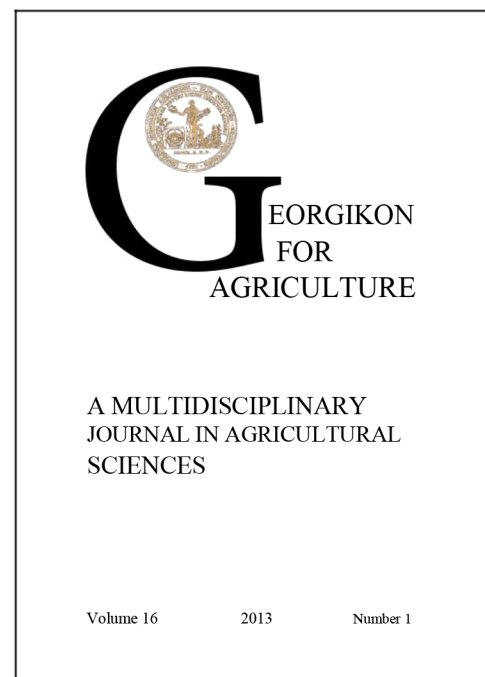




G EORGIKON FOR AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

XXIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum
2013. január 23–25. Keszthely

Magyar nyelvű különszám

Volume 16

2013

Number 1

The Journal of the **Georgikon for Agriculture** (briefly: G. Agric) is published twice a year by the Pannon University, Georgikon Faculty. Articles of original research find-ings in all fields of agriculture and related topics are published in the Journal subse-quent to critical review and approval by the Editorial Board. Manuscripts should be sent in three copies to the Editor:

Angéla Anda, DSc
Pannon University, Georgikon Faculty
16 Street Deak F. KESZTHELY
Hungary, H-8360

The length of the manuscript should not exceed 16 pages including tables and figures. The manuscript should be in double-spaced typing. Tables and figures should be em-bedded in the text with the left hand margin at least 3 cm wide. The first page should contain the title of the Paper, Name and Institution(s) of the Author(s), followed by an Abstract (not more than 200 words), Összefoglalás and keywords. Except for pecu-liar cases the text should contain the following chapters: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussions, References, Tables and Figure captions. Use of Word 6.0 and above is preferred.

The publication of papers in G. Agric is free of charge.
More details on publication preparation and previous issues should be found on the website of the Faculty: <http://www.georgikon.hu>

Editorial Board

Editor-in-Chief: J. Péter Polgár, PhD, Dean of the Faculty
Editor: Angéla Anda, DSc
Associate Editor: Péter András Takács, PhD
Technical Editor: Éva Kormos

Georgikon Faculty founded by Count G. Festetics in 1797. Georgikon was among the first regular agricultural colleges in Europe that time.

Responsible Publisher is the Dean of the Georgikon Faculty, University of Pannonia, KESZTHELY.

HU ISSN 0239 1260

Pannon Egyetem Georgikon Kar
Növényvédelmi Intézet



XXIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum 2013.

2013. január 23-25.
Keszthely

A konferencia szervezője:

**Pannon Egyetem
Georgikon Kar
Növényvédelmi Intézet
Keszthely**

Szervezőbizottság:

Elnök:

Dr. Takács András Péter *intézetigazgató egyetemi docens*

Titkár:

Dr. Budai Péter *egyetemi docens*

Tagok:

Dr. Gáborjányi Richard *egyetemi tanár*

Dr. Horváth József *professor emeritus*

Keresztes Balázs *intézeti mérnök*

Dr. Marczali Zsolt *egyetemi docens*

Dr. Nádasyné dr. Ihárosi Erzsébet *egyetemi docens*

Dr. Szabó Rita *egyetemi tanársegéd*

Hóbár Gabriella *technikai asszisztens*

Patyi Lászlóné *technikai asszisztens*

Tarsoly Gáborné *technikai asszisztens*

Varga Katalin *szervezőtitkár*

Világos Lászlóné *technikai asszisztens*

A XXIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum szervezésében közreműködött:

*MTA Pécsi Akadémiai Bizottságának Növényorvosi Munkabizottsága
MTA Veszprémi Akadémiai Bizottságának Növényvédelmi Munkabizottsága.
MTA Növényvédelmi Tudományos Bizottsága*

TARTALOMJEGYZÉK

PLENÁRIS ELŐADÁSOK

KIRÁLY ZOLTÁN: Növényi és állati immunitás – Különbségek és hasonlóságok	6
DUDITS DÉNES: Géntechnológiával az egészséges növényekért: rezisztencianemesítés a genomika eszközeivel	7

SZEKCIÓ ELŐADÁSOK

AHMED HAMMAD NOUR EL-DEEN – OMAIMA MOHAMED ABDEL-KAFIE – NAIRA MAGED EL-GHAREB: Evaluation of seaweed extract and various plant products against <i>Meloidogyne incognita</i> on basil	28
TIVADAR BALTAZÁR – ILDIKÓ VARGA – MILOŠ PEJCHAL: Practical problems of herbicide control methods against European mistletoe (<i>Viscum album</i> L.)	34
ILDIKÓ VARGA – PETER POCZAI – TIVADAR BALTAZÁR – JAAKKO HYVÖNEN: Effect of different temperatures and antibiotic combinations on the mycelial growth of the European mistletoe hyperparasitic fungus (<i>Phaeobotryosphaeria visci</i>)	41
RAMIN HAJIANFAR – ZSOLT POLGÁR – JÁNOS TALLER: Next generation sequencing based identification of late blight resistance genes in potato	50
ZSÓFIA CSANÁDI – DÁVID VOZIK – ANDOR MOLNÁR – KATALIN BÉLAFI-BAKÓ – KÁROLY DUBLECZ – ANDRÁS FODOR: Antibacterial activity of two entomopathogenic bacteria on some plant and animal pathogens	52
ALINA GOGAN – IOANA GROZEA – JÓZSEF KISS – ÁGNES SZÉNÁSI: Presence of <i>Metcalfa pruinosa</i> colonies in western counties of Romania	58
OCTAVIAN GULER – RADU ȘUMĂLAN: Researches concerning the tolerance to specific pathogens of some wheat genotypes cultivated in Banat plain area. „School of Varieties” Program – Large scale trials, in farm conditions.....	59
EDIT HORVÁTH – ZSOLT MARCZALI: <i>Phytophagous diptera</i> species and their parasitoids in the reed beds of the area of small-balaton lake	61
TÓTH ENDRE KRISTÓF – KRISTON ÉVA – KRIZBAI LÁSZLÓ – BISZTRAY GYÖRGY DÉNES – POLGÁR ZSOLT – WOLF ISTVÁN – HORVÁTH LAJOS – PALKOVICS LÁSZLÓ – BALÁZS ERVIN: Viroidok okozta növénybetegségek. Hazai helyzetkép	66
JUHÁSZ CSILLA – TÓBIÁS ISTVÁN – GULLNER GÁBOR: Lipoxigenáz-függő reakcióutak Tobamovírusokkal fertőzött paprika levelekben.....	77
FODOR ANDRÁS – POLGÁR ZSOLT – BAKONYI JÓZSEF – BÉLAFINÉ BAKÓ KATALIN – HEVESI MÁRIA – NÁDASYNÉ IHÁROSI ERZSÉBET – TATAI ANITA – GÓLYA GELLÉRT: Antimikrobiális peptideket termelő baktériumok felhasználásának lehetőségei prokariota és eukariota burgonya – patogének ellen.....	78
BÖSZÖRMÉNYI ERZSÉBET – VOZIK DÁVID – HEVESI MÁRIA – BRADFORD MCGWIRE – JOSEPH HOGAN – BARCS ISTVÁN – DUBLECZ KÁROLY – FODOR ANDRÁS: Entomopatogén nematodaszimbionta baktériumok antimikrobiális peptidjeinek hatása antibiotikummal szemben polirezisztens és multirezisztens patogén baktériumokra	84

MESTERHÁZY ÁKOS – TÓTH BEÁTA – TOLDI ÉVA – VARGA JÁNOS: Toxintermelő gombákkal szembeni ellenállóság és toxinszennyezés kukoricában, kiemelten az <i>A. flavus</i> -ra és az aflatoxinokra.....	90
GERGELY LÁSZLÓ – BIRTÁNÉ VAS ZSUZSANNA – POÓS BERNÁT: Napraforgó-genotípusok rezisztencia-vizsgálatának eredményei fajta- és provokációs kísérletekben, 2012.....	92
BENDINÉ BENCZE BEATRIX – SZEGLET PÉTER: Szarvasgomba ültetvények növényvédelmi kérdései.....	94
SZAKTER FERENC – WÁGNER GÁBOR: Az éghajlatváltozás aktuális hatásai néhány kórokozóra és kártevőre 2012-ben.....	97
SEPSI ESZTER – PELCZÉDER TIBOR – KONDOR ZSÓFIA – SZABÓ BENCE – TAKÁCS ANDRÁS PÉTER – KADLICKÓ SÁNDOR: A ZÖLDPAJZS®-EK-műtrágya hatása gombatenyészetek fejlődésére.....	104
PUKÁS KATALIN – VEISZ OTTÓ – MARC LEMMENS – HERMANN BÜRSTMAYR – VIDA GYULA: Kalászfertőzést okozó <i>Fusarium</i> fajok összehasonlító vizsgálata őszi búzán	109
KOMÁROMI JUDIT – SZUNICS LÁSZLÓ – SZUNICS LUDMILLA – VIDA GYULA: A búzalisztharmat-populáció változása 40 év alatt.....	115
FARKAS PÉTER – FARKAS ÁDÁM – SLEZÁK KATALIN – PÉNZES BÉLA: A hajtattott fűszerpaprikában is a fitofág <i>Thysanoptera</i> fajok lesznek a növényvédelmet meghatározó kártevők?	120
JENSER GÁBOR – ALMÁSI ASZTÉRIA – TÓBIÁS ISTVÁN – BUJDOS LÁSZLÓ: A dohánytripsz két biotypusa (<i>Thrips tabaci communis</i> és <i>Thrips tabaci tabaci</i>) differenciálódásának egyik lehetősége	122
ZSOLNAI BALÁZS – OROSZ SZILVIA: A <i>Scaphoideus titanus</i> Ball jelenlegi helyzete Magyarországon	123
VARGA ÁKOS – KARAP ANITA – OROSZ ANDRÁS – HALTRICH ATTILA: Szípókás rovarok (<i>Auchenorrhynca</i> , <i>Heteroptera</i>) felmérése <i>Lonicera</i> , <i>Symphoricarpos</i> és <i>Viburnum</i> dísznövényeken	125
TORZSA SAROLTA – SZÁNTÓNÉ VESZELKA MÁRIA – SZŐCS GÁBOR: Csökkenteni lehet-e a darázsszitkár (<i>Synanthedon vespiformis</i>) hernyói által okozott kártétel mértékét az imágók tömeges feromoncsapdázásával szeder-ültetvényben?	126
SZŐCS GÁBOR – TORZSA SAROLTA – SZÁNTÓNÉ VESZELKA MÁRIA: A tö-feltöltögetés, mint új agrotechnikai védekezési módszer a darázsszitkár (<i>Synanthedon vespiformis</i>) ellen szeder-ültetvényben	132
DUDÁS PÉTER – AMBRUS GERGELY – PILTZ MAGDOLNA – TÓTH FERENC: Mulcsozott és mulcsozatlan burgonyaparcellák ragadozó ízeltlábú együtteseinek az összehasonlítása.....	137
HAJDÚ ZSUZSANNA – PÉNZES BÉLA: A ragadozó atkák betelepítésének dinamikája egy fiatal almaültetvénybe	143
SEPSI ESZTER – PELCZÉDER TIBOR – GOMBAI BALÁZS – BENCZÉS BÁLINT – KERESZTES BALÁZS – MARCZALI ZSOLT: A ZÖLDPAJZS®-EK-műtrágya hatása liszteske, levéltetű és kétfoltos takácsatka ellen használt természetes ellenségekre.....	145
BUDAI PÉTER – KORMOS ÉVA – ANTAL DIÁNA – SOMODY GERGŐ – LEHEL JÓZSEF – SZABÓ RITA: Pendimetalin hatóanyagú (STOMP 330 EC) gyomirtó szer és a réz interakciós toxicitásának vizsgálata madárembriókban.....	151
BUDA ISTVÁN – LEHEL JÓZSEF – BUDAI PÉTER: Mezőgazdasági vegyi anyagok <i>in vitro</i> szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemén	156

