Sándor** karcagi szobrászművész készítette.

Sajtóközlemény
Debrecen, 2008. június

VÉDETT NÖVÉNYFAJOK ROZSDAGOMBÁI AZ ŐRSÉGBEN

Jandrasits László¹ és Fischl Géza²

¹Fertő-Hanság és Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság,
9435 Sarród Rév-Kócsagvár Pf.4., jandrala@sztgnet.hu

²Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Növényvédelmi Intézet,
8360 Keszthely Deák F. u. 57, fischl-g@georgikon.hu

A szerzők 2002-ben az Őrségi Nemzeti Park területén indítottak kutatássorozatot, a védett edényes növények gombás betegségeinek feltérképezésére. E kutatómunka eredménye azért is lehet fontos a tudomány számára, mert a hazai növényvilág olyan szegmensével foglalkozik, amelyről gazdasági hasznot nem remélhetünk, de e fajok ritkasága, genetikai értéke, esztétikai szerepe vitathatatlan. Napjaink felgyorsult világában, amikor fajok ezrei tűnnek el rövid idő alatt végérvényesen a Föld színéről, e védett növények megőrzése a jövő generációinak számára egyben a biológiai sokféleség fenntartását is jelenti. A vizsgálatba vont növényeken olyan mikroszkopikus gombafajok is előfordulnak, melyek fajspecifikusak, a gazdanövény kipusztulásával a rajtuk élő gombák is véglegesen eltűnhetnek. Vizsgálataink alkalmával legnagyobb számban nekrotróf életmódot folytató levélfoltosodást okozó gombafajokat mutattunk ki, de öt védett növényfajon a biotróf életmódú rozsdagombákat is meghatároztuk. Elképzeléseink szerint a jövőben ez a szám mindenképpen bővülni fog az általunk azonosított rozsdagombák tekintetében. A dolgozat szerzői a védett növények közé tartozó kakasmandikó, kockásliliom, vörös áfonya, tavaszi tőzike és a szártalan bábakalács rozsdabetegségét ismertetik az Őrségben. Jelentős mértékű fertőzést (54–75%) eddig csak a kakasmandikó állományában tapasztaltak, a többi növényfajon néhány tövön, szórványosan találtak tüneteket.

Védett növények rozsdabetegségeinek előfordulásával az Őrségi Nemzeti Parkban, az ez év novemberében Martonvásáron megrendezett *Körkép a hazai rozsdagomba-kutatásokról* c. munkaértekezleten már beszámoltak a szerzők (Jandrasits és Fischl 2007). Az ott elhangzó előadásnak rövid kivonatát teszük most közzé. Mivel a kakasmandikó rozsdabetegségével a lap ez év januári számában részletesen foglalkoztunk (Jandrasits és Fischl 2008), ebben a dolgozatban csak néhány fontosabb adatot közlünk erről a betegségről.

Az 1. ábrán az Őrség területén annak a négy védett növényfajnak (kakasmandikó, kockásliliom, tavaszi tőzike, vörös áfonya) az élőhelyeit láthatjuk, ahol rozsdagombák által okozott fertőzést mutattunk ki.

A 2. ábrán az Őrségi Nemzeti Parkhoz tartozó Kőszegi Tájvédelmi Körzetben található,

rozsdagombával fertőzött szártalan bábakalács élőhelyét jelöltük.

A következőkben a vizsgálatba vont öt védett növényfajt és élőhelyét mutatjuk be.

Kakasmandikó (*Erythronium dens-canis* L.)

A kakasmandikó kora tavasszal virágzó liliomfélének. A Vendvidéken szálanként elszórva nagy területen, helyenként tömegesen fordul elő. Tisztásokon, erdőszéleken, nedves és hegyi réteken, főként üde bükkösök, gyertyános tölgyesek aljában él. A növény 10–15 cm-es nagyságú, geofiton. Rendszerint két, rövid nyelű, átellenes állású, tojásdad-elliptikus tőlevele fejlődik, melyek virágzaskor lilásbarna-zöld foltosak. A virág vörösesbarnás tőkocsányon magánosan fejlődik, bókóló, élénk bíborpiros színű vagy halványabb. Toktermést fejleszt.

Elterjedése: Magyarország nyugati határvidékén kívül (Órség, Kemeneshát, Somló, Zalaidombvidék), a Zselicben, Belső-Somogyban és a Szekszárdi-dombvidéken vannak állományai (Simon 2000, Tímár 1994, Farkas 1999). Magyarország további részéről csak az Aggteleki-karszton és a Bükkben említik. Ritka, védett növény. Természetvédelmi értéke: 10 000 Ft.

Az általunk vizsgált terület: Szakonyfalu és Alsószölnök határában a Szakonyfalui-patak völgye. A kakasmandikó, a patak völgyét kísérő bükkösök, gyertyános tölgyesek szegélyén és közvetlenül a patakpartot övező égerligetben található meg. Az állomány nagysága itt több ezer tővet számlál.

Kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.)

A kockásliliom 10–30 cm magas, karcsú szárú gumós növény. Rózsaszínes-vörösbarna, saktáblaszerűen foltos bókoló virága széles harang alakú. Áprilisban virágzik. Termése tok. Láprétek, láp- és ligeteredők, ártéri rétek és cserjések virága.

Elterjedése: Az Északi-középhegységben szórványosan (Tornai-hg, Mátra, Bükk), a Dunántúlon (Vas, Zala, Somogy megyében), Mohácsi-sziget, Dráva-völgy gyakoribb az előfordulása. Veszélyeztetett, védett növényritkaságunk. Természetvédelmi értéke: 10 000 Ft.

Az általunk vizsgált terület: Csákánydoroszló községnél található, attól ÉNy-ra, az osztrák határ mellett fekvő Büksi rét. Élőhelye 51 ha kiterjedésű láposodó égerliget és a tőle É, ÉK-re fekvő nedves rétek sorozata (régén az égerliget helyén is rét volt) a Strém-patak mentén. A Nemzeti Parkban és környékén csak ez az egy élőhelye ismert. Állománya 8000 tő körüli.

Tavaszi tőzike (*Leucojum vernum* L.)

A tavaszi tőzike 10–25 cm magas, általában csoportosan élő hagymás növény. Virágai nagyon díszítő értékűek, ezért sajnos gyakori az illegális gyűjtés (Nőnap!). Szálas, kb. 1 cm széles tőlevelei sötétzöldek. Termése gömbös, húsos tok. Tél végén, kora tavasszal (február-március) virít. Üde és nedves talajú gyertyános-tölgye-

sekben, láp- és ligeteredőkben, ártéri réteken, patak mentén fordul elő.

Elterjedése: Dunántúli-középhegység (Bakony, Keszthelyi-hg.), Dunántúl (Kőszegi-hg., Vas, Zala, Baranya megyék), Mezőföld, Kisalföld. Veszélyeztetett, védett faj. Természetvédelmi értéke: 2000 Ft.

Az általunk vizsgált terület: Alsószölnök községnél a Szölnöki-patak mentén található, annak Ny-i oldalán. A tavaszi tőzike a patakot kísérő égerliget alatt és annak tisztásain él. Állománya itt nem túl népes, mindösszesen 391 tővet számlál.

Vörös áfonya (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

A vörös áfonya alacsony termetű, örökzöld törpecserje. Levele kemény tapintású, bőrnemű, elliptikus. A bókoló virágok a hajtások végén rövid fürtökben helyezkednek el. Virágzása május-júniusban van. Bogyója gömb alakú, kárminpiros színű. Mészkerülő, nyíres fenyérekben, lucosokban, erdei fenyvesekben, mézskerülő lombdombokban és ezek szélein, irtásain él.

Elterjedése: Északi-középhegység (Bükk, Zempléni-hg.), Dunántúl (Órség, Göcsej, Kőszegi-hg., Mecsek). Ritka, védett faj. Természetvédelmi értéke: 10 000 Ft.

Az általunk vizsgált terület: Szakonyfalu 71D (D1+D2) erdőrészlet. Ez a terület a szakonyfalusi erdővédelmi rezervátum északi védőzónájában található. Fokozott védettség alatt áll. Magánerdő, egyéni gazdálkodó kezelésében van. Területe: 5,4 ha. Faállománya lombegeyes mézskerülő erdefenyves. Állománya 10 × 10 m-es mintakvadrátban felvételezve 5404 db hajtás (Jandrasits 2003).

Szártalan bábakalács (*Carlina acaulis* L.)

A szártalan bábakalács igen rövid szárú évező faj. Levelei többszörösen szeldeltek, merevek, szúrós hegyűek, tölevélrózsát alkotnak. Virága fészekvirágzat. Sugárvirágai csillogó fehérek, a csövesek bíborosak. Júliustól szeptemberig virágzik. Mészkerülő, hegyi réteken, legelőkön, irtásokon és kaszálóréteken él.

Elterjedése: Dunántúl (Sopron-Göcsej, Dél-Zala), Középhegységeink (Mátra, Zempléni-hg., Dobogókő-Bakony, Sümeg), Kisalföld. E védett növényünket a szárazvirág-kötészetben előszeretettel használták ezért is fogatkozott meg hazai állománya. Természetvédelmi értéke: 2000 Ft.

Az általunk vizsgált terület: a Kőszegi Tájvédelmi Körzetben a védett Cáki pincesor mögött található száraz gyepek.