KORMOS ÉVA – SZABÓ RITA – ANTAL DIÁNA – TAVASZI JUDIT – SOMODY GERGŐ – LEHEL JÓZSEF – BUDAI PÉTER: Pesztidcek szemirritációs hatásainak vizsgálata <i>in vitro</i> rendszerben.....	161
GRÚZ ADRIENN – BUDAI PÉTER – SZABÓ RITA – ANTAL DIÁNA – LEHEL JÓZSEF: Vadmadarak peszticid mérgezési esetei a Hortobágyi Madárparkban 2008-2012 között.....	166
SOMODY GERGŐ – KORMOS ÉVA – SZABÓ RITA – ANTAL DIÁNA – LEHEL JÓZSEF – BUDAI PÉTER: A HET-CAM teszt alkalmazása biocid készítmények irritatív hatásainak vizsgálatában	171
SZABÓ RITA – KORMOS ÉVA – ANTAL DIÁNA – SOMODY GERGŐ – LEHEL JÓZSEF – RAKOS ATILLA – BUDAI PÉTER: Quizalofop-P-etil hatóanyagú gyomirtó szer (Leopard 5 EC) és a réz együttes méreg hatásának vizsgálata házityúk-embriókon.....	176
ILLÉS BERNADETT – ANDA ANGÉLA – MARTIN GIZELLA: Korom hatása a kukorica növekedésére és termelésére	181
TALLER JÁNOS: Növényvédőszer-rezisztencia monitorozása molekuláris genetikai eszközökkel	186
MÁTYÁS KINGA KLÁRA – POCZAI PÉTER – CERNÁK ISTVÁN – CSEH ANDRÁS – CSÉP ADRIENN – DIANE LYSE BENOIT – KUTASY BARBARA – PÉTERNÉ FARKAS ESZTER – TALLER JÁNOS: Herbicid célgének és rezisztenciát okozó mutációk vizsgálata az ürömlevelű parlagfűben (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.).....	188
VARGA PÉTER – MÁJER JÁNOS – NÉMETH CSABA – GYÖRFFY JÁNNA – SZŐKE BARNA: Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos területen két eltérő évszázadban.....	190
KAZINCZI GABRIELLA – KESZTHELYI SÁNDOR – PÁL-FÁM FERENC: Inváziós gyomfajok kártétele szántóföldi kultúrákban	192
BALLA ISTVÁN – TARNAWA ÁKOS – HORVÁTH CSABA – KIS JUDIT – JOLÁNKAI MÁRTON: Precíziós technológiai alkalmazások elemzése a búza és a kukorica termesztésében	194
PÁSZTOR GYÖRGY – NÁDASYNÉ IHÁROSI ERZSÉBET: A hőmérséklet mint abiotikus tényező hatása gyomfajaink csírázására és növekedésére	200
GÖRCSÖS GÁBOR – IRINYI LÁSZLÓ – SÁNDOR ERZSÉBET – TARCALI GÁBOR – RADÓCZ LÁSZLÓ: Közép európai <i>Cryphonectria parasitica</i> izolátumok mikroszatellit vizsgálata	205
VAMOS ALEX – GÁL ÉVA – HOLB IMRE: Kurrens cseresznyefajta <i>Blumeriella jaapii</i> fertőzőképességének értékelése különböző évszázadokban	214

Növényi és állati immunitás – Különbségek és hasonlóságok

Király Zoltán

MTA, ATK, Növényvédelmi Intézet, Budapest

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

Az immunitás (rezisztencia) lényege az, hogy a gazdanövény/-állat az idegen (nem-saját) fehérjét felismeri, amikor a kórokozóval kölcsönhatásba kerül. A kórokozóknak vannak nem-specifikus molekuláris képződményei (antigének) ill. specifikus ún. effektor antigén molekulái. Ezeket nem-specifikus ill. specifikus receptorok ismerik fel. Az állati ún. adaptív immunitás esetében a speciális immunsejt (limfocita) receptorok végtelen számú effektor-kötésre képesek. Ennek az immundiverzitásnak oka az, hogy a fertőzés után a receptorokban szomatikus rekombináció (DNS átrendeződés) következik be. A növényekben nincsenek specializált immunsejtek, és adaptív immunitás sem létezik, de az immundiverzitást más mechanizmus biztosítja. Ez utóbbi esetben a kórokozó felismerése a gazdanövényben indirekt módon következik be. A növényi receptor nem közvetlenül ismeri fel az idegen effektor proteint, hanem olyan saját proteinnel lép kapcsolatba, amelyet a kórokozó effektor proteinje már módosított. Fontos kiemelni azt, hogy különböző kórokozó effektorok ugyanazt a növényi saját proteint módosíthatják, valamint az is fontos, hogy olykor egy-egy receptor különböző effektorokat ismer fel. Ez a mechanizmus biztosítja a növények immundiverzitását. A növényi immun-memóriában (amikor egy első fertőzés után immunitás alakul ki egy későbbi fertőzéssel szemben) a szalicilsavnak van központi szerepe.

Az immunitás mechanizmusában az egyik központi kérdés az, hogy mi öli meg (gátolja) a kórokozót a rezisztens növényben/állatban? Az állati immunitás esetében a limfocita-effektor kölcsönhatás eredményeképpen szuperoxid ill. egyéb reaktív oxigénfajták halmozódnak fel, amelyek elsősorban a kórokozót károsítják, de olykor a limfocita pusztulásához is vezethetnek. Az újabb (részben saját) kutatási eredmények szerint a növények esetében hasonló mechanizmus biztosítja az immunitást. Az előadás ennek részleteit ismerteti.

Géntechnológiával az egészséges növényekért: rezisztencianemesítés a genomika eszközeivel

Dudits Dénes

MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet, 6726 Szeged, Temesvári krt. 62.

e-mail: dudits.denes@brc.mta.hu

Összefoglalás

A növényorvoslás tudománya számos területen támaszkodik a géntechnológia nyújtotta metodikai háttérre, amely lehetővé teszi, hogy egyre bővüljön a növény–patogén kölcsönhatással kapcsolatos ismeretek köre. Ezzel összhangban a rezisztencianemesítés eszköztára is alapjaiban megváltozik azzal, hogy a genomikai megközelítések a fajtaelőállítás munkája integráns részévé válnak. Jelen irodalmi áttekintés a napjainkban általánosan elfogadott modell bemutatásával ismerteti a védekezési mechanizmusok legfontosabb molekuláris folyamatait. A genom szekvenálási programok felgyorsítják mind a kórokozó, mind a gazdanövény génállományának megismerését. A funkcionális genomika segítségével új lehetőségek nyílnak a gén és a fenotípus közötti kapcsolat feltárására. A szekvenciainformációk alapján történő génizolálás kiegészül a transzgenikus szervezetek előállításával, elsősorban új, rezisztenciával rendelkező genotípusok létrehozása érdekében. Az irodalmi áttekintés számos sikeres példát bemutat arra, miként lehet vírus-, baktérium- és gombarezisztens GM növényeket kifejleszteni. A rovar- és gyomirtószer-rezisztens GM növények termesztése világszerte jelentős területeken folyik. Az eddig kimutatott gazdasági és környezetvédelmi haszon ellenére ma már nyilvánvaló, hogy ezeket a növényeket egy integrált növényvédelmi rendszerbe kell beilleszteni, amely megakadályozza a rezisztens rovarok és gyomok populációinak kialakulását. A GM szervezetek mezőgazdasági felhasználásának tiltása Magyarországon kizárja a magyar gazdátársadalmat abból, hogy a burgonyavész, a kukoricabogár vagy az aszálytűző tenyészanyagok gazdasági és környezetvédelmi előnyeit kihasználhassa az után, hogy az Európai Unió engedélyezi az ilyen növények termesztését.

Kulcsszavak: növény–patogén kölcsönhatás, genomszekvenálás, funkcionális genomika, vírusrezisztencia, baktériumrezisztencia, gombarezisztencia, rovar- és gyomirtószer-rezisztencia

Gene technology for healthy crops: breeding resistant genotypes with genomic tools

Dudits Dénes

Biological Research Centre HAS, Institute of Plant Biology

62, Temesvári krt., Szeged, 6726

e-mail: dudits.denes@brc.mta.hu

Abstract

Nowadays plant pathology as a science extensively relies on the methodological background provided by gene technology in order to extend the knowledge about plant–pathogen interaction. Consequently, the breeding methods have been rapidly developed by the integration of genomic tools into the procedure of the production of new cultivars. The present review provides a general overview of the newest model describing the very basic molecular events during defence reactions. With the help of functional genomics several new ways have been opened to uncover the gene and phenotype relation. Sequence information supports the gene isolation and the subsequent production of transgenic plants in order to create new resistant genotypes. This review presents several successful cases for the development of virus, bacterium and fungi resistance in GM plants. The insect and pesticide resistant GM plants are cultivated worldwide on a large scale. The statistical data indicate both economic and environmental benefits, but it is evident, that these plants should be used as components of an integrated plant protection system, in order to reduce the appearance of resistant insect and weed populations. Prohibition of cultivating GM plants in the Hungarian agriculture excludes our farmers from reaping the economic and environmental benefits that will be provided by the *Phytophthora infestans* resistant potato and *Diabrotica virgifera virgifera* or drought resistant tolerant maize as soon as the European Union will permit the use of these crops.

Keywords: plant-pathogen interaction, genome sequencing, functional genomics, virus resistance, bacterium resistance, fungi resistance, insect and pesticide

Bevezetés

A növényvédelem, a növényorvoslás, mint tudomány fejlődését számos szakterület ismereteinek befogadó integrációja szolgálhatja. Az agrártudományok ezen a területen intenzíven érintkeznek a biológiai, a kémiai, a környezettudományi, a műszaki vagy akár az egészségügyi kutatások megközelítéseivel és tudásbázisával. A fenntartható fejlődés követelményeinek teljesítése, az élelmiszerszükséglet növekedése a növények termésbiztonságának fokozását kiemelt célként jeleníti meg. A betakarítható termés mennyiségét és minőségi jellemzőit jelentősen behatárolhatja a kórokozók által okozott károk mértéke. A hazai búzatermesztők tapasztalata szerint, védekezés nélkül a lisztharmat 20-30%-os, a rozsdabetegségek akár 50-60%-os termésvesztést okozhatnak. A foltbetegségeknél (pirenofóra és szeptória) valamint a fuzáriózishoz a csökkenés mértéke 10-30% közötti is lehet. Burgonyánál a *Fusarium oxysporum form. spec. Solani* okozta szárazkorhadás hatására a termésvesztés akár 70%-os mértéket is elérheti, ami természetesen függ a vetésváltástól, a termesztési és a tárolási technológiától. Az idézett példák megerősítik a károk visszaszorításának kiemelt jelentőségét. Ennek megfelelően a kémiai növényvédelem meghatározó szereplő napjaink növénytermesztési gyakorlatában (Popp et al., 2013). A KSH adatai szerint 2010. évben több mint 20 ezer tonna növényvédő szer került értékesítésre Magyarországon. Vitán felül áll, hogy a felhasználás mérséklése mind az önköltség csökkentése, mind a környezet és az egészség védelme érdekében indokolt.

A vegyszeres növényvédelem szerepének ártérkelődésével együtt szükség van alternatív megoldások előtérbe helyezésére. Bár a vegyszermentes növénytermesztéssel kapcsolatban számos divatos biogazdálkodási javaslattal találkozhatunk, azonban tudományosan is hiteles, eredményt garantáló megoldás a genetikusan rezisztens fajták használata lehet. Az ellenállóság képességét biztosító génösszetétel kialakítása a rezisztencianemesítés során történik. Hagyományosan e tevékenység sikereit sokban segítették a növényélettani, a biokémiai illetve a genetikai kutatások eredményei. Nincs ez másként napjainkban sem, amikor a genom programoknak köszönhetően mind a gazdanövények mind a kártevők teljes DNS információ tartalmát megismerhetjük, soha nem látott előrehaladás tanúi lehetünk a növény-korokozó kapcsolat molekuláris hátterének feltárásában. Biztonsággal térképezhetők, és izolálhatók rezisztenciagének, amelyek hatásait génbeépítést követően az ún. transzformáns növényekben (GMO-kban) lehet tanulmányozni. A géntechnológiával történő rezisztencianemesítés első eredményei már a szántóföldön is beigazolódtak. A 160 millió hektáron termesztett GM növények elsősorban a növényvédelemmel kapcsolatos tulajdonságaik révén jelentenek előnyt a gazda számára, hiszen csökkenthetik a növénynevelés önköltségét. Nem elhanyagolható a GM

fajták termesztéséből származó kisebb széndioxid kibocsátás vagy a vegyszerfelhasználás mérséklődése. Senkit ne tévesszenek meg a GM növények körül rendszeresen fellángoló politikai, ideológiai viták, amelyeket a média félretájékoztató hírei csak fokoznak. Nincs hiány szenzációs közleményekben, amelyek a GM növények okozta egészségkárosítást igyekeznek igazolni erősen kritizált állatkísérletekkel. Talán érdekesebb a Nobel-díjas Werner Alber alábbi két megállapítását elfogadni, amelyeket 2012-ben, a Pápai Akadémia elnökeként mondott: *„A transzgenikus szervezetek előállítására legújabbán kidolgozott módszerek megfelelnek a biológiai evolúció természeti törvényeinek és nem hordoznak olyan kockázatot, ami magából a génsebészeti módszerek alkalmazásából következne”,* továbbá: *„A genomika, proteomika és a metabolomika legújabb eredményeinek köszönhetően lehetővé vált a biológiai evolúcióval harmóniában új gazdasági növények előállítása abból a célból, hogy jobban ki lehessen elégíteni az egészséges élelmiszerek iránti igényünket, mint hozzájárulást az egészségügy terén szükséges haladáshoz”*

A fenti két idézet szellemével összhangban a jelen tanulmány kísérletet tesz arra, hogy néhány önkényesen kiválasztott példával érzékeltesse a géntechnológia szerepvállalásának jelentőségét egy új növénypatológiai szemlélet formálódásában.

A növény-kórokozó kapcsolat molekuláris háttere

A sikeres rezisztencianemesítés koncepcionális hátterét megbízhatóan a legújabb növény-patogén kölcsönhatási modellekre építhetjük. A legfontosabb komponenseket az 1. Ábra mutatja be. A bakteriális és gombás megbetegedések folyamatai hasonlóságokat és különbségeket egyaránt mutatnak. A kórokozó baktériumok a növényi sejtek közötti állományban szaporodnak, míg a gombák hifa fonalakkal hálózák be a gazdanövény szöveteit és egy specializált tápanyagfelvételt végző struktúra, a hausztórium áthatol a sejtfalon anélkül, hogy a sejtmembránt megszakítaná. Ez az inváziós esemény például a lisztharmat fertőzéskor feltételezi a gazdanövényben a vad típusú MLO gén jelenlétét. A funkcióvesztése mlo allélt hordozó árpa, lúdfű, paradicsom vagy borsónövények széles spektrumú rezisztenciával rendelkeznek.

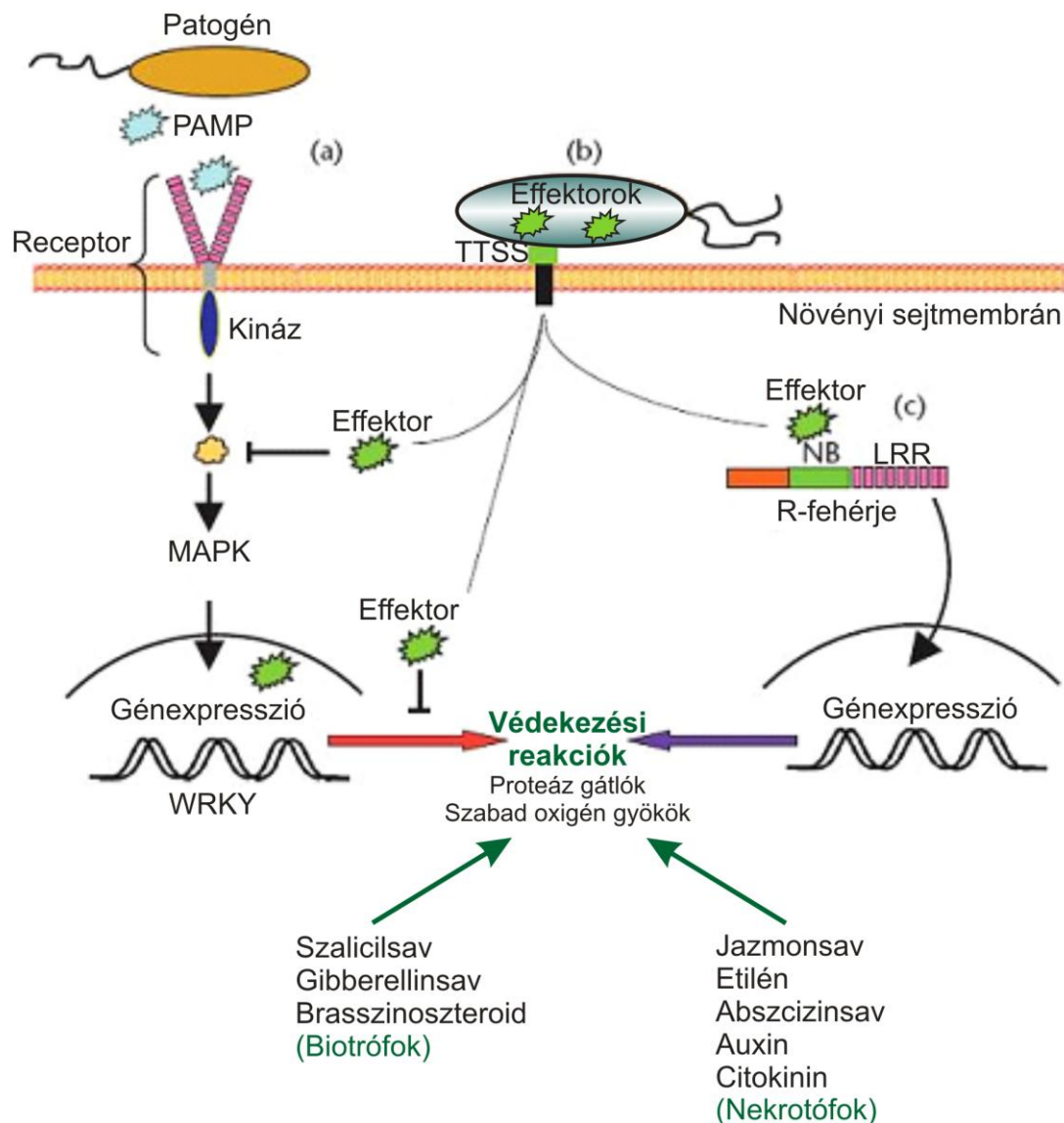
Dodds és Rathjen (2010) két alapvető formáját különbözteti meg a növényi védekezési folyamatoknak, az immunválaszoknak. A bakteriális flagellin vagy a gombák kitinje olyan a patogének által termelt molekuláris struktúrák (pathogen associated molecular patterns (PAMPs), amelyek specifikus mintázatot felismerő receptorokhoz (pattern recognition receptor PRR) kötődnek és ezzel aktiválják az ún. PTI immunválaszt (PAMP-triggered immunity). Mint az 1. Ábra szemlélteti, ezek a receptorok két funkcionális egységből épülnek fel. A leucin

aminosavakból álló ismétlődéseik a membránon kívül, míg a fehérjék foszforilálására képes kinázalegység a citoplazmában helyezkedik el. Az utóbbi aktivációjával kezdetét veszi egy a MAPK-ok (mitogen-activated protein kinases) által közvetített foszforilációs láncolat, ami etilén, jazmonsav vagy a szalicilsav közvetítette jelátviteli folyamatokkal együtt a védekezési gének kifejeződését indítja el. Ezek a gének proteáz gátlók szintézisét, szabad oxigén gyökök felhalmozódását irányíthatják.

A növény és a kórokozó közötti versengésben a támadó fél bevethet olyan eszközöket, amelyek hatástalanítják a növény immunrendszerét. Ilyenek például az ún. III típusú kiválasztási rendszer által a sejtekbe bejutatott fehérje természetű effektor molekulák. Ezek, mint hatékony biokémiai eszközök segítik a fertőzési folyamatokat azzal, hogy specifikusan hatástalanítják a PTI immunrendszer egyes elemeit. Így például a *Pseudomonas syringae* is a gram-negatív baktérium által termelt effektor fehérjék (AvrPtoA and AvrPtoB) gátolják a PAMP receptorokat, míg a HopAI1 and HopF2 fehérjék a MAPK utat (3/b. Ábra)

Túl az effektor fehérjéknek a betegség kialakulásában betöltött szerepén bizonyos, a kórokozó által termelt effektor fehérjéket az ún. Avr (avirulencia) gének termékeit felismerik az R gének által kódolt betegség rezisztencia fehérjék és ezzel egy másik az ún. effektor indukált immunitás (effector triggered immunity, ETI) folyamata is szerepet kaphat a védekezési folyamatokban (1/c. Ábra). A nukleotidot kötő alegységből (NB) és a leucinban gazdag ismétlődésből (LRR) felépülő rezisztencia fehérjék közvetlenül fizikai kapcsolatba léphetnek a patogén által kibocsátott effektor fehérjékkel, illetve a hatásuk más segédfehérjék közreműködésével érvényesülhet. Az R fehérje inaktív állapotát szünteti meg az effektor kapcsolódása. Az LRR alegység biztosítja a felismerés specifitását.