Anyag és módszer

A kakasmandikó esetében a fertőzést mutató foltokban összesen 3 db, 3 m × 3 m-es mintaterületet (ún. kvadrátokat) jelöltünk ki. Két helyen az előzőekkel megegyező méretű kontroll kvadrátot is kijelöltünk. A kvadrátok helyét GPS segítségével is azonosítottuk. A három vizsgált kvadrátban (a, b, c) fertőzési indexet számoltunk 50 db tőlével 4–5 naponkénti ellenőrzésével. A kontroll területeken folyamatosan figyeltük, hogy megjelenik-e a betegség. A levelek fertőzöttségét minden alkalommal 0–5 fokozatú bonitálási skála segítségével határoztuk meg. Az adatokból fertőzöttségi index százalékot (Fi%) számoltunk.

A kockásliliom nagy kiterjedésű élőhelyen nem alakultak ki mérhetően fertőzött foltok, ezért mintaterület kialakítására sem volt szükség. Összesen a 7 helyen elhelyezkedő kis foltban, 23 tővön találtunk rozsdabetegséget. A fertőzött foltok helyét GPS mérőműszerrel azonosítottuk.

A tavaszi tőzike kis tőszámú, ezért eléggé veszélyeztetett populációjában (391 tő), mindösszesen 3 tővön észleltünk rozsdafertőzést, ezért mintakvadrát kialakítására itt sem volt szükség. A fertőzött folt helyét GPS mérőműszerrel azonosítottuk.

A vörös áfonyán néhány hajtás levelének fonákán találtuk meg a rozsdagomba uredotelepeit. A kórokozó gyenge fertőzést okozott, ezért mintaterületet itt sem alakítottunk ki.

A szártalan bábakalácson 2–3 növény levelén találtunk rozsdatelepeket. A fertőzés gyenge volt, ezért mintakvadrát kialakításra itt sem volt szükség.

Eredmények

A kakasmandikó-rozsda (*Uromyces erythronii*) első tüneteire március elején figyeltünk fel. 2007-ben a betegség korai megjelenése összefüggésbe hozható az enyhe, hó nélküli téllal és a vegetáció korai megindulásával. Ebben az időszakban a leveleken megjelenő élénk narancssárga színű ecidiotelepek szórványosan jelentek meg az állományban. A viszonylag nagy méretű és a fajra jellemző tarka mintázatot mutató tőlevelek fonákán képződtek elsősorban az ecidiotelepek. Az első pontszerű, majd később terjedő foltok, azaz ecidiotelepek esetenként a levélfelületen több cm²-es, néhol rombusz alakú telepekké fejlődtek. A betegség levélfonákon történő előfordulása a gyakoribb, de ritkán az ecidiotelepek a levél színén is kialakultak. Mindössze néhány rozsdatelepek kialakulását észleltük a levélnyeleken. A betegség kifejlődésével párhuzamosan a tőlevelek kezdeti jellegzetes rajzolatukat elveszítették, és az ecidiotelepek mellett megjelentek a teleutotelepek is. Ezekkel gyakrabban a levéllemez alapi részén talákoztunk. A kakasmandikó-rozsdagomba egyedfejlődése eltér a megszokott, teljes fejlődésmentű rozsdagombák fejlődésmentétől. Szakirodalmi adatok szerint (Brandenburger 1985, Bánhegyi és mtsai 1985–87) a gomba fejlődésmentete az ún. opsis típusba tartozik (0–I–III–IV), azaz hiányos fejlődésmentű.

Az ecidiospórák egysejtűek, sima felületűek, gömbölydedek, esetenként az ecidiumban a sűrű képződés miatt kissé szögletesek. Méretük saját mérések szerint (19–28 × 17–26 μm), gyakorlatilag megegyezik a szakirodalomban (Brandenburger 1985) közölt adatokkal (20–30 × 16–25 μm). A porszerűen felszakadó teleutotelepekből kiszabaduló teleutospórák arányosan fénylő világos gesztenyebarna, majd sötétbarna színűek, felületükön jellegzetes hosszanti lefutású, párhuzamos rajzolat figyelhető meg. A teleutospóra csúcsi részén papilla-szerű vastagodás képződik. A teleutospórák gömbölydedek, kissé megnyúltak. Méréseink szerint a teleutospórák mérete 24–38 × 16–25 μm, ami kissé meghaladja az ecidiospórákét.

Az „Anyag és módszer” fejezetben jelzett két kontroll mintaterületen, a vizsgált időszakban nem jelentkezett a kakasmandikó rozsda-betegsége.

A kockásliliom-rozsda (*Uromyces lilii*) első tüneteire a száron és levélen 2007. március 26-án lettünk figyelmesek. Ekkor már jól láthatóak voltak a száron a narancssárga színű, kb. 4–6 mm hosszú, elliptikus alakú ecidiotelepek (3. ábra). Ez a rozsdagomba is hiányos fejlődésmentű, az uredo alak hiányzik.

A tavaszitőzike-rozsda (*Puccinia schmidtiana*, syn.: *Puccinia sessilis*) tüneteivel a levélen viszonylag későn, a magérlelés periódusában 2007. április 25-én talákoztunk. Tüneteire jellemző a levélfonák felső harmadában elhelyezkedő, narancssárga színű ecidiotelepek, amelyek kb. 5 mm-es nagyságú koncentrikus körök formájában voltak láthatóak. Gyenge, csak sporadikus fertőzést okozott (3 tő). Ez a rozsdagomba gazdacserés, a fő gazdanövény a *Baldingera arundinacea*, amelyen az uredo- és teleutotelepek fejlődnek ki.

A vörösáfonya-rozsdát (*Thekopsora vaccinatorum*) 2001. október 28-án észleltük egy alkalommal. Azóta a betegség nem került elő ebből az állományból. A levélfonákon kisméretű, alig észlelhető, sárga színű uredotelepek fejlődnek. Ez a rozsdagombafaj is gazdacserés. A fő gazdanövény az áfonya, a közteszagzda a *Tsuga canadensis* fenyőfaj, amelyen a spermogóniumos és ecídiumos alak fejlődik ki. A vörösáfonya-rozsdagombáról és több betegségről a szerzők külön publikációban számoltak be (Jandrasits és Fischl 2006).

A szártalanbákalács rozsdat (*Puccinia carlinae*) 2004. szeptember 14-én azonosítottuk. A leveleken enyhe sárgulás, barnulás, barna foltosodás hívta fel a figyelmet a rozsdafertőzésre. Ez a rozsdagomba hiányos fejlődésmentű, az ecídiumos alak hiányzik. Az uredospórák mérete méréseink szerint: 25–40 × 16–22 μm, a teleutospórák mérete: 35,6 × 20,4 μm. A kórokozó uredo- és teleutospóráit a 4. ábra szemlélteti. A kórokozó gyenge fertőzést okozott.

Következtetések

Eddigi vizsgálataink szerint az azonosított és általunk vizsgált rozsdagombafajok közül egyedül a kakasmandikó-rozsda okozott olyan mértékű fertőzést, amely a fertőzött növények levézetének idő előtti pusztulását vonta maga után. Feltételezésünk szerint jelenleg nem kell tartani attól, a fokozódó fertőzések ellenére, hogy a kakasmandikó-populáció a rozsdagomba-fertőzések miatt jelentősen károsodik.

A többi növényfajon észlelt sporadikusan megjelenő rozsdagombafajok elsősorban az Őrség mikroszkopikus gombavilágának ismeretéhez és bővüléséhez szolgáltattak adatokat.

A mikológiai vizsgálatok eredményein túl a következőkben röviden utalunk arra, hogy a vizsgált védett növényfajok állományát mely tényezők veszélyeztetik.

A kakasmandikó-állományokat veszélyeztető tényezőket a következőkben lehet összefoglalni. A patakpartokon (mederszabályozás miatt) és a műutak mentén található populációk különösen veszélyeztetettek (utak sózása, kábelek fektetése, kora tavaszi perzselés, gyomirtás). A Zsidai-völgyben a Zsida-patak partján – a faj élőhelyén – található kiskertek, üdülők is több problémát vetnek fel (Tímár 1994). E dekoratív növények illegális gyűjtése, az élőhely drasztikus átalakítása (fakitermeléskor taposási kár, az erdők tarvágása) további veszélyeztető tényezők a kakasmandikó-populációk számára.

A kockásliliom-állományokat veszélyeztetheti a rét degradálódása, gyepfeltörés, melioráció, vadföldek művelése, vadetető, szók és szórók létesítése, gyomosodás (*Solidago* sp.), a kaszálás elmaradása, vaddisznó-túraskár.

A vörösáfonya-állományokat veszélyeztetheti a lucosok pusztulása miatti fakitermelés, ezáltal a fényviszonyok megváltozása, taposás, közelítési kár. Vaddisznó-túraskár.

A tavaszitőzike-állományokat veszélyeztetheti a patakok mederszabályozása, nönapi gyűjtés, fakitermelés, taposás, közelítés.

A szártalan bákalácsot veszélyeztetheti a gyepken a kaszálás elmaradása, a gyomosodás, a beerdősülés. Gyűjtés a szárazvirág-kötészet számára.