Mind az PTI mind az ETI válaszreakciókban kiemelt jelentőségűek a növényi hormonok (Bari és Jones 2009). A szalicilsav a biotróf kórokozók elleni védekezésben, míg a jazmonsav és etilén a nekrotóf patogénekkal szembeni reakciókban juthat meghatározó szerephez. A génkifejeződés átprogramozása más-más mintázatot mutathat. Az R gének aktivációja a válaszreakciók széles spektrumát érinti. A kalciumionok beáramlásán túl, az aktív oxigénformák felhalmozódása mellett a fehérjék foszforilációs változásai jellemzik a megtámadott sejteket és a környező szöveteket. A hiperszenzitív reakciók folytán a sejtek gyors pusztulása jelentheti gátját a kórokozó továbbterjedésének.



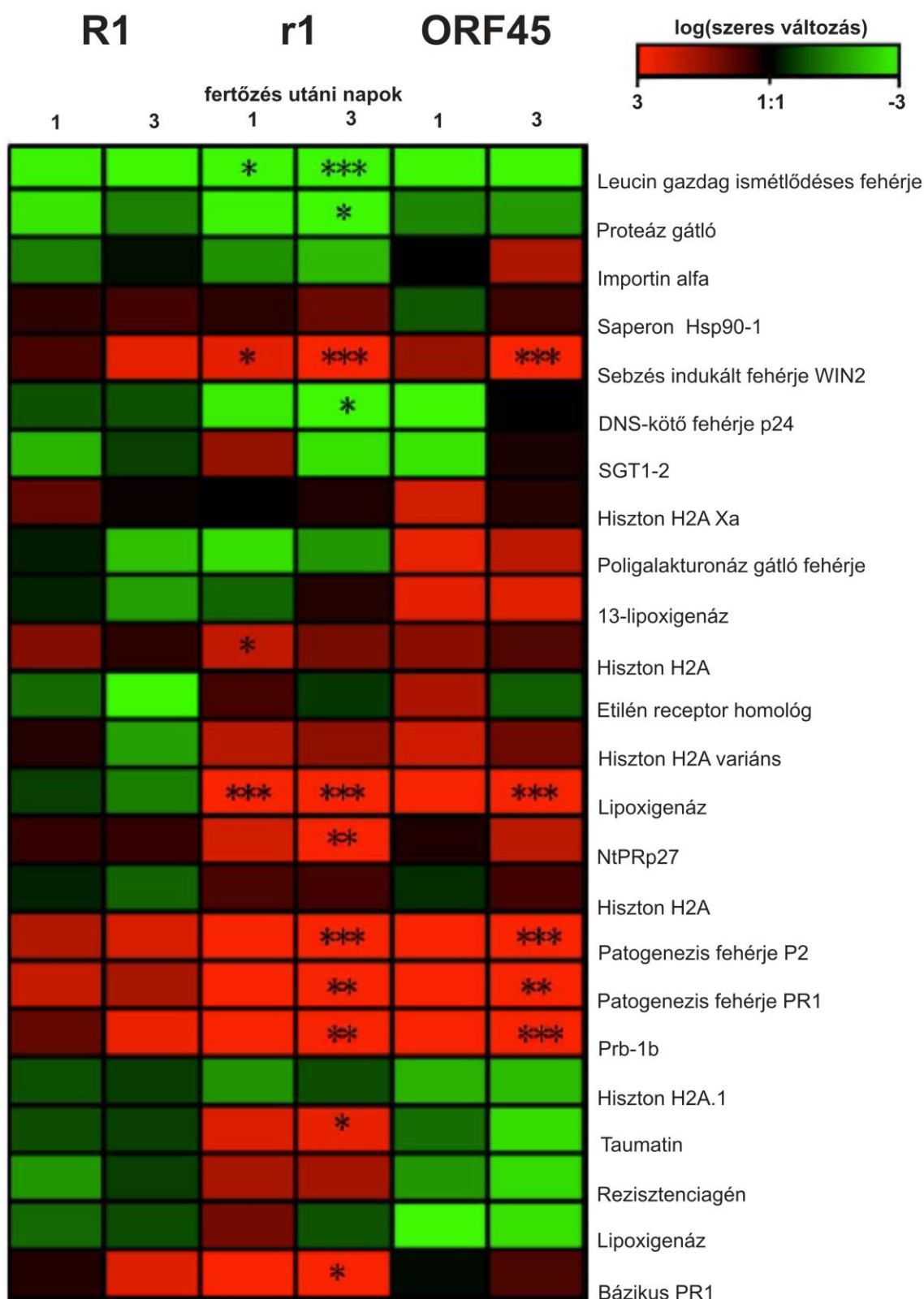
1. Ábra. A növény-patogén kölcsönhatás alapmechanizmusai. (a): a növényi receptor, amelynek leucin aminosavakból álló ismétlődései a membránon kívül, míg a fehérjék foszforilálására képes kinázalegység a citoplazmában ismeri fel a patogének által termelt molekuláris struktúrát (PAMP), és így aktiválja a védekezési reakciókat. (b): a kórokozó által termelt effektor molekulákat az ún. III típusú kiválasztási rendszer a sejtekbe juttatja, ahol azok gátolják a védekezési reakciókat (pl. MAPK hálózatot). (c): a növény immunreceptorain keresztül felismer effektor fehérjét, ami elindítja a tartós védekezési folyamatot, mint pl. a hiperszenzitív reakció vagy sejthalál. A nukleotidot kötő alegységből (NB) és a leucinban gazdag ismétlődésből (LRR) felépülő rezisztencia fehérjék kötik az effektor fehérjét.

(Charlie Wang: <http://bio349.biota.utoronto.ca/20099/20099bio349mike/links.html>, valamint Bari és Jones (2009) nyomán)

Mivel a genetikai információ a DNS-molekulák nukleotidbázisainak sorrendjeként rögzítődik, így a sorrend feltárása, az ún. DNS-szekvenálással történő megismerése alapfeltétele annak, hogy megértsük az örökítő anyag felépítését, működését, illetve gensebészeti műveleteket végezhessünk. A teljes DNS-állományra, az ún. genomra kiterjedő bázissorrendek meghatározását az ún. genomprogramok keretében végzik. A DNS-szekvenátorok új generációinak köszönhetően egyre több növény és patogén szervezet genomjának felépítését ismerhetjük meg (lásd: <http://genomevolution.org/CoGe/index.pl>). A fontos gazdasági növényeinkben 30-47 ezer fehérjét, illetve néhány száz mikro-RNS-t kódoló gént prognosztizálnak a komputerprogramok. Ez egyben azt is jelenti, hogy ennyi gén közül kell kiválasztani a növény-patogén kölcsönhatásban szerepet játszó géneket és a génizolálást követően GM növények előállítása érdekében génbeépítést végezni. A kórokozói oldaláról a genomok szekvenciájának meghatározása lehetőséget ad a patogenitásért felelős gének azonosítására, rokonsági kapcsolatok tisztázására és a kórokozók megbízható diagnosztizálására. Ma és munkatársai (2010) három fuzárium faj, a *Fusarium graminearum*, a *Fusarium verticillioides* és a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* genomanalízise során 17-14-13 ezer kódoló gén jelenlétét lehetett megbecsülni. Figyelmet érdemel, hogy a *Fusarium oxysporum* esetében magas az ismétlődő szekvenciák között az ugráló gének, az ún. transzpozonok aránya (3.98%), míg a másik két faj esetében ez a gyakoriság csak 0.14 és 0.03%. A három genomban 46 géncsoportot lehetett azonosítani, amelyek a mikotoxin-szintézissel kapcsolatos másodlagos anyagcseretermékek képződésében vesznek részt. Továbbá a funkciókeresés feltárt olyan géneket, amelyek effektor fehérjéket kódolnak vagy részt vesznek a nekrotikus tünetek kialakításában, valamint a sejtfalbontó enzimek szintézisét irányítják.

A nemesítési műveletek alapja, hogy kapcsolatot lehessen teremteni egy adott fenotípus kategória és az azt meghatározó gén vagy gének illetve a kapcsolt DNS szekvencia markerek között. A rezisztenciagének kromoszómális lokalizációja molekuláris genetikai térképezéssel megbízhatóan elvégezhető. Számos sikeres példa közül a térképezés folyamatát jól bemutatja Gao és munkatársai (2012) közleménye, amelyben egy új lisztharmat *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Bgt) ellenállósági gént (*Pm46*) azonosítottak. Figyelmet érdemel, hogy ezidáig a búzában 46 gént, illetve 64 Bgt rezisztencia allélt térképeztek 18 kromoszóma szakaszon. Ezek közül csak néhány került felhasználásra nemesítési alapanyagként, és sok esetben új lisztharmat rasszok megjelenésével jelentőségüket veszítették a korábban használt génforrások. A géntérképezéshez alkalmazott molekuláris markerek lehetőséget adhatnak olyan amplifikációs primerek szintézisére, amelyekkel a polimeráz láncreakciót (PCR) elvégezve követhető a *Pm46* rezisztencia gén öröklődése és így a DNS alapú szelekció megvalósítása.

A funkcionális genomika kínálta megközelítések közül a DNS-csip technológiát széleskörűen használják a növény-kórokozó kapcsolat kutatásában (lásd összefoglaló Lodha és Basak 2012). A cDNS alapú vagy a szintetikus oligonukleotidokat hordozó ún. microarray lemezek segítségével több ezer gén kifejeződésének paraméterei vizsgálhatók. Napjainkban új alternatívát jelent a géntermékek, az átírt RNS-molekulák közvetlen szekvenálása a nagyteljesítményű szekvenátorok segítségével (Baginsky et al 2010). A számos nagyon fontos kísérlet közül a lehetőségeket jól szemlélti Gyetvai és munkatársai (2012) közleménye, amely a Avr1 effektor gént hordozó burgonyavész (*Phytophthora infestans*) változattal végzett fertőzést követően egy és három nappal vett mintákban kimutatható génaktivitás változásokat vizsgálja. A tesztelt genotípusok egyike hiperszenzitív rezisztenciával rendelkezik, mert hordozza az inkompatibilitási R1 transzgént. Az érzékeny (kompatibilis) kölcsönhatást két genotípus képviseli. Az ORF45 transzgenikus növények egy olyan r1.1 génnel rendelkeznek, amely nagymértékben hasonló szerkezetű, mint az R1 gén, de nem biztosít rezisztenciát. Szintén szenzitív válaszreakció jellemzi az r1gént hordozó Desire fajta vad típusú növényeit. Mint a 2. Ábrán is megfigyelhető, a fertőzést követően fokozottabbak a génkifejeződési változások a szenzitív (kompatibilis) reakciókban (r1, ORF45), mint a rezisztens kölcsönhatásban (R1). A kompatibilis kölcsönhatásban számos patogenezishez kötődő gén aktiválódott (2. Ábra), míg a fotoszintézis és széndioxid fixálás génjei kikapcsolódtak. Ezek a változások a gazdasejtek jelentős átprogramozódását tükrözik.



2. Ábra. Az ismert védekezési gének differenciált kifejeződése az érzékeny (kompatibilis r1 és ORF45), illetve rezisztens (inkompatibilis R1) kölcsönhatásban. A hőskála logaritmikus egységben jelzi a változást. A minták a fertőzést követően 1 és 3 nappal kerültek begyűjtésre. (Gyetvai et al., 2012)

A funkcionális genomika elsődleges célja a gének szerepének tisztázása. Ebben az ismeretlen funkciójú gének, mint DNS molekulák izolálása, majd beépítése a befogadó növény genomjába, aztán a fenotípusos hatások értékelése jelenti azt a műveletsort, amivel megismerhetjük a növényi gének funkcióját. A géntechnológia módszereivel előállított transzformáns növények egyrészt nélkülözhetetlenek a növényi élet törvényszerűségeinek megismerésében, másrészt nemesítési tenyészanyagokat szolgáltatnak a sikeres fajtaelőállításához. A növényi GMO-król korábban több összefoglaló tanulmány is készült, ezért ebben az elemzésben a növényvédelemmel kapcsolatos eredmények közül csak néhányat mutatunk be a stratégiai lehetőségek felvázolására (Dudits, 2009; Balázs et al 2011, Zöld Biotechnológiai Hírlevél, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület).

Vírusrezisztencia génbeépítéssel

Vírusfertőzéssel szemben ellenálló növényeket többféle géntechnológiai alapkoncepció mentén lehet előállítani. A kórokozó genetikai elemeinek felhasználásával kialakított növényi rezisztencia egyik legelsőként igazolt változata a vírus burokfehérje szintetizáltatásával biztosítja a vírusok szaporodásának gátlását. Gottula és Fuchs (2009) összefoglaló tanulmánya elemzi a negyedszázados kutatás-fejlesztés eredményeit, bemutatva azokat a példákat, mint a GM papaya, uborka, görögdinnye, amelyek termesztésbe kerültek. Argentínában Bravo-Almonacid és munkatársai (2012) burgonya Y-vírus burokfehérjét kifejező transzgenikus vonalakat állítottak elő és szabadföldi kísérletekben is jellemezték. Az üvegházban rezisztensnek talált több mint 100 variánsból kettő bizonyult a szántóföldön is stabilan vírusmentesnek. Sem a morfológiai bélyegeken, sem a termésben és a gumóméretben nem volt különbség a GM és kontrollvonalak között. A gumók összfehérje mennyisége, aminosav-összetétele és alkaloidtartalma nem változott a génbeépítéssel. A transzgén átterülését a rokon *Solanum chacoense* növényekbe nem tudták kimutatni. Ebben a transzformációs munkában szelekciós markerként a kanamicin antibiotikumot használták. Bár szakmailag nem megalapozottak az aggodalmak, mégis erősen kritizálják az ilyen markerek használatát. Ezért van jelentősége a markermentességet biztosító módszereknek. Magyarországon Balázs Ervin vezetésével végeztek sikeres kísérleteket Y-vírus ellenálló GM burgonya vonalak előállítására, amelyeket a hajtásképző fenotípus alapján szelektáltak ki. (Bukovinszki et al. 2007).

A patogén eredetű rezisztencia másik igen fontos mechanizmusa a szekvencia specifikus RNS degradáció folyamatán alapszik (lásd összefoglaló Simón-Mateo és García, 2011). Aragão és

Faria (2009) beszámolt az RNS csendesítésével létrehozott vírusrezisztenciáról bab növényekben.

A növényi gének szintén felhasználhatók a vírus-ellenállóság génsebészeti kialakítására. Ennek egy érdekes példája, amikor a fehérjeszintézis elindításában szabályzó szerepet játszó eIF4E faktor mutáns változatát használják GM növények előállítására. Számos növény esetében azonosítható volt az eIF4E gén mutáns változata, így például a pvr1 gén a paprikában, a pot-1 gén paradicsomban, de a recesszív allél megtalálható árpában, dinnyében és borsóban is. A természetben előforduló rezisztens változat 1-4 aminosav cserével rendelkezik a vad típushoz hasonlítva. Ennek ismeretében Cavatorta és munkatársai (2011) irányított mutagenézissel előállították a burgonya eIF4E allélját, amelyet a burgonyában kifejeztetve Y-vírus-rezisztencia alakult ki. Ez a génbeépítés példa a GM technológia „intragenikus” változatára, amely a hagyományos növényneveléshez hasonlóan a faj genetikai határain belüli variabilitást hasznosítja.

Géntechnológiai stratégiák a bakteriális és a gombás fertőzésekkel szemben

Az előzőekben meggyőződhattünk arról, hogy a molekuláris biológiai kutatások, a géntechnológiai alkalmazások eredményei mennyire átalakítják a patogén-növény kölcsönhatásról alkotott szemléletmódunkat. Tanúi lehetünk annak, miként válnak ismertté az interakcióban résztvevő molekulák, miként tisztázódnak a korábban ismeretlen funkciók. Teljesen természetes, hogy a folyamatosan bővülő tudásbázison felgyorsul a rezisztenciát biztosító géntechnológiai lehetőségek kipróbálása. Több összefoglaló friss tanulmány is tanúsítja, milyen sokféle út kínálkozik a bakteriális és gomba kórokozókkal szembeni, genetikailag megalapozott rezisztencia kialakítására (Wally és Punja, 2010; Ijaz és Iqbal khan, 2012; Boyd et al. 2012; Helliwell és Yang, 2013).

Nyilván ez az elemzés nem vállalkozhat a géntechnológiai stratégiák teljes spektrumának bemutatására. A kiragadott néhány példa talán elegendő annak érzékeltetésre, hogy milyen jelentős a transzgenikus GM növények szerepe napjaink rezisztencianemesítésében.

A burgonyavész (*Phytophthora infestans*) világszerte, és természetesen Magyarországon is, jelentős kórokozó. Járványok esetén különösen számottevő az okozott termés kiesés. Ezért van szükség az integrált növényvédelmi rendszerek alkalmazására, amelynek fontos eleme a rezisztensfajták előállítása és termesztése. Wendt et al.(2012) alapján a 3. Ábra bemutatja a nagyfokú különbséget a kontroll és GM növények között a burgonyavész tünetekben. Az utóbbiak hordoznak egy a *Solanum bulbocastanum* vad burgonyafajból származó RB

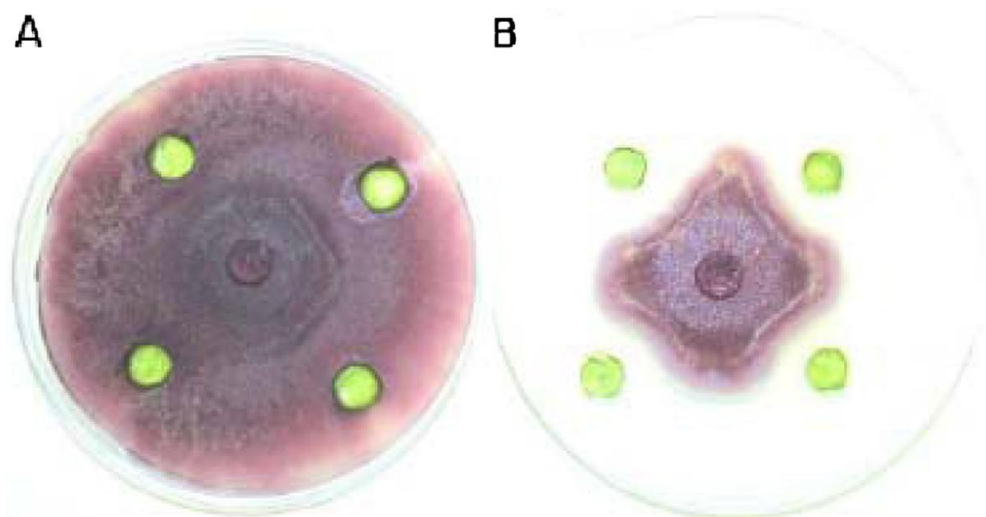
rezisztenciagént. Egy ilyen tulajdonság akár a magyar fajtákban is jelentős gazdasági és környezetvédelmi haszonnal járna.



3. Ábra. A burgonyaavész tünetek az RB rezisztenciagént hordozó GM burgonya levelén (bal oldali kép) és a kontrollnövény levelének erős károsodása (jobb oldali kép) (Wendt et al., 2012).

A lisztharmattal szembeni rezisztencia kialakítása érdekében Kalinina és munkatársai (2011) olyan GM búza növényeket állítottak elő, amelyek vagy kifejezik a búzából származó pm3b rezisztenciagént vagy hordozzák az árpából izolált kitináz gént, illetve a kitináz és b-1,3-glükánáz géneket. Valamennyi génbeépítés redukálta a lisztharmat okozta tüneteket. Fontos megfigyelése a szerzőknek, hogy a rezisztenciagének magas kifejeztetése csökkentette a GM növények esetében a szemek számát és a termést. Ez azt jelenti, hogy a rezisztencia ára túl magas, és a védettség a növények teljesítőképességének kárára alakul ki. Figyelmet érdemel, hogy a műtrágyázás valamennyi genotípus esetében növelte a lisztharmat okozta tüneteket.

A fuzárium (*Blumeria graminis f.sp. tritici*) fertőzéssel szembeni rezisztencia kialakítása különös nehézséget jelent a gabonanemesítők számára (Draeger et al., 2007). Ezért a géntechnológiai megoldások kiemelt figyelmet érdemelnek. A többféle lehetőség közül érdekes a Han et al. (2012) által közölt megoldás, amikor a szarvasmarha laktorferrin cDNS-ét fejeztették ki GM búzanövényekben, és ennek következtében megnövekedett a növényi kivonatokban az antifungális hatás (4. Ábra). Míg a kontroll Bobwhite fajta növényein 82%-os volt a fertőzöttség, addig a transzgenikus vonalak 14-46%-os fertőzést mutattak. A hatásért feltételezhetően a laktoferrin (80kD) fehérjéről lehasított N-terminális peptid felelős.



4. Ábra. A szarvasmarha laktorferrin cDNS-ét kifejeztő GM búzanövények leveleiből készített kivonatok antifungális hatása gátolja a *F. graminearum* növekedését *in vitro* A: a kontrollnövények kivonata, B: a GM növények kivonata (Han et al., 2012)

Már az 1. Ábra utalt rá, hogy a WRKY transzkripciós faktorok központi szerepet játszanak a patogenezis során a génkifejeződés szabályozásában. Búza esetében a TaWRKY45 gén aktiválódik fuzáriumfertőzés hatására (Bahrini et al., 2011). A szerzők előállítottak olyan GM búzavonalakat, amelyekben egy erős vírus promóterrel (CaMv35S) fejeztetik ki a búza teljes hosszúságú cDNS-ét (TaWRKY45). Az új genotípusok több kórokozóval szembeni rezisztenciával rendelkeztek. Az üvegházi tesztelésekben a fuzárium, a lisztharmat és a levélrozsdá tünetek csökkenését lehetett kimutatni.