IRODALOM

- Bánhegyi J., Tóth S., Ubrizsy G. és Vörös J.** (1985–87): Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 1–3. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Brandenburger, W.** (1985): Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart–New York.
- Farkas S.** (1999): Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y.** (1995): Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA
- Jandrasits L.** (2003): Az Őrségi Nemzeti Park néhány védett növényfaja és kórokozói. Diplomadolgozat, Veszprémi Egyetem GMK Keszthely
- Jandrasits L. és Fischl G.** (2006): A vörös áfonya nyavalyái. Védtelen védett növények. Élet és Tudomány, 61: 50, 1584–1587.
- Jandrasits L. és Fischl G.** (2007): Védett növényfajok rozsdagombái az Őrségben. Körkép a hazai rozsdagomba-kutatásokról. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete Martonvásár. Előadás
- Jandrasits L. és Fischl G.** (2008): A kakasmandikó rozsdabetegsége az Őrségi Nemzeti Parkban. Növényvédelem., 44 (1): 19–25.
- Simon T.** (2000): A Magyarországi Edényes Flóra Határozója. Harasztok – Virágos Növények. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Tímár G.** (1994): A Vendvidék védett és veszélyeztetett növényei. Diplomadolgozat, EFE Sopron.

RUST FUNGI OF PROTECTED PLANT SPECIES IN ŐRSÉG REGION

L. Jandrasits¹ and G. Fischl²

¹Directorate of Fertő-Hanság and Őrség National Park, 9435 Sarród Rév-Kócsagvár Pf.4., jandra@sztgnet.hu

²Pannon University, Georgikon Agricultural Faculty, Plant Protection Institute, 8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

E-mail: fischl-g@georgikon.hu

The authors are the first to report about rust diseases on protected plants in the Őrség. They give a detailed description of rusts affecting plant species such as *Erythronium dens-canis*, *Fritillaria meleagris*, *Leucojum vernum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Carlina acaulis*. They also give an account of the symptoms and incidence of the diseases and draw the attention to how important it is to undertake investigations in microscopic fungi in nature protection areas.

A TYRATECH ÉS AZ ARYSTA EGYÜTTMŰKÖDÉSE

Agreement between Tyrattech and Arysta

AgreWorld, Napi elektronikus hírek, 2008. február

A Tyrattech és az Arysta LifeSciences 2006-ban rovarölő szerek fejlesztésére kötött megállapodása és pénzügyi együttműködése fordulóponthoz érkezett.

A Tyrattech

- „Tyrattech Naturals” néven növényből kivont természetes vegyületet fejleszt ki, mely a kémiai növényvédő szerekkel azonos hatású, viszont nem toxikus. A szabadföldi kísérletek 2006 óta folynak.
- Másik eredménye egy 2007 októberében bevezetett spray a lakott területeken élő rovarok ellen.

Böszörményi Ede

MgSzH Központ

Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

ROZSDAGOMBÁKKAL SZEMBENI REZISZTENCIA- VIZSGÁLATOK AZ OMMI (MGSZH) FAJTAKÍSÉRLETEKBEN

Hertelendy Péter, Gergely László, Szlávik Szabolcs, Birtáné Vas Zsuzsanna
és Jakabné Kondor Mária

Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ 1024, Budapest, Keleti Károly u. 24.

A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal mint az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (OMMI) jogutódja Szántóföldi Növények Fajtakísérleti Osztályának feladata a különböző, állami elismerésre bejelentett fajtajelöltek növénykörtani értékelése. A szántóföldi növényfajok túlnyomó többségében az elmúlt év során elkészítettük a vizsgálatok kötelezően érvényes metodikáját, amely az egyes fajok növénybetegségeit – jelentőségük és az általuk potenciálisan előidézett kár mértéke szerint – két csoportba sorolta.

A gyakran előforduló, nagy gazdasági kártételel járó betegségeket a kötelezően vizsgálandó betegségek csoportjába, a kisebb jelentőségű, sokszor csak rapszodikus megjelenésű betegségeket az esetlegesen vizsgálandó betegségek csoportjába sorolta.

Természetesen nem véletlen e két betegségcsoport kialakítása. A vizsgálati metodika egyértelműen előírja, hogy ha egy fajtajelölt legalább egy kötelezően vizsgálandó betegségre nagyon fogékony, vagy legalább kettőre köze-

pesnél fogékonyabb (legalább 2 év adatai alapján!), akkor a jelöltet kedvezőtlen növénykörtani tulajdonságai miatt csak negatív előterjesztéssel lehet a Növényfajtaminősítő Bizottság ülése elé terjeszteni.

Gabonafélék rozsdabetegségei

A kalászos gabonák több rozsdabetegsége is „kiemelt” státust kapott. A fekete- vagy szározsa (*Puccinia graminis*), bár legutolsó járványos mértékű megjelenése 1972-ben volt, rendkívüli pusztító ereje miatt került ebbe a csoportba. A levélrozsa vagy más néven vöröszosa viszont évről évre „megbízhatóan” megjelenik gabonavetéseinkben, számottevő kárt képes okozni, így méltán került a kötelezően vizsgálandó betegségek közé.

Az összes, általunk vizsgált többi rozsdabetegség csak esetlegesen vizsgálandó (1. táblázat). Ezt részben a kórokozók kisebb kártétele, részben ritka megjelenésük (pl. sárgarozsa) okozza.

1. táblázat

Fontosabb kultúrák rozsdagomba okozta betegségei és vizsgálatuk

Kultúra	Kórokozó	Betegség státusa	Vizsgálat módja
Búza, durum, tönkoly, tritikálé	szározsa	kötelezően vizsgálandó	provokációs kísérlet
	levélrozsa	kötelezően vizsgálandó	fajtakísérlet
	sárgarozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Árpa	törperozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Zab	koronás rozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Borsó	borsórozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Napraforgó	napraforgórozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Rózsa*	rózsarozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet
Szeder*	sárgarozsa	esetlegesen vizsgálandó	fajtakísérlet

A szározsdát, mivel spontán fellépése már több mint 30 éve nem volt, de egy fajtajelölt vizsgálata csak 3 évig tart, csak külön provokációs kísérletben tudjuk vizsgálni. A kísérlet során klímavizsgálót, monokultúrát, és ami a legfontosabb, mesterséges inokulációt alkalmazunk. A fertőző anyagként használt uredospóraszuszpenziót a hazai populáció leggyakoribb rasszainak keverékéből minden évben a Magyar Tudományos Akadémia Növényvédelmi Kutatóintézetének specialistája, dr. Manninger Sándorné bocsátja rendelkezésünkre, ezért ez úton is szeretnénk köszönetünket kifejezni.

Az uredospóra-suszpenziót nem a vizsgálandó fajtajelöltekbe, hanem a közöttük elhelyezkedő, félpácellányi provokáló parcellák növényállományába injektáljuk akkor, amikor a keverék legkorábbi fajtája a kalász a „hasban állapotot” éppen eléri.

Az inokulációt követően az általában 3 napon fogékony fajtából álló provokáló parcellán (1 korai, 1 középkorai és 1 középkésői) terjed szét először a fertőzés, majd később terjed rá a vizsgálandó fajtajelöltek parcelláira. Nagy előnye a módszernek az egyenletes fertőzési nyomás. Némiképp hátrányára vall az, hogy a fertőzési folyamat időigényes, és szélsőséges évszabványokban a hőség, aszály elpusztíthatja a növényállományt még a fertőzési folyamat kiteljesedése előtt.

Sajnálatos módon a szározsdát, bár erre a kórokozóra a fajtajelölteket majdnem minden nemesítő vizsgálja, nem tekintik igazán veszedelemes kórokozónak. Közrejátszhat ebben az is, hogy 1972 óta nem volt szározsdajárvány. A vizsgálati metodika előírásai miatt a negatív előterjesztések majdnem feléért a szározsda iránti nagymértékű fogékonyság a felelős. Minden éréscsoportban vannak teljesen rezisztens jelöltek is, tehát a nemesítés ez ellen a betegség ellen sikeres és eredményes is (2. táblázat).

Hasonló a helyzet a tritikálé esetében is, bár ott csak 1–1 jelölt volt fogékony a búza (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), illetve a rozs (*Puccinia graminis* f. sp. *secalis*) feketeroszda-ja iránt. Ez utóbbit tartjuk veszedelmesebbnek, mivel a rozsot minden évben spontán fertőzi a szározsda, és a tritikálét gyakran a rozs által

2. táblázat

Szározsda-provokációs kísérlet eredménye
(Röjtökmuzsaj, 2007)

Kísérlet kódja	Genotípus kódja	Fertőzött felület %
I/A-1	2.	0
	7.	80,0
	Átlag:	22,7
II/A-1	4.	0,1
	1.	60,0
	Átlag:	17,4
II/A-2	9.	0,1
	27.	90,0
	Átlag:	26,1
III/A-1	2.	0,1
	19.	52,5
	Átlag:	15,4
III/A-2	9.	0,1
	13.	90,0
	17.*	87,5
	Átlag:	35,9

hasznosított tájörzetekben, a fertőzési veszélynek erősen kitéve termesztik.

A levélrozsa esetében provokációs kísérlet beállítására nincs szükség, sőt felesleges hibához vezetne. Ez a kórokozó minden évben eléggé megbízhatóan megjelenik kísérleteinkben, így spontán fertőzéseit bonitálva, gyorsan reális képet kaphatunk a fajták reakciójáról. A kórokozó genetikai anyaga viszont évről évre gyakorta jelentősen változik. Ennek feltételezhetően az az oka, hogy bár egyes években jól át tud telelni Magyarországon, de a populáció zömét a délről, uredospóra alakjában besodródó levélrozsdarasszok keveréke képezi. Ez pedig teljesen változó lehet.

Nincs tehát értelme az előző évi rasszösszetételű fertőző anyaggal provokációt beállítani, amikor spontán, esetleg egy teljesen más összetételű populáció károsít.

A levélrozsa esetében is hatékony a nemesítés (3. táblázat), minden éréscsoportban találhatók teljesen rezisztens genotípusok. Tisztán levélrozsa iránti nagymértékű fogékonyság miatt történő negatív előterjesztés meglehetősen

3. táblázat

4. táblázat

Levélrozsdafajtakísérlet eredménye
(Debrecen, 2007)

Kísérlet kódja	Genotípus kódja	Fertőzött felület %
I/A-1	8.	0
	3.	20,0
	Átlag:	3,4
II/A-1	12.	0
	4.	25,0
	Átlag:	3,0
II/A-2	11.	0
	8.**	60,0
	Átlag:	5,8
III/A-1	2.	0
	Átlag:	2,0
III/A-2	5.	0
	1.	23,3
	17.*	30,0
	Átlag:	5,5

ritka, de a több betegségre is a közepesnél nagyobb fogékonyság esetén a levélrozsdá iránti fogékonyság már gyakoribb.

A sárgarozsda, a búza harmadik rozsdabetegsége nem tartozik a kötelezően vizsgálandó növénybetegségek közé. Ennek főképp rendkívül rapszodikus megjelenése az oka. Bár járványos években jelentős kárt tud okozni, de járványos fellépése meglehetősen ritka. Legutolsó, emlékezetes fellépése a kórokozónak 2000–2001-ben volt, amikor is egy új rassz vált dominánssá, és meglehetősen átírta a fajták rezisztenciájáról alkotott képünket. Erre legjobb példaként a minősített fajták közül a GK Élet említhető (4. táblázat). A kórokozó 2000. évi megjelenéséig ez a fajta a sárgarozsdával szemben rezisztens volt. A 2000–2001-es járvány legsúlyosabban ezt a fajtát érte, a rasszváltás teljes mértékben áttörte a fajta rezisztenciáját.

Jelentőségét tekintve az árpa törperozsdája (*Puccinia hordei*) a sárgarozsdához eléggé hasonló. Szárazabb évjáratokban általában gyakran megjelenik a kísérleteinkben, de sokszor olyan későn, hogy számottevő fertőzést és kártételt már nem képes okozni. E kórokozó sem

Sárgarozsdafajtakísérlet eredménye
(Röjtökmuzsaj, 2000)

Kísérlet kódja	Genotípus kódja	Fertőzött felület %
I/A-1	1.	0
	11.	45,0
	Átlag:	9,7
I/A-2	8.	0
	16.	47,5
	Átlag:	9,0
II/A	2.	0
	11.	22,5
	Átlag:	2,3
III/A-B	9.	0
	5.	30,0
	Átlag:	6,9

kötelezően vizsgálandó, de fellépésekor természetesen értékeljük a fajtajelölteken okozott károsítását. Ellene is hatékony a nemesítés, bár a teljesen rezisztens genotípusok meglehetősen ritkák (5. táblázat).

Borsórozsdá

Az utóbbi tíz évben a borsórozsdá (*Uromyces pisi*) ritkán lépett fel járványos mértékben az országos kisparcellás fajtakísérletekben.

5. táblázat

Árpatörperozsdafajtakísérlet eredménye
(Röjtökmuzsaj, 2007)

Kísérlet kódja	Genotípus kódja	Fertőzött felület %
A-1	5.	5,1
	4.	10,0
	11.	43,3
	Átlag:	23,2
A-2	14.	0
	11.	0,1
	3.	23,3
	Átlag:	3,9

6. táblázat

Szárazborsófajták borsórozsdá-fertőzöttsége, 1999
(fertőzöttség szélsőértékei) (kivonat)

Fajta	<i>Uromyces pisi</i>	
	minimum	maximum
	fertőzött felület %	
Pinocchio	32,5	–
SG-L 23	37,5	–
Ceb 1463	37,5	–
Elegant	–	80,0
Javlo	–	82,5
Inovert	–	87,5
Kísérleti átlag	58,0	
Vizsgálat helye / ideje	Tordas / 06. 30.	

ben. 1999-ben azonban az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet tordasi növény-fajtakísérleti állomásán a szárazborsók teljesítménykísérletében a tenyésző végére nagy fertőzési nyomás alakult ki, amely lehetővé tette a fajták rezisztenciavizsgálatát. A vizsgált fajtajelöltek (n = 34) közül mindössze négy genotípus bizonyult mérsékelt rezisztensnek (Pinocchio, Ceb 1469, Ceb 1463, SG-L 23), a többi közepesen vagy annál nagyobb mértékben volt fogékony (6. táblázat).

Napraforgórozsdá

A napraforgórozsdá (*Puccinia helianthi*) előfordulása a fajtajelöltek és az államilag elismert napraforgófajták kísérleteiben ugyancsak sporadikus jellegű volt az évjáratok többségében. A minősített fajtasor rezisztenciaviszonyainak feltárására elsőként 2003-ban nyílt lehetőség (Tordas), amikor a kísérletben szereplő fajták (n = 44) közül 10 bizonyult ellenállónak. 2007-ben a csökkentett fajtaszámmal (n = 15) beállított kísérletből csak egy középérésű hibrid (Albatre) volt ellenálló (7. táblázat).

Rózsarozsdá

A bokorrózsafajták lombzatát gyakran fertőzi a rózsarozsdá (*Phragmidium mucronatum*), esetenként korai levélhullást okozva. 2001–2002-ben a tordasi fajtagyűjteményben (n = 113) 20 genotípus tűnt ki ellenállóságával, miközben a legfogékonyabb fajták lombfertőzöttsége (fertőzött levélfelület) meghaladta a 70–80%-ot (8. táblázat).

Szederrozsdá

Hazánkban a gyümölcsstermő növényeket általában nem fenyegeti súlyos rozsdabetegség. A pölöskei növény-fajtakísérleti állomáson a szederrozsdá (*Kuehneola albida*) lépett fel számottevő mértékben az utóbbi évtizedben. A kórokozó könnyen felismerhető a levelek fonákán és a hajtásokon előforduló citromsárga uredospuzulákról. Az 1999. év csapadékos tavaszán jelentős járvány alakult ki Pölöskén, amely lehetővé tette a szederfajtajelöltek fogékonyságá-

7. táblázat

Államilag elismert napraforgófajták és -hibridek napraforgórozsdával szembeni viselkedése
(2003, 2007)

Kísérlettypus/ érés csoport	Év	Genotípus	Reakció (F/R)
I. Igen korai érésű fajták	2003.	Nova, Louidor, Floria Magog, Samanta, LG 5385, Itanol	R F
	2007.	valamennyi genotípus (n=3)	F
II. Korai érésű fajták	2003.	Sonrisa, Cresus, Cledor, Coriste, Astor, PR 63 A90 19 genotípus	R F
	2007.	valamennyi genotípus (n=5)	F
III. Középérésű fajták	2003.	valamennyi genotípus (n=7)	F
	2007.	Albatre Helican, ES Lolita, NK Armoni, MAS 97 A, LG 5635	R F
VI. Étkezési fajták	2003.	IS 8004	R
	2007.	Marica 2, Iregi sűrű csíkos, Birdy, Hattyú valamennyi genotípus (n=5)	F F
Vizsgálat helye/ ideje	2003.	Tordas / 08. 04.	
	2007.	Kompolt / 08. 30., Debrecen / 09. 04.	

8. táblázat

9. táblázat

Bokorrózsafajták rozsdafertőzöttsége, 2001–2002
(fertőzöttség szélsőértékei) (kivonat)

Fajta	<i>Phragmidium mucronatum</i>	
	minimum	maximum
	fertőzött felület %	
	„A” kísérlet (n=56)	
9 fajta	0,0	–
Baccard	–	60,0
Laucome	–	85,0
	„B” kísérlet (n=57)	
10 fajta	0,0	–
Papa Meiland	–	55,0
Karin	–	65,0
Batthyány Lajos	–	70,0
Vizsgálat helye / ideje	Tordas / 06. 30.	

Szederfajták rozsdafertőzöttsége, 1999–2000

Fajta	Szederrozsda (<i>Kuehneola albida</i>) fertőzött felület %	
	1999	2000
Év		
Fertődi bőtermő st. (szedermálna)	1,0	0,0
Tayberry fj. (szedermálna)	1,0	0,0
Thornfree st.	65,0	95,0
Jumbo fj.	55,0	60,0
Bromba Delicado fj.	0,0	0,0
Nessy fj.	3,0	0,0
Kísérleti átlag	18,3	22,1
Kísérlet helye, ideje	Pölöske 9. 15.	Pölöske 5. 4.

nak értékelését a kórokozóval szemben (9. táblázat). A szederrozsda járványos fellépése egész Zala megyére jellemző volt, és a termesztőknek

jelentős kárt okozott. A betegség még 2000-ben is fellépett, de a későbbi években már nem észleltük a kórokozó jelenlétét Pölösken.



CSEBER
csomagolóeszköz-begyűjtési rendszer

A növényvédő szeres göngyölegek és csávázott vetőmag zsákok nyári visszagyűjtési akciója

július hónapban lesz.

Az őszi akciót novemberre tervezzük.