Rovar rezisztens GM növények a mezőgazdasági gyakorlatban

A géntechnológiával nemesített rovarrezisztens növények, elsősorban a kukorica és a gyapot 2011. évi vetésterülete közel 24 millió hektár volt. Ezen felül közel 5 millió hektáron termesztettek gyapotot rovar- és gyomirtószer-ellenállósági tulajdonságokkal. A rovarrezisztens GM növényekkel nyilvántartott üzemi kísérletek száma 174. Ezek az adatok megmagyarázhatják, miért koncentrálódik a GMO vita a rovar-ellenállóság témája köré. Mind a gazdasági, mind a környezeti hatások igen jelentősek, ami indokolja a tudományosan színvonalas, átfogó tanulmányok készítését (lásd Gatehouse et al., 2011; Sanahuja et al., 2011). A *Bacillus thuringiensis* (Bt) talajbaktériumok spóráiban található Cry/Cyt fehérjék (endotoxinok) specifikus rovarölő hatását széleskörűen felhasználják GM növények kifejlesztésére. Ezekről a

„mérget” termelő növényekről könnyen el lehet hitetni, hogy veszélyt jelentenek. A félretájékoztatás mesterei elfelejtik megemlíteni, hogy a gyilkos, a membrán károsítására képes molekula nem a növényben található. Az csak az érzékeny célrovarok bélcsatornájában képződik. Cry/Cyt fehérjék oldható formájáról levágódik egy 65-70 kD rövidebb forma, amely már aktív, és képes a specifikus receptorokon keresztül a sejtek membránjába beépülni és sejthalált okozni. Ez a folyamat erősen fajspecifikus.

Az Európai Unióban termesztésre engedélyezett GM hibridkukorica a Bt. fehérje (cry1Ab) kifejeztetésével alakítja ki a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) rezisztenciát. A MON 810 hibrid termesztését Magyarországon tiltják. Általában elfogadott, hogy ez a kártevő nem okoz jelentős gazdasági veszteséget a magyar gazdáknak. Így például 2011-ben a lárvakártétel 3-5%-os volt. Módosíthatják ezt a megítélést olyan évjáratok, amikor a kártétel súlyos. Ezt lehetett tapasztalni a 2012-es aszályos évben (a.n. agro napló 2013. január 5). A kukoricamoly rezisztencia jelentőségének megítélésekor érdemes figyelembe venni, hogy sebzések hiányában csökken a fuzáriumfertőzés esélye, és így a toxinszennyezettség mértéke (Selwet, 2011). A kukoricamoly-ellenálló GM hibridek jelentősége még Magyarországon is felértékelődhet, ha megnő a kártevő agresszivitása, és fontos lesz az egészségesebb takarmányok és élelmiszerek biztosítása minden lehetséges módon.

Tekintettel a Bt. toxinok szelektivitására a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) ellen hatásos Cry3A, Cry3Bb1 fehérjéket szintetizáló GM hibrideket szintén előállították és használják a termesztésben. Magyarországon a kártétel évenként eltérő, a 2012-es évben közepes vagy erős fertőzést regisztráltak. A bogár gazdasági jelentőségét tükrözi, hogy évente 4 milliárd Ft-ot költenek a gazdák a vegyszeres növényvédelemre. A GM hibrideknek ezért mind az önköltség csökkentésében mind a környezet védelmében lenne szerepük. A géntechnológiával előállított genotípusok helyét a nemesítési programokban Marton és Bedő (2011) tanulmánya ismerteti. A magyarországi környezeti hatásvizsgálatok eredményeit mutatja be Szénási et al.(2009) közleménye, amely megerősíti, hogy ezek a GM hibridek eleget tesznek az integrált növényvédelem követelményeinek. Ez ideig az EU területén nincsenek termesztési célú kereskedelmi forgalomban kukoricabogár rezisztens Bt hibridek, de több esemény engedélyezési eljárása is folyamatban van (EFSA Panel on Genetically Modified Organisms, 2011). Az engedélyezéseket követően az ilyen hibridek hazai tiltása súlyos versenyképességi hátrányt jelent majd a magyar termelők számára egy olyan környezetben, ahol a szomszédos országokban használni fognak GM vetőmagot.

A Bt. technológiával létrehozott rezisztencia sem kivétel, és így természetes, hogy idővel megjelennek az ellenálló rovarok populációi. Ez a jelenség ismert számos természetes

rezisztenciaforrás esetében. Erre fel kell készülni, és tisztázni a tudományos lehetőségeket a probléma kezelésére. Mint Devos et al (2012) javasolják, a 20%-os menekülési zóna kialakítása szenzitív növényekből lassíthatja egy adott Bt. fehérjével szembeni rezisztencia kialakulását. Megoldást jelenthet több eltérő szerkezetű toxinféhrje kifejeztetése a hibridekben. De érdemes figyelembe venni, hogy teljesen más mechanizmusokon alapuló rezisztencia is kialakítható géntechnológiával. Ezek közül figyelmet érdemel Zhu et al (2012) munkája, amelyben az ekdizon hormon receptor (EcR) kettős számú, hajtú RNS-ének kifejeztetésével tudtak rovarrezisztenciát kialakítani. A GM dohányynövények levelét fogyasztó *Helicoverpa armigera* lárvák a receptor mRNS molekuláinak degradációja miatt elpusztultak.

Gyomirtószér-szelektivitás kialakítása géntechnológiával

A környezetkímélő, szelektív gyomirtás lehetőségeit kiszélesítette a géntechnológiával kialakított herbicid rezisztens növények használata. 2011-ben 93.9 millió hektáron termesztettek szója, kukorica, repce, gyapot, cukorrépa és lucerna fajtákat ezzel a tulajdonsággal. Közel felén ennek a vetésterületnek olyan növényeket vetettek, amelyek több, eltérő típusú rezisztenciagént hordoznak. Az ellenálló gyomok megjelenését korlátozni lehet az integrált gyomtalanítási technológia használatával, ami alkalmazza a gyomirtó szerek váltását, a precíziós vegyszerkijuttatást, a dózisok optimalizálását, a mechanikai védekezést vagy akár a növényállomány szabályozását (összefoglaló Green és Owen, 2011). A glüfozát rezisztens növények használata a legszélesebben elterjedt. A rezisztencia többféle úton alakítható ki, mint azt részletesen elemzi Pollegioni et al. (2011). összefoglalója. A foszfinotricin hatóanyagú totális gyomirtó szerekkel szembeni rezisztencia is beépítésre került több gazdasági növénybe. Szegeden a Szegedi Gabonakutató Kft. és az MTA Szegedi Biológiai Központ munkatársai egyrészt közölték foszfinotricin rezisztens kukorica előállítását (Omirulleh et al., 1993) másrészt, mint azt az 5. Ábra bemutatja, Pauk János et al. GM búza transzformánsokat állítottak elő (Áy et al., 2012).



5. Ábra. A szabadföldi kísérletben is kimutatható a GM búza genotípus gyomirtószer-rezisztenciája. A bal oldali két sorban a kontrollnövények a rezisztencia gén hiányában elpusztultak. (Pauk et al. kísérlete)

A géntechnológiával előállított genotípusok bírálói előszeretettel hivatkoznak arra, hogy a transzformációs módszerek teljesen véletlenszerűen építik be a géneket a növények genomjába - nem lehet tudni, mi történik. Ezért az új nemesítési módszerek között a helyspecifikus génbeépítés módszereinek kifejlesztése intenzív kutatással folyik. Növényi genomok szerkesztését célozzák azok a kísérletek, amelyekben a cink-ujj nukleázokra (ZFN) alapozott technológiák kiválasztott genetikai háttérbe juttatják a kívánt gént vagy mutációt indukálnak (Parisi et al., 2013). Ezzel a módszerrel irányítottan lehetett beépíteni foszfinotricin rezisztencia gént egy adott (IPK1) kukorica génbe (Shukla, 2009).

Quo vadis?

Csak néhány kiragadott eredménnyel kívántuk érzékelteni a növényi géntechnológiai kutatások intenzitásának nagyságát, azt, hogy a fejlesztések közvetlenül érintik a rezisztencianemesítés problematikáját, és így a növényvédelem ügyét. A jelenleg tapasztalható, gyakran erősen elfogult és átpolitizált viták ellenére nem jelent nagy kockázatot, ha biztosak vagyunk a GM növények meghatározó szerepében, amit azok már ma, de a jövőben még inkább betöltenek majd a mezőgazdasági tevékenységben. Az emberiség előtt álló kihívások elég megbízhatóan körvonalazhatók. Így 2050-ben 70%-al több élelmiszerre lesz szüksége a világ megnövekedett

számú népességének. Napjaink mezőgazdasága sokban hozzájárul a környezeti problémák fokozódásához, a klímaváltozás folyamataihoz. Az üvegházi gázok 14%-a származik az agrártevékenységből. A tét felismerését igazolják azok a nemzetközi programok, amelyek a termésbiztonság feltételeit kívánják megteremteni. Így például a "Búza Termés Konzorcium" célja a búza termőképességének 50%-os javítása (Reynolds et al., 2011). Ennek érdekében a fotoszintézis hatékonyságát a C4 típusú tulajdonságok kialakításával szándékoznak elérni. A lehetőségeket sokban kibővíti az, hogy a búza genom feltárásában gyors az előrehaladás (Brenchley et al., 2012). Nem lehet kétségünk abban, hogy ez a program a géntechnológiai, a genomikai megközelítéseket kiemelt fontosságúnak tekinti. A termőképesség javításában és a veszteségek mérséklésében a rezisztenciaképességek kialakítása kulcstényező. A tudomány kínálta eszközöket és így a géntechnológiával történő nemesítést felelőtlenség visszautasítani. Sem a politikusok, de a környezetvédők sem tehetik ezt károkozás nélkül. A realitások elfogadását, egy biztató jövőkép formálódását jelzik a környezetvédelem meghatározó személyiségeinek legutóbbi nyilatkozatai. Az ismert zöld aktivista és író Mark Lynas elnézést kért a 2013. évi oxfordi gazdakonferencián azért, hogy kezdeményezőként éveken át részt vett az anti-GMO kampányokban, mert ezek útjában állnak a jövő élelmiszer-termelésének. Egy másik előadója ennek a konferenciának, Owen Paterson, az angol környezetvédelmi államtitkár azt mondta: „a GM nagy lehetőséget kínál, de tisztában vagyok azzal, hogy az embereket kell győzni: ez egy veszélytelen és hasznos innováció”.

Kíváncsi, hogy Magyarországon is tudományos alapokra helyeződjék a géntechnológia ügyeinek kezelése. A magyar gazdák érdeke, hogy szabadon választhassák meg a növénytermesztési technológiákat. A mostani alaptörvényi tiltás bizonytalan indokai okafogyottá lesznek, amint a burgonyavész-, a kukoricabogár- vagy az aszálytűrő GM növények termesztése lehetővé válik az Európai Unió tagállamaiban.

Hivatkozások

Aragão, F.J. and Faria, J.C. 2009. First transgenic geminivirusresistant plant in the field. *Nature Biotechnology*. **27**. 1086-1088.