Tervezze meg göngyölegeinek visszaszállítását, időben vegye fel a kapcsolatot az Önhöz legközelebbi gyűjtőhellyel!

Gyűjtőhelyeink címeit megtalálja

www.cseber.hu WEB lapunkon is!

KITEKINTÉS AZ EGZOTIKUS ROZSDAGOMBÁK VILÁGÁBA

Kiss Levente

MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, 1525 Budapest, Pf. 102.

A kávérozsa, amelynek 19. századi ázsiai fellépése elvezetett az európai tea fogyasztás jelentős növekedéséhez és az ezzel kapcsolatos teázási kultúra kialakulásához, vagy például az ázsiai szójarozsda, szőlőrozsa, valamint azok a trópusi rozsdagombafajok, melyeket specializálódott „biológiai fegyverekként” használtak fel különböző gyomnövények elleni biológiai védekezésben, mind olyan, számunkra egzotikus fajok, melyek változatos életciklusa, spórátípusai, gazdanövényköre, tüneti képei hangsúlyozzák a rozsdagombák rendkívül színes világát. E munka célja a rozsdagombák változatosságának bemutatása az említett fajok biológiájának ismertetésén keresztül.

Abból a több mint 7000 fajból, amelyek a rozsdagombák (Uredinales) rendjébe tartoznak, kb. 500 fordul elő Magyarországon – a fajok többsége ugyanis számunkra egzotikus területeken él, és rendkívül változatos életciklus- ill. spórátípusokkal, gazdanövénykörrrel, valamint a legkülönbözőbb tüneti képekkel jellemezhető. A rendkívüli faj- és formagazdagság következtében a rozsdagombák egyértelműen a növénykórokozó gombák egyik legszínesebb csoportját alkotják. A következőkben a teljesség igénye nélkül bemutatunk néhány olyan egzotikus fajt, amelyek gazdasági vagy egyéb szempontból különösen fontossá váltak, és hozzájárultak ahhoz, hogy a növénykórokozó gombák jelentősége széles körben, a növényvédelem és a növénytermesztés területén kívül is ismertté váljon.

Miért nem iszunk ceyloni tea helyett ceyloni kávé?

Ceylon (ma Srí Lanka), valamint Szumátra és Jáva szigeteit a 17. századtól kezdve egészen a 19. század végéig a szó szoros és gazdasági értelmében is virágzó kávéültetvények népesítették be, amelyek a minden valószínűség szerint Afrikából, Etiópiából származó *Coffea arabica* egy változatának monokultúrái voltak. Azok a holland és angol telepesek, akik a kávétermesz-

tést kezükben tartották, és ellátták Európát az akkoriban már közkedvelt ital alapanyagával, bizonyára nem voltak tisztában a monokultúrák sebezhetőségével. Azért, hogy növeljék a termelést, az 1800-as években Ceylon szigetén nagy kiterjedésű trópusi erdőket irtottak ki, és helyükön egybefüggő kávéültetvényeket létesítettek. A probléma nem sokkal ezután, 1867-ben kezdődött – ebben az évben jegyezték fel először Ceylon szigetén egy rozsdagomba felbukkanását a kávécserejéken. Az ezt követő tíz év alatt kibontakozott rozsdajárványok következtében a kávétermesztés Ceylonban összeomlott: 1870-ben még 45 ezer tonna kávé termelt a szigeten, 1889-ben már csak 5 ezer tonna... A betegség gyorsan tovább terjedt a szomszédos szigetek kávétermesztő területeire is, ahol hasonló pusztítást okozott. A teljes gazdasági csőd elkerülésére pár év múlva kávé helyett teát kezdtek el termesztetni ezeken a területeken, és a terv beavált – a teatermesztés ma is virágzik Ceylonban, és más ázsiai területeken is, ahol a gyorsan terjedő rozsdajárványok miatt a 19. században fel kellett számolni a kávéültetvényeket (Schumann 1991, Staples 2000, Money 2007).

A röviden összefoglalt történet érdekes adaléka, hogy a kávétermesztők gondjainak megoldására 1880-ban Ceylonba érkezett fiatal botanikus, Harry Marshall Ward (1854–1906), tők-

letes helyzetfelismerésről tett tanúbizonyságot (Ayres 2005). H. M. Ward, aki később Cambridge-ben a botanika professzora lett, és akit ma növénypatológusnak neveznénk, azonnal felhívta a figyelmet arra, hogy a nagy kiterjedésű, részben már elpusztult vagy alig termő kávéültetvényeken semmi nem akadályozza a rozsdaspórák szélessel történő terjedését. Emellett, pár évvel a Millardet-féle bordói lé bevezetése előtt, mézskénleves permetezést javasolt a fertőzések leküzdésére! Kísérleti úton, az uredospórákat glicerines üveglemezekkel csapdázva, és csírázásukat fénymikroszkóppal alaposan tanulmányozva számos alapvető megállapítást tett a fertőzések kialakulásával kapcsolatban, és megállapította azt is, hogy a kén tartalmú szerek akkor a leghatásosabbak, ha a spórák csírázásakor kerülnek a levelekre – vagyis felhívta a figyelmet a kezelések precíz időzítésének fontosságára is. A permetezések valóban csökkentették a rozsdafertőzések mértékét, H. M. Ward azonban túl későn érkezett Ceylonba ahhoz, hogy megállítsa a gazdasági összeroppanást – a kávétermesztők kénytelenek voltak kivágni ültetvényeiket, egyesek teatermesztésbe kezdtek, a 19. századi európai kávéfogyasztók egy része pedig rászokott a teára...

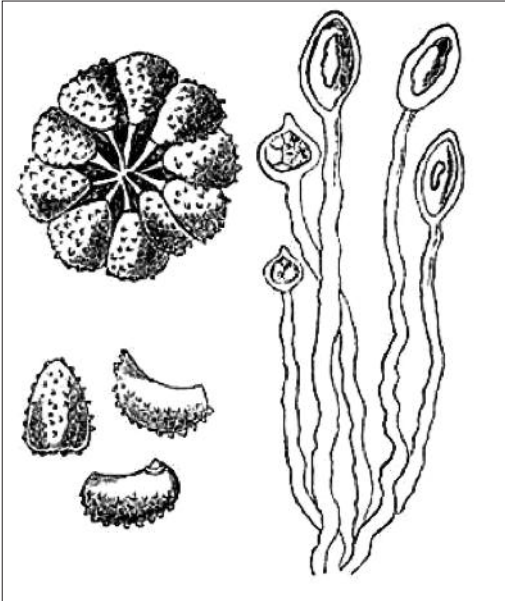
De mitől vált egy rozsdagomba ennyire pusztítóvá? A leveleken, elsősorban azok fonákján kialakuló uredospóra-telepek csökkentik a fotoszintézis mértékét, és rendkívül erős fertőzéskor levélhullást, a lombzat részleges vagy teljes elvesztését, ennek következtében csúcs- és hajtáselhalást okoznak (Waller 1982, Kushalappa és Eskes 1989). Ez utóbbi tényezők a legjelentősebbek a kávétermesztés szempontjából, mivel a termések a cserjéken az előző évben kialakult, majd fásodott vesszőkön jelennek meg. A csúcs- és hajtásnövekedés megakadályozásával a rozsdajárványok a következő évi termést csökkentették – ez vezetett a kávétermesztés 19. századi összeomlásához az ázsiai területeken és közvetve a teafogyasztás népszerűségének növeléséhez.

A kávérozsdá eredete, valamint a kórokozó biológiája, az okozott károk ellenére, máig nem teljesen feltárt. 1861-ben, pár évvel ceyloni felbukkanása előtt, egy brit utazó minden bizony-

nyal ezt a betegséget figyelte meg vadon élő kávécserjéken Afrikában, a Viktória-tó környékén. Mivel úgy tudjuk, hogy a *Coffea arabica* Afrika egyes részein őshonos, elképzelhető, hogy a kórokozó is innen származik, és Afrikából jutott el Ceylonba, majd onnan terjedt tovább a szomszédos ázsiai területek kávéültetvényeire. Mindez azonban nem kellőképpen bizonyított (Ayres 2005, Money 2007). Az első jelzés Ceylonból „kávé levélbetegség”-ként említette 1867-ben, és két évvel később a kitűnő angol mikológus, Miles Joseph Berkeley (1803–1899) Broome nevű asszisztensével közösen a *Gardener's Chronicle* hasábjain már pontosan azonosította, és el is nevezte a kórokozót: *Hemileia vastatrix* néven vonult be a szakirodalomba (*I. ábra*), és ezen a néven ismert ma is.

A kávérozsdát okozó gombafaj elsősorban uredospórákat képez a fertőzött levelek fonákján, és ezek alakja némiképp eltér a legtöbb rozsdagombafaj uredospórájának alakjától – sündisznóhoz hasonlítható, mivel tüskék (ornamentációk) csak a spórák egyik oldalán találhatók (*I. ábra*). A vese alakú uredospórák másik különlegessége az, hogy a sztómákon keresztül felszínre törő hifákon keletkeznek, vagyis a kávérozsdá-micélium, számos faj micéliumával ellentétben, nem szakítja fel a levelek bőrszövetét sporuláció idején (Nutman és Roberts 1963). Az idősebb uredospóra-telepekben olykor a teleutospórák megjelenését is megfigyelték, ezek szerepe azonban nem világos a kávérozsdá életciklusában, mivel az ezeken ritkán keletkező bazidiospórák a kávé nem fertőzik, a *H. vastatrix* köztesgazdája (vagy köztesgazdái) pedig nem ismertek (Coutinho és mtsai 1995, Money 2007). A kórokozó mai tudásunk szerint is elsősorban uredo alakban terjed és marad fent a természetben – trópusi és szubtrópusi vidékeken, ahol előfordul, feltehetően nincs szükség nyugalmi állapotra. Életképes uredospórákat csapdáztak már 1000 méter magasságban is, repülőgépre szerelt spóracsapdákkal; ennek alapján elképzelhető, hogy a kórokozó légáramlatok útján nagy távolságokra képes eljutni.