Áy, Z., Mihály, R., Cserhádi, M., Kótai, É., and Pauk J. 2012. The Effect of High Concentrations of Glufosinate Ammonium on the Yield Components of Transgenic SpringWheat (*Triticum aestivum* L.) Constitutively Expressing the bar Gene. *The ScientificWorld Journal*. doi:10.1100/2012/657945

- Baginsky, S., Hennig, L., Zimmermann, P. and Gruissem W. 2010. Gene Expression Analysis, Proteomics, and Network Discovery. *Plant Physiology*. **152**. 402–410.
- Bahrini, I., Ogawa, T., Kobayashi, F., Kawahigashi, H. and Handa, H. 2011. Overexpression of the pathogen-inducible wheat TaWRKY45 gene confers disease resistance to multiple fungi in transgenic wheat plants. *Breeding Science* **61**. 319–326.
- Balázs, E., Dudits, D. és Sági, L. (szerk) 2011. Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében.: Magyar Fehér Könyv. Szeged, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. 136 p.
- Bari, R. and Jones, J.D.G. 2009. Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant Molecular Biology*. **69**. 473-488.
- Boyd, L.A., Ridout, C., O’Sullivan, D.M., Leach, J.E. and Leung, H. 2012. Plant–pathogen interactions: disease resistance in modern agriculture. *TIGS-1004*; No. of pages 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tig.2012.10.011>
- Bravo-Almonacid, F., Rudoy, V., Welin, B., Segretin, M.E., Bedogni, M.C., Stolorowicz, F., Criscuolo, M., Foti, M., Gomez, M., López, M., Serino, G., Cabral, S., Dos Santos, C., Huarte, M. and Mentaberry A. 2012. Field testing, gene flow assessment and pre-commercial studies on transgenic *Solanum tuberosum* spp. *Tuberosum* (cv. Spunta) selected for PVY resistance in Argentina. *Transgenic Research*. **21**. 967–982
- Brenchley, R., Spannagl, M., Pfeifer, M., Barker, G.L., D’Amore, R., Allen, A.M., McKenzie, N., Kramer, M., Kerhornou, A., Bolser, D., Kay, S., Waite, D., Trick, M., Bancroft, I., Gu, Y., Huo, N., Luo, M.C., Sehgal, S., Gill, B., Kianian, S., Anderson, O., Kersey, P., Dvorak, J., McCombie, W.R., Hall, A., Mayer, K.F., Edwards, K.J., Bevan, M.W., Hall, N. 2012. Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature*. **491**. 705-10.
- Bukovinszki, Á., Divéki, Z., Csányi, M., Palkovics, L. and Balázs, E. 2007. Engineering resistance to PVY in different potato cultivars in a marker-free transformation system using a ‘shooter mutant’ *A. tumefaciens*. *Plant Cell Reports*. **26**. 459–465.
- Cavatorta J, Perez KW, Gray SM, Van Eck J, Yeam I. and Jahn, M. 2011. Engineering virus resistance using a modified potato gene. *Plant Biotechnology. J.* **9**. 1014-1021.
- Devos, Y., Meihls, L.N., Kiss, J. and Hibbard, B.E. 2012. Resistance evolution to the first generation of genetically modified *Diabrotica*-active Bt-maize events by western corn rootworm: management and monitoring considerations. *Transgenic Research*. DOI 10.1007/s11248-012-9657-4.
- Dodds, P.N. and Rathjen, J.P. 2010. Plant immunity: towards an integrated view of plant–pathogen interactions. *Nature Reviews Genetics*. **11**. 539-548.

- Draeger, R., Gosman, N., Steed, A., Chandler, E., Thomsett, M., Srinivasachary, Schondelmaier, J., Buerstmayr, H., Lemmens, M., Schmolke, M., Mesterhazy, A. and Nicholson P. 2007. Identification of QTLs for resistance to Fusarium head blight, DON accumulation and associated traits in the winter wheat variety. *Theoretical and Applied Genetics*. **115**. 617–625.
- Dudits D (szerk.) 2009. Zöld géntechnológia és agrárinnováció.: Gazdafórum az Akadémián. Szeged, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. 200 p.
- Gao, H., Zhu, F., Jiang, Y., Wu, J., Yan, W., Zhang, Q., Jacobi, A. and Cai, S. 2012. Genetic analysis and molecular mapping of a new powdery mildew resistant gene Pm46 in common wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. **125**. 967–973.
- Gatehouse, A.M.R., Ferry, N., Edwards, M.G. and Bell, H.A. 2011. Insect-resistant biotech crops and their impacts on beneficial arthropods. *Philosophical Transactions of the Roiyal Society B*. **366**. 1438–1452.
- Gottula, J. and Fuchs, M. 2009. Toward a Quarter Century of Pathogen-Derived Resistance and Practical Approaches to Plant Virus Disease Control. *Advances in Virus Research*. **75**. 161-183
- Green, J.M. and Owen, M.D.K. 2011. Herbicide-Resistant Crops: Utilities and Limitations for Herbicide-Resistant Weed Management. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **59**. 5819–5829.
- Gyetvai, G., Sønderkær, M., Göbel, U., Basekow, R., Ballvora, A., Imhoff, M., Kersten, B., Nielsen, K.L. and Gebhardt, C. 2012. The transcriptome of compatible and incompatible interactions of potato (*Solanum tuberosum*) with *Phytophthora infestans* revealed by DeepSAGE analysis. *PLoS ONE*. **7**. e31526. doi:10.1371/journal.pone.0031526
- Han J., Lakshman, D.K., Galvez, L.C., Mitra, S., Baenziger, P.S. and Mitra, A 2012. Transgenic expression of lactoferrin imparts enhanced resistance to head blight of wheat caused by *Fusarium graminearum*..*BMC Plant Biology*, **12**. 33.
- Helliwell, E.E. and Yang, Y. 2013. Molecular Strategies to Improve Rice Disease Resistance. *Rice Protocols. Methods in Molecular Biology*. **956**. 285-309.
- Ijaz, S. and Iqbal khan, A. 2012. Genetic Pathways of Disease Resistance and Plants-Pathogens Interactions. *Molecular Pathogens*. **3**. 19-26.
- Kalinina, O., Zeller, S.L. and Schmid, B. 2011. Competitive Performance of Transgenic Wheat Resistant to Powdery Mildew. *PLoS ONE* **6**. e28091. doi:10.1371/journal.pone.0028091
- Lodha, T.D. and Basak, J. 2012. Plant–Pathogen Interactions: What Microarray Tells About It? *Molecular Biotechnology*. **50**. 87–97.
- Ma, L.J. van der Does, H.C., Borkovich, K.A., Coleman, J.J., Daboussi, M.J., Di Pietro, A., Dufresne, M., Freitag, M., Grabherr, M., Henrissat, B., Houterman, P.M., Kang, S., Shim, W.B.,

Woloshuk, C., Xie, X., Xu, J.R., Antoniwi, J., Baker, S.E., Bluhm, B.H., Breakspear, A., Brown, D.W., Butchko, R.A., Chapman, S., Coulson, R., Coutinho, P.M., Danchin, E.G., Diener, A., Gale, L.R., Gardiner, D.M., Goff, S., Hammond-Kosack, K.E., Hilburn, K., Hua-Van, A., Jonkers, W., Kazan, K., Kodira, C.D., Koehrsen, M., Kumar, L., Lee, Y.H., Li, L., Manners, J.M., Miranda-Saavedra, D., Mukherjee, M., Park, G., Park, J., Park, S.Y., Proctor, R.H., Regev, A., Ruiz-Roldan, M.C., Sain, D., Sakthikumar, S., Sykes, S., Schwartz, D.C., Turgeon, B.G., Wapinski, I., Yoder, O., Young, S., Zeng, Q., Zhou, S., Galagan, J., Cuomo, C.A., Kistler, H.C. and Rep, M. 2010. Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium*. *Nature*. **464**. 367–373.

Marton, L.Cs. és Bedő, Z. 2011. A géntechnológiai kutatások integrálása a növénynevelésbe. P: 35-40. In: Balázs, E., Dudits, D. és Sági, L. (szerk) Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében.: Magyar Fehér Könyv. Szeged, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület.

Omirulleh, S., Ábrahám, M., Golovkin, M., Stefanov, I., Karabaev, M.K., Mustárdy, L., Mórocz, S. and Dudits, D. 1993. Activity of a chimeric promoter with the doubled CaMV 35S enhancer element in protoplast-derived cells and transgenic plants in maize. *Plant Molecular Biology*. **21**. 415-28.

Parisi, C., Rodriguez-Cerezo E. and Thangaraj H. 2013. Analysing patent landscapes in plant biotechnology and new plant breeding techniques. *Transgenic Research*. **22**. 15–29.

Popp, J., Pető, K. and Nagy, J. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. **33**. 243–255.

Pollegioni, L., Schonbrunn, E. and Siehl, D. 2011. Molecular basis of glyphosate resistance: Different approaches through protein engineering. *FEBS Journal*. **278**. 2753–2766.

Reynolds, M., Bonnett, D., Chapman, S.C., Furbank, R.T., Manès, Y., Mather, D.E. and Parry MA. 2011. Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. *Journal of Experimental Botany*. **62**. 439–452.

Sanahuja, G., Banakar R., Twyman, R.M., Capell, T. and Christou, P. 2011. *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications. *Plant Biotechnology Journal*. **9**. 283–300.

Selwet, M. 2011. Maize Plants Infestation by *Fusarium* spp. and Deoxynivalenol in Genetically Modified Corn Hybrid and Traditional Maize Cultivars. *Polish Journal of Microbiology* **60**. 317–321.

Shukla, V.K., Doyon, Y., Miller, J.C., DeKever, R.C., Moehle, E.A., Worden, S.E., Mitchell, J.C., Arnold, N.L., Gopalan, S., Meng, X., Choi, V.M., Rock, J.M., Wu, Y.Y., Katibah, G.E., Zhifang, G., McCaskill, D., Simpson, M.A., Blakeslee, B., Greenwalt, S.A., Butler, H.J.,

- Hinkley, S.J., Zhang, L., Rebar, E.J., Gregory, P.D. and Urnov, F.D. 2009. Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. *Nature*. **459**. 437-441.
- Simón-Mateo, C. and García, J.A. 2011. Antiviral strategies in plants based on RNA silencing. *Biochimica et Biophysica Acta*. **1809**. 722–731.
- Szénási, Á., Kiss, J., Pálincás, Z., Szekeres, D. és Kádár, F. 2009. Az amerikai kukoricabogár Európában: Rezisztens kukoricahibridek környezeti hatásvizsgálata Európában és Magyarországon. p: 101-108. In: Dudits D (szerk.) *Zöld géntechnológia és agrárinnováció: Gazdafórum az Akadémián*. Szeged, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület.
- Wally O, Punja ZK. 2010. Genetic engineering for increasing fungal and bacterial disease resistance in crop plants. *GM Crops*. **1**. 199-206.
- Wendt T, Doohan F. and Mullins E. 2012. Production of *Phytophthora infestans*-resistant potato (*Solanum tuberosum*) utilising *Ensifer adhaerens* OV14. *Transgenic Research*. **21**. 567–578.
- Zhu, J-Q., Liu, S., Ma, Y., Zhang, J-Q., Qi, H-S., Wei, Z.J., Yao, Q., Zhang, W.Q. and Li, S. 2012. Improvement of Pest Resistance in Transgenic Tobacco Plants Expressing dsRNA of an Insect-Associated Gene EcR. *PLoS ONE* **7**. e38572. doi:10.1371/journal.pone.0038572
- Zöld Biotechnológiai Hírlevél, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület, <http://zoldbiotech.hu>

Evaluation of seaweed extract and various plant products against *Meloidogyne incognita* on basil

Ahmed Hammad Nour El-Deen^{1*}, Omaila Mohamed Abdel-Kafie², Naira Maged El-Ghareb²

¹Nematology Research Unit, Agricultural Zoology Dept., Fac. of Agriculture, Mansoura Univ., Mansoura, Egypt.

²Floriculture & Vegetables Dept., Fac. of Agriculture, Mansoura Univ., Mansoura, Egypt.