A kávétermesztés története az 1870-es években csődbe ment ceyloni, jávai és szumátrai próbálkozásokat követően Afrika egyes részein,



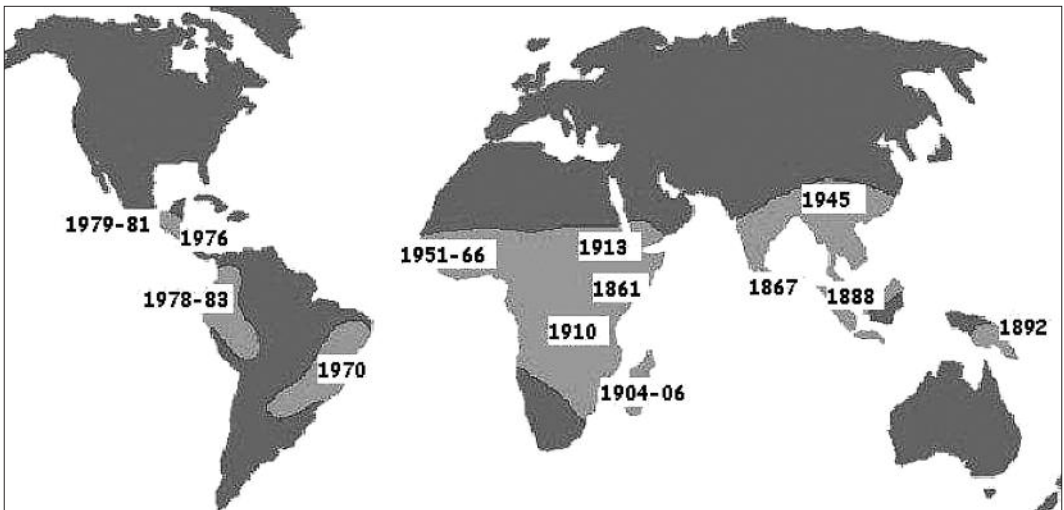
1. ábra. A kávérozsdá kórokozója, a *Hemileia vastatrix* 1869-ben Berkeley és Broome által a Gardener's Chronicle-ben történt leírásához kapcsolódó rajz

majd Dél-Amerikában, elsősorban Brazíliában folytatódott. Afrika kávéültetvényeiben hamarosan elterjedté váltak a rozsdajárványok (2. ábra), Brazíliában azonban, talán a szigorú karanténkörülményeknek köszönhetően 1970-ig sikerült megakadályozni a *H. vastatrix* felbuk-

kanását (Money 2007). Ettől kezdve Dél- majd Közép-Amerikában is gyorsan elterjedt a kávérozsdá (2. ábra), a modern fungicidek korában, néhány, rozsdával szemben rezisztens és toleráns kávéfajta birtokában azonban már nem jelentett gondot a betegség leküzdése, ill. visszaszorítása (Schieber és Zentmyer 1984). Brazília ily módon a kávétermesztés, Ceylon és más ázsiai területek pedig a teatermesztés folytán váltak méltán ismertté a világban...

Új növénybetegség Észak-Amerikában: a szójarozsda

Talán nincs még egy olyan újonnan felbukant növénykórokozó az Egyesült Államokban, amely akkora érdeklődést, szakmai összefogást és összehangolt intézkedéssorozatot váltott volna ki az elmúlt években, mint a szóján az USA kontinentális részén először 2004-ben azonosított rozsdagombafaj, a *Phakopsora pachyrhizi* (Schneider és mtsai 2005). (Hawaii szigetén egyébként már jóval előbb feltűnt a betegség [Killgore és mtsai 1994] de onnan nem terjedt tovább az USA más területeire.) A riadalom érthető, hiszen a kiterjedt amerikai szójatermesztést nagyon veszélyeztető, gyorsan terjedő járványokat és a fertőzött növények súlyos károsítását kiváltó kórokozóról van szó, amelynek



2. ábra. A kávérozsdá terjedésének főbb állomásai. (Forrás: APSnet)

kártételét az ázsiai szójatermesztők jól ismerik – ezért is nevezik a betegséget az amerikai szakirodalomban „ázsiai szójarozsádnak”. A Japánban 1902-ben leírt kórokozó, a *P. pachyrizi*, kezdetben elsősorban Japánban, Kínában, Indiában, Tajvanon és Thaiföldön okozott súlyos veszteségeket, eredményes növényvédelem nélkül akár 90–100%-os termésvesztést, majd megjelent Afrikában és Dél-Amerikában is. Az Egyesült Államok szakemberei valójában már évek óta számítottak felbukkanására az USA szójatermesztő területein (Bonde és mtsai 2006, Pan és mtsai 2006). Úgy tűnik, hogy 2004 szeptemberében az USA déli államain végigsöpörő Iván nevű hurrikán szállította az első járvány kitörését előidéző inokulummenyiséget Dél-Amerikából, pontosabban Kolumbiából – ezt a feltételezést modellszámítások is megerősítették (Pan és mtsai 2006).

A problémát elsősorban az okozza az USA-ban, hogy az ott termesztett szójafajták zöme nagyon fogékony a betegségre (Bonde és mtsai 2006): 10–15 nap alatt bizonyos fajták teljes állománya erősen fertőzötté válik, ha a kórokozó felbukkan a területen, így a fungicides védekezés csak akkor hatékony, ha sikerül a járvány kitörésének kezdetén vagy megelőző jelleggel permetezni. A betegség gyors amerikai terjedésének egyik következménye nyilván az lesz, hogy előtérbe kerül a toleráns és rezisztens fajták termesztése, jelenleg azonban az előrejelzés és az erre épített vegyszeres védekezés jelenti a betegség leküzdésének fő eszközét.

A rendkívül agresszív növénykórokozóként ismert, ázsiai eredetű *P. pachyrizi* mellett egy másik rozsdagombafaj, a *P. meibomiae* is fertőzi a szóját (Frederick és mtsai 2002). Ez a Dél-Amerikában és a Karib-tenger vidékén is elterjedt faj azonban nem okoz jelentős károkat a szójatermesztésben (Bonde és mtsai 2006), éppen ezért terjedésével kapcsolatban nem kongatnak vészharangot az USA-ban. A számunkra egzotikus rozsdagombákkal kapcsolatban érdemes megemlíteni a *Phakopsora* nemzetség egy harmadik fajtát, a *P. euvitist* is, amely a szőlőt fertőzi Ázsiában (Chatasiri és Ono 2008). Az ázsiai szőlőrozsda európai felbukkanásáról egyelőre nincsenek adatok, de az EPPO listáján

szerepel mint potenciális veszélyforrás az európai szőlőtermesztésben...

Rozsdagombák mint biológiai fegyverek

Mivel egyes rozsdagombafajok jelentős mértékben képesek károsítani gazdanövényeiket, jóllehet obligát biotróf kórokozóként csak ritkán pusztítják el ezeket, az elmúlt évtizedekben felmerült annak lehetősége, hogy specializálódott „biológiai fegyverekként” is felhasználhatók lehetnek egyes gyomnövények elleni biológiai védekezésben, természetesen elsősorban nem a mezőgazdasági területeken, hanem azokon kívül, olyan esetekben, amikor más gyomszabályozási módszerekkel nem sikerül megfékezni a nem kívánt növényfajok terjedését (Schwarczinger és Polgár 1999). A gyomszabályozás fogalmán még ma is sokan kizárólag a mezőgazdasági területek herbicides kezelését értik, jóllehet ez a tevékenység ennél sokkal kiterjedtebb, magában foglalva a természetvédelmi területeken, lakott területeken, ruderaliákon stb. fellépő gyomnövények visszaszorítását is (Evans és mtsai 2001). Magyarországon például a parlagfű elleni biológiai védekezés kapcsán merült fel egy Amerikából ismert rozsdagomba, a *Puccinia xanthii* felhasználhatóságának gondolata, karantén körülmények között végzendő, kiterjedt kutatómunka alapján (Bohár 1996, Kiss és mtsai 2003), az inokulum beszerzésével kapcsolatos problémák azonban mindmáig megakadályozták e lehetőség kiaknázását (Kiss 2007a,b). Más *Puccinia*-fajokat eredményesen használtak fel a biológiai gyomszabályozásban: például 2003-ban, majd ezt követően több alkalommal az Egyesült Államokban, Kaliforniában kibocsátották a *P. jaceae* egy Törökországból származó izolátumát azért, hogy az ott amúgy feltartóztatlanul terjedő, Európából behurcolt sáfrányos imola (*Centaurea solstitialis*) természetes ellenségeként csapást mérjenek ezek populációira (Fisher és mtsai 2007). Ez a rozsdagombafaj nem fordul elő Észak-Amerikában, ezért kibocsátását több éves intenzív, karantén laboratóriumban végzett vizsgálatok előzték meg, amelyek során bebizonyosodott, hogy a kórokozó nem jelent veszélyt



3. ábra. A Dél-afrikai Köztársaságban kibocsátott, Ausztráliában őshonos rozsdagomba, az *Uromycladium tepperianum* által okozott gubacszerű képződmények az *Acacia saligna* hajtásain (forrás: Morris 1997)

őshonos vagy más szempontból jelentős növényfajokra Amerikában (Bruckart 2006). A biológiai fegyverként alkalmazott spóramennyiséget a gazdanövényeken mesterségesen szaporították fel a kibocsátások előtt (Fisher és mtsai 2007). Hasonló módon alkalmazták a *P. chondrillina* egy európai izolátumát Ausztráliában az oda Európából behurcolt nyúlparjé (*Chondrilla juncea*) elleni biológiai védekezésben (Charudattan és Dinoor 2000), valamint ugyancsak Ausztráliában bocsátották ki a *Phragmidium violaceum* európai izolátumait az ott amúgy visszaszoríthatatlanul terjedő, Európából származó vadszederállományok ellen (Charudattan és Dinoor 2000, Evans és mtsai 2001, Seier 2005).

A *Puccinia*- és a *Phragmidium*-fajokon kívül, amelyek nem tekinthetők számunkra egzotikus gombacsoportnak, több trópusi és szubtrópusi rozsdagombafajt is felhasználtak már a gyomnövények elleni biológiai védekezésben. Különösen ismertté vált például a Dél-afrikai Köztársaságban elvégzett munka, amelynek során egy gyorsan terjedő, Ausztráliából behurcolt fafaj, az *Acacia saligna* terjedését sikerült megállítani egy rozsdagomba, az *Uromycladium tepperianum* felhasználásával (Morris 1997). Az *U. tepperianum* Ausztráliában is jelentős ká-

rokat okoz az ott őshonos *A. saligna*-populációkban, mivel a leveleken és főként a fiatal hajtásokon nagyméretű gubacszerű képződmények kialakulását indukálja (3. ábra), amelyek erősen gátolják a fák növekedését. A biológiai védekezési kísérletek az 1980-as években kezdődtek a Dél-afrikai Köztársaságban – akkoriban az *A. saligna* a legelterjedtebb gyomnövénynek számított az afrikai országban (hasonlóan a mai hazai parlagfűhelyzethez), mivel számos erdős és egyéb területen elterjedt, kiszorítva az őshonos fajokot. A kutatók több mint 50 helyen, több alkalommal megfertőzték egyes fák leveleit és hajtásait az előző-

leg gazdanövénykörét tekintve körültekintően megvizsgált *U. tepperianum* spóráival, és a mesterséges kibocsátásokat követő hónapokban és években egyértelművé vált, hogy sikerült ezáltal rozsdajárványokat kiváltani, amelyek gyorsan terjedtek az *A. saligna*-állományokban (Morris 1991). A több éves fákat azonban a rozsdafertőzések csak különleges esetekben pusztították el, ezért fakivágásokkal, égetéssel is ritkították az *A. saligna* populációit. Az így keletkezett területeken gyorsan megjelenő fiatal *A. saligna*-sarjak azonban nagyrészt áldozatul estek a spontán módon terjedő rozsdafertőzéseknek, mivel a fiatal növényeken keletkező nagyméretű gubacszerű képződmények (3. ábra) pusztító hatásúaknak bizonyultak. Kb. egy évtizeddel a biológiai védekezési kísérletek kezdete után elmondható volt, hogy az *U. tepperianum* kibocsátása beváltotta a hozzá fűzött reményeket, és ma már nem az *A. saligna* a legelterjedtebb nemkívánatos fafaj a Dél-afrikai Köztársaságban (Morris 1997).

Hasonlóan sikeres biológiai védekezési kísérletet sikerült végrehajtani nemrég Ausztráliában egy eredetileg dísnövényként ültetett, Madagaszkárról származó kúszónövényfaj, a *Cryptostegia grandiflora* terjedésének visszaszorítására. Az elvadult növények az elmúlt

évtizedekben gyorsan terjedni kezdtek Ausztrália egyes területein, benőve több mint 40 000 km²-t, elsősorban Queensland tartományban, és kiszorítva onnan az őshonos növényvilág különböző populációit. E kúszónövények képesek szó szerint beborítani akár 40 m magas fákat, ezáltal az ezek alatt található aljnövényzetet is, ezért nem meglepő, hogy az 1990-es években Ausztrália egyes területein éppen ezt az inváziós növényfajt tartották a legnagyobb veszélyforrásnak a természetes ökoszisztémák megőrzése szempontjából. A megoldást a *C. grandiflora* őshazájából, Madagaszkárról származó, szintén nagyon agresszívén terjedő, és gyors lefolyású járványokat kiváltó rozsdagombafaj, a *Maravalia cryptostegiae* „bevetése” jelentette, amely az alapos, több éves vizsgálatok szerint más növényfajt nem képes fertőzni (Evans és mtsai 2001). Ennek uredospóráival fertőzték meg az ausztrál *C. grandiflora*-populációkat, különböző inokulálási módszereket használva, pl. a spórákat repülőőről vagy helikopterből kiszórva az egyébként nehezen megközelíthető, *C. grandiflora*-állománnyal szó szerint elborított területeken (Tomley és Evans 2004). A rozsdajárványok kialakulását követően a fertőzött növényeket esetenként mechanikai eszközökkel és égetéssel is pusztították, miután kiderült, hogy a rozsdával erősen fertőzött, száradó növényállomány felégetése után az őshonos növényvilág ismét el tudja foglalni az adott területeket...

Összefoglalás

Az említett néhány példa csupán ízelítőül szeretne szolgálni a rozsdagombák rendkívül színes világának bemutatása, valamint annak hangsúlyozására, hogy egyes jelentős növénybetegségek, mint pl. a kávérozsdá, a burgonyavész vagy a szilfavész, számottevő mértékben befolyásolták Európa történelmét, a társadalmi szokásokat és az emberek mindennapi életét. A világszerte elterjedt rozsdagombák gazdasági és egyéb jelentősége ellenére jelenleg nem rendelkezünk pl. e gombacsoport egészével foglalkozó olyan nemzetközi vagy hazai monografikus jellegű munkákkal, amelyek támpontot

nyújtanának a fajok pontos azonosításához és biológiájuk megismeréséhez. Az egyetlen használható, több kiadást megért nemzetközi rozsdamonográfia (Cummins és Hiratsuka 2004) „mindössze” arra vállalkozott, hogy a nemzetiségek szintjén tegye lehetővé ezek azonosítását. Mindez jól mutatja a rozsdagombák rendszertanával és a fajok azonosításával kapcsolatos kutatómunka nehézségét, ugyanakkor felkínálja a kibontakozás lehetőségét akár a hazai kutatók számára is...

IRODALOM

- Ayres, P. (2005): Harry Marshall Ward and the Fungal Thread of Death. APS Press, St. Paul, MN, USA
- Bohár Gy. (1996): A parlágfü (*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatiar* (L.) Descourt.) elleni biológiai védekezés lehetőségei kórokozó gombák segítségével. Növényvédelem, 32: 489–492.
- Bonde, M. R., Nester, S. E., Austin, C. N., Stone, C. L., Frederick, R. D., Hartman, G. L. and Miles, M. R. (2006): Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomiae* isolates. Plant Dis., 90: 708–716.
- Bruckart, W. L. (2006): Supplemental risk evaluations of *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* for biological control of yellow starthistle. Biol. Control, 37: 359–366.
- Charudattan, R. and Dinooor, A. (2000): Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. Crop Prot., 19: 691–695.
- Chatasiri, S. and Ono, Y. (2008): Phylogeny and taxonomy of the Asian grapevine leaf rust fungus, *Phakopsora euvitis*, and its allies (Uredinales). Mycoscience, 49: 66–74.
- Coutinho, T. A., Rijkenberg, F. H. J. and Vanasch, M. A. J. (1995): Teliospores of *Hemileia vastatrix*. Mycol. Res., 99: 932–934.
- Cummins, G. B. and Hiratsuka, Y. (2004): Illustrated Genera of Rust Fungi, 3rd Edition. APS Press, St. Paul, MN, USA
- Evans, H. C., Greaves, M. P. and Watson, A. K. (2001): Fungal biocontrol agents of weeds. In: Butt, T. M., Jackson, C. and Magan, N. (eds): Fungi as Biocontrol Agents. CABI Publishing, Wallingford, UK, 169–192.
- Fisher, A. J., Woods, D. M., Smith, L. and Bruckart, W. L. (2007): Developing an optimal release strategy for the rust fungus *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* for biological control of *Centaurea solstitialis* (yellow starthistle). Biol. Control, 42: 161–171.

- Frederick, R. D., Snyder, C. L., Peterson, G. L. and Bonde, M. R.** (2002): Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. *Phytopathology*, 92: 217–227.
- Killgore, E., Heu, R. and Gardner, D. E.** (1994): First report of soybean rust in Hawaii. *Plant Dis.*, 78: 1216.
- Kiss L., Vajna L. és Bohár Gy.** (2003): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elleni biológiai védekezés lehetőségei. *Növényvédelem*, 39: 319–331.
- Kiss, L.** (2007a): Is *Puccinia xanthii* a suitable biological control agent of *Ambrosia artemisiifolia*? *Biocontrol Sci. Technol.*, 17: 535–539.
- Kiss, L.** (2007b): Why is biocontrol of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), the most allergenic weed in Eastern Europe, still only a hope? In: **Vincent, C., Goettel, M. and Lazarovits, G.** (eds): *Biological Control – a Global Perspective*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 80–91.
- Kushalappa, A. C. and Eskes, A. B.** (1989): Advances in Coffee Rust Research. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 27: 503–531.
- Money, N. P.** (2007): *The Triumph of the Fungi – A Rotten History*. Oxford University Press, New York, USA
- Morris, M. J.** (1991): The use of plant pathogens for biological weed control in South Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 37: 239–255.
- Morris, M. J.** (1997): Impact of the gall-forming rust fungus *Uromykladium tepperianum* on the invasive tree *Acacia saligna* in South Africa. *Biol. Control*, 10: 75–82.
- Nutman, F. J. and Roberts, F. M.** (1963): Studies on the biology of *Hemileia vastatrix*. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 46: 27–48.
- Pan, Z., Yang, X. B., Pivonia, S., Xue, L., Pasken, R. and Roads, J.** (2006): Long-term prediction of soybean rust entry into the continental United States. *Plant Dis.*, 90: 840–846.
- Schieber, E. and Zentmyer, G. A.** (1984): Coffee rust in the Western Hemisphere. *Plant Dis.*, 68: 89–93.
- Schneider, R. W., Hollier, C. A., Whitam, H. K., Palm, M. E., McKemy, J. M., Hernandez, J. R., Levy, L. and DeVries-Paterson, R.** (2005) First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States. *Plant Dis.*, 89: 774.
- Schumann, G. L.** (1991): *Plant Diseases: Their Biology and Social Impact*. APS Press, St. Paul, MN, USA
- Schwarczinger I. és Polgár A. L.** (1999): Gyomnövények elleni biológiai védekezés. In: **Polgár A. L.** (szerk.): *A biológiai növényvédelem helyzete Magyarországon*. OMFB, Budapest, 152–180.
- Staples, R. C.** (2000): Research on the rust fungi during the twentieth century. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 38: 49–69.
- Seier, M. K.** (2005): Fungal pathogens as classical biological control agents for invasive alien weeds – are they a viable concept for Europe? *Neobiota*, 6: 165–175.
- Tomley, A. J. and Evans, H. C.** (2004): Establishment of, and preliminary impact studies on, the rust, *Maravalia cryptostegiae*, of the invasive alien weed, *Cryptostegia grandiflora* in Queensland, Australia. *Plant Pathol.*, 53: 475–484.
- Waller, J.** (1982): Coffee rust epidemiology and control. *Crop Prot.*, 1: 385–404.

AN OVERVIEW OF EGZOTIC RUST FUNGI

L. Kiss

Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences, H-1525 Budapest, P.O. Box 102, Hungary

Rust fungi (Uredinales) are one of the most variable groups of plant pathogens in terms of their morphology, types of spores, host ranges and other characteristics. This paper reviews the biology of a number of egzotic species, including *Hemileia vastatrix*, the causal agent of the Asian coffee rust epidemics in the 19. century that had resulted in a considerable increase of tea consumption in Europe, and *Phakopsora pachyrhizi*, a species causing severe epidemics on soybean and introduced recently to the USA, and other interesting rust species, such as *Maravalia cryptostegiae* and *Uromykladium tepperianum*, both used in the biological control of noxious weeds in different parts of the world.



1. ábra. Vörösrozsda-fertőzés
búzaállományban (lr)



2. ábra. A szárrozsdafertőzés
tünete búzán (sr)



3. ábra. Sárgarozsda fertőzés 2001-ben, durum búzán (yr)



1. ábra. A rozsdakutatás úttörői
Az ülő sorban balról a második
Newton M., mellette
Stakman E. C.
Minnesotai Egyetem,
St-Paul, 1922
(A fotó forrása: Kolmer, 2005)

Kapcsolódó cikk a 328. oldalon



2. ábra. A búza levélrozsdája
(*Puccinia triticina*)
(Fotó: Manninger Sándorné)

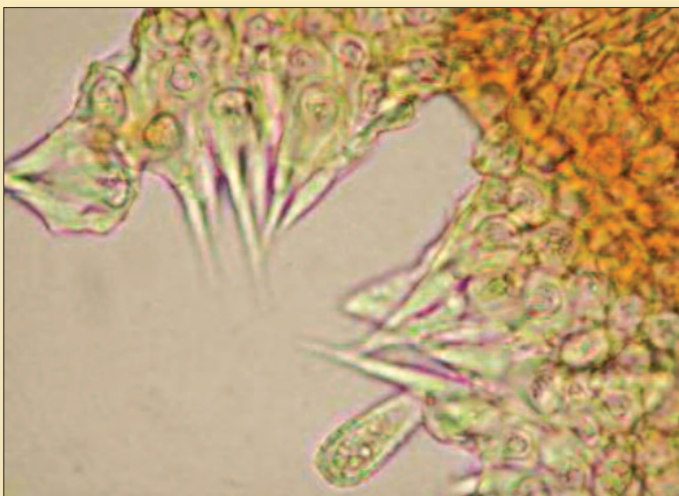


3. ábra. A búza sárgarozsdája
(*Puccinia striiformis*)
(Fotó: Manninger Sándorné)



1. ábra. *Melampsora* spp.
okozta levélorzsdá fehér
nyáron
(Fotó: Szabó Ilona)

2. ábra. *Melampsoridium
hiratsukanum*, uredospórák
(Fotó: Szabó Ilona)



3. ábra. *Melampsoridium
hiratsukanum*, osztioláros
sejtek nyúlványai
(Fotó: Szabó Ilona)



4. ábra. *Melampsorium betulinum* okozta levélrozsda nyíren
(Fotó: Szabó Ilona)



5. ábra. *Chrysomyxa abietis* teleutotelepek ezüstfenő tűin
(Fotó: Szabó Ilona)



6. ábra. *Gymnosporangium fuscum* teleutotelepei *Juniperus sabina* ágon
(Fotó: Szabó Ilona)



2. ábra. A krizantém fehérrozsda tünetei a levél fonákán (Debrecen, 2007)
(Fotó: Nagy Csaba)



3. ábra. A *Puccinia distincta* McAlpine százsorszép levélalapjain kialakult spermogóniumai
(Fotó: Nagy Csaba)

Kapcsolódó cikk a 345. oldalon



4. ábra. A *Puccinia punctiformis* (F. Strauss) Röhl súlyos kártétele mezei acaton
(Fotó: Nagy Csaba)

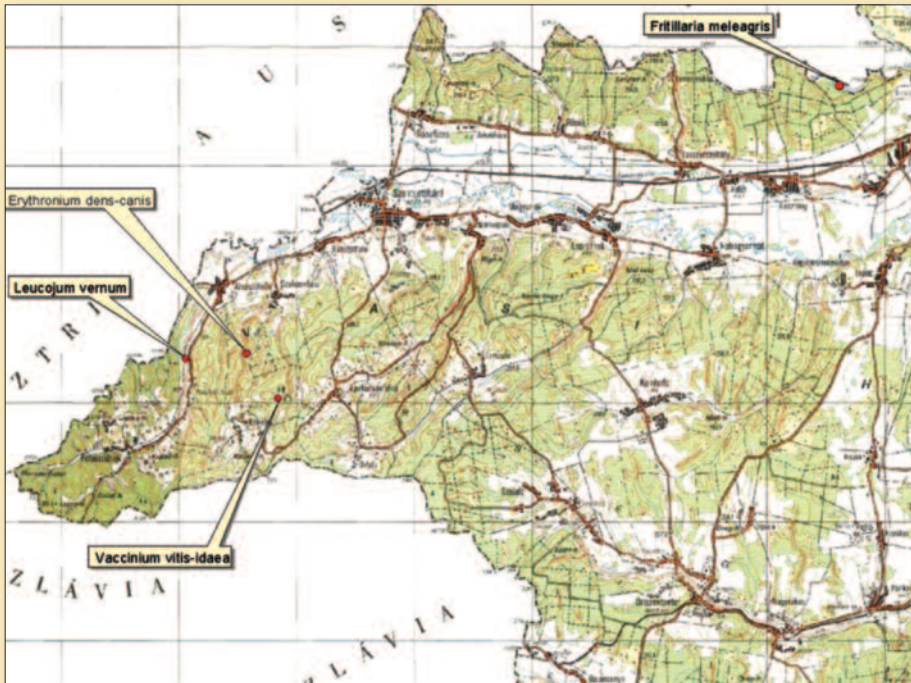


2. ábra. Spermogónium díszalma levelén



3. ábra. Ecídiumnyúlványok díszalmán

Kapcsolódó cikk a 350. oldalon



1. ábra. Az Órségben vizsgált négy védett növényfaj fertőzött állományának lelőhelye



2. ábra. A Kőszegi Tájvédelmi Körzetben vizsgált szártalan bábakalács fertőzött állományának lelőhelye



3. ábra. Kockásliliom-rozsda (*Uromyces lilii*) tünetei száron és ecidiosporái (Büksi rét)



4. ábra. Szártalanbákalács-rozsda (*Puccinia carlinae*)
(A – uredo- és teleutospórák, B – kétsejtű teleutospórák)