*e-mail: ahnoureldeen2003@yahoo.com

Abstract

In this study the potential role of seaweed extract of the brown alga, *Ascophyllum nodosum*, lemon oil, arabic gum, cabbage and guava leaves and oxamyl applied singly or in combinations in the control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting basil, *Ocimum basilicum* was investigated. Results indicated that application of seaweed extract alone or in concomitant with cabbage leaves plus arabic gum gave better enhancement in various growth parameters such as fresh shoot and root lengths and weight. Root gall and egg-mass indices were significantly suppressed in all single and integration treatments as compared with untreated plants. Application with seaweed extract+ cabbage leaves+ arabic gum gave the best results in terms of reducing egg-mass index (2.7) and increased basil plant fresh weight to the highest percentage (85.8%).

Keywords: basil, botanicals, *Meloidogyne incognita*, seaweed extract.

Introduction

Meloidogyne incognita is the most common species of root-knot nematodes (RKN) and infects almost all cultivated plants, which makes it perhaps the most damaging of pathogens Sasser and Freckman (1987). Basil, *Ocimum basilicum* L. is one of the most economic and popular aromatic plants in several Mediterranean countries including Egypt. It is the most important species being utilized as a source of essential oil. In Egypt, basil is widely cultivated in greenhouse for fresh

consumption, whereas open-field crops are used for processing. Basil has been reported to be damaged by several plant-parasitic nematodes including the root-knot nematodes. *M. incognita* is considered as one of the greatest threats to successful basil production (Haseeb et al., 1986). Unfortunately, many of the most effective chemicals used for controlling RKN are highly toxic, very expensive, and can accumulate in the soil causing negative environmental impacts. Recently, researchers have begun to look for alternative and equally effective natural products to replace current chemical control options (Chitwood, 2002; Rugutt et al., 2006). One of the possible effective alternative option is the utilization of natural products obtained from different sources such as algae and plants (Takaishi et al., 2008; Nour El-Deen and Darwish, 2011). Therefore, the present study aimed to evaluate the efficacy of seaweed extract applied singly or integrated with various plant products, i.e. lemon oil, arabic gum and copped fresh leaves of cabbage and guava and/or oxamyl on *M. incognita* infecting basil plants under greenhouse conditions.

Materials and Methods

Nematode source and inocula:

Meloidogyne incognita eggs were obtained from a pure culture maintained and propagated on coleus plants, *Coleus blumei* Benth and extracted from infected roots by the sodium hypochlorite method (Hussey and Barker, 1973).

Seaweed extract (SW):

A commercial seaweed extract product containing concentrated alkaline liquid extracts of the brown algae, *Ascophyllum nodosum* was obtained from Cynetic company, Egypt.

Plant products and nematicide:

Essential oil of lemon and arabic gum powder were obtained from Haraz company, Egypt. Cabbage and Guava leaves were washed free of adhering soil and dust and quantity of the chopped leaf material was ground in the blender. One nematicide, oxamyl (Vydate 10 G) was used for comparison.

Experimental procedure:

This experiment was conducted in a greenhouse of Nematology Research Unit, Faculty of Agriculture, Mansoura University, Egypt on 2012 at temperature ($30\pm5^{\circ}\text{C}$) in 10 cm top diameter pots filled with a mixture of autoclaved sandy loam soil. Basil, *Ocimum basilicum* L. seeds were cultivated in the pots (three seeds/pot). Germinated seedlings were thinned to one seedling per pot. Two weeks after germination, sixty pots were inoculated with 2000 eggs of *M. incognita* per

pot. One week after nematode inoculation, tested materials was added in the pots singly as follows: seaweeds (1%) and arabic gum (4%) were applied at the rate of 10 ml/pot each, lemon oil (0.1%) was applied at 10 ml/pot, cabbage and guava leaves were added at 5 g/pot each and oxamyl at recommended dose (0.3 g/pot). Half amount of all previous materials was applied in concomitant treatments. Each treatment was replicated 3 times in a completely randomized block design and watered daily to allow the decomposition of the organic substrate. Three untreated and uninoculated or untreated with any of such materials and inoculated seedlings were served as control. At 45 days post inoculation, plants were uprooted. Data dealing with length of shoots and roots as well as their fresh weights were recorded. Statistically, the obtained data were subjected to analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range to compare means (Duncan, 1955).

Results

1- Single application:

Data presented in Table (1) showed that best improvement in plant growth parameters significantly was recorded in pots receiving seaweed extract followed by those amended with cabbage leaves then guava leaves with percentages of increase in fresh weight of the whole plants averaged to 44.7, 40.9 and 40.5%, respectively, but no significant differences were noticed among the three treatments. The severity of knotting was significantly reduced in all treatments compared with control. Except oxamyl treatment, non significant difference was observed between treatments in root gall indices which ranged from 3-4; however, the highest egg-mass index (4) was recorded with seaweed extract and arabic gum treatments.

2- Concomitant application:

Of the different integrated treatments, pots received seaweed extract+ cabbage leaves+ arabic gum accomplished the maximum values in shoot and root lengths (67.0 and 52.7 cm), as well as the whole plant fresh weight with percentage increase value of 75.1%. Seaweed extract combined with cabbage leaves and lemon oil appeared to have the second rank to the previous treatment in values of shoot and root lengths increment only (65.0 and 45.3 cm). Meanwhile, application of seaweed extract plus guava leaves and arabic gum ranking the second to seaweed extract+ cabbage leaves+ arabic gum treatment in improving total plant fresh weight with value averaged to 66.7% (Table 1). Application of seaweed extract in combination with arabic gum and cabbage leaves or oxamyl gave the highest reduction percentage in root galling with values of 85.8 and 82.3%, respectively. Egg-masses were significantly suppressed with egg-mass index

(EI) ranged from 2.7-3.7 as compared with that of the control. The lowest EI was obtained from plants receiving seaweed extract integrated with cabbage leaves and arabic gum.

Table 1. Influence of seaweed extract individually or integrated with various plant products and oxamyl on the growth of basil, *Ocimum basilicum* L. and root galling and reproduction of *Meloidogyne incognita*.

Treatments	**Plant growth response						**Galling and Reproduction response					
	Length (cm)		Fresh weight (g)		Fresh wt. of the whole plant (g)	Increase %	Root galls			Egg-masses		
	Shoot	Root	Shoot	Root			No.	Reduction %	*Index (RGI)	No.	Reduction %	*Index (EI)
Single application												
LO	55.0 ^a	30.7 ^b	18.0 ^c	11.1 ^{ab}	29.1 ^{bc}	22.8	41.7 ^c	65.3	4.0 ^b	31.7 ^b	67.7	3.3 ^{bc}
AG	56.3 ^a	30.7 ^b	18.9 ^c	8.8 ^{b-d}	27.7 ^{cd}	16.9	57.7 ^b	51.9	4.0 ^b	36.0 ^b	63.3	4.0 ^{ab}
GL	58.0 ^a	30.0 ^b	22.1 ^a	11.2 ^{ab}	33.3 ^{ab}	40.5	40.0 ^c	66.7	4.0 ^b	29.3 ^{bc}	70.1	3.3 ^{bc}
CL	59.0 ^a	31.0 ^b	21.6 ^{ab}	11.9 ^a	33.4 ^{ab}	40.9	39.7 ^c	66.9	4.0 ^b	29.0 ^{bc}	70.4	3.0 ^c
SW	59.3 ^a	39.0 ^a	22.3 ^a	12.0 ^a	34.3 ^a	44.7	43.3 ^c	63.9	4.0 ^b	33.0 ^b	66.3	4.0 ^{ab}
O	50.0 ^b	23.5 ^c	18.0 ^c	6.2 ^d	24.2 ^d	2.1	18.3 ^d	84.8	3.0 ^c	15.0 ^c	84.7	3.0 ^c
Healthy	58.0 ^a	29.7 ^b	19.2 ^{bc}	10.4 ^{a-c}	29.6 ^{bc}	24.9	---	---	---	---	---	---
N alone	47.0 ^b	23.0 ^c	15.5 ^d	8.2 ^{cd}	23.7 ^d	---	120.0 ^a	---	5.0 ^a	98.0 ^a	---	4.3 ^a
Concomitant application												
LO+ SW+ GL	63.0 ^{a-c}	33.3 ^{d-f}	22.3 ^{b-d}	12.8 ^{a-d}	35.1 ^{b-d}	48.1	42.3 ^b	64.8	4.0 ^b	30.0 ^b	69.4	3.3 ^{bc}
LO+ SW+ CL	65.0 ^{ab}	45.3 ^{ab}	23.6 ^{a-c}	13.0 ^{a-c}	36.6 ^{a-c}	54.4	37.0 ^{b-d}	69.2	4.0 ^b	26.7 ^{bc}	72.8	3.3 ^{bc}
LO+ SW+ O	60.0 ^{b-d}	38.7 ^{b-e}	22.7 ^{b-d}	11.3 ^{a-e}	34.0 ^{b-e}	43.5	30.0 ^e	75.0	3.3 ^{cd}	26.3 ^{bc}	73.2	3.0 ^{bc}
LO+ SW+ GL+ O	62.0 ^{a-c}	39.0 ^{b-e}	20.5 ^{c-e}	10.2 ^{a-e}	30.7 ^{c-e}	29.5	30.3 ^{de}	74.8	3.7 ^{bc}	25.3 ^{bc}	74.2	3.0 ^{bc}
LO+ SW+ CL+ O	33.0 ^g	41.7 ^{bc}	16.0 ^f	8.5 ^{c-e}	24.6 ^{fg}	3.8	34.3 ^{c-e}	71.4	3.3 ^{cd}	29.0 ^b	70.4	3.3 ^{bc}
AG+ SW+ GL	63.3 ^{a-c}	44.7 ^b	26.1 ^{ab}	13.4 ^{ab}	39.5 ^{ab}	66.7	39.3 ^{bc}	67.3	4.0 ^b	31.3 ^b	68.1	3.7 ^{ab}
AG+ SW+ CL	67.0 ^a	52.7 ^a	27.3 ^a	14.2 ^a	41.5 ^a	75.1	17.0 ^f	85.8	3.0 ^d	13.3 ^c	86.4	2.7 ^c
AG+ SW+ O	56.0 ^{de}	40.0 ^{b-d}	23.5 ^{a-c}	10.6 ^{a-e}	34.1 ^{b-e}	43.9	21.3 ^f	82.3	3.0 ^d	21.3 ^{bc}	78.3	3.0 ^{bc}
AG+ SW+ GL+ O	61.0 ^{b-d}	34.3 ^{c-f}	19.7 ^{c-f}	8.3 ^{de}	27.9 ^{e-g}	17.7	22.0 ^f	81.7	3.0 ^d	22.0 ^{bc}	77.6	3.0 ^{bc}
AG+ SW+ CL+ O	54.0 ^e	32.3 ^{ef}	17.8 ^{ef}	11.3 ^{a-e}	29.1 ^{d-f}	22.8	30.3 ^{de}	74.8	3.3 ^{cd}	28.3 ^b	71.1	3.3 ^{bc}
GL+ SW+ O	60.3 ^{b-d}	34.3 ^{c-f}	21.3 ^{c-e}	10.2 ^{a-e}	31.5 ^{c-e}	32.9	29.3 ^e	75.6	3.0 ^d	22.3 ^{bc}	77.2	3.0 ^{bc}
CL+ SW+ O	62.7 ^{a-c}	38.7 ^{b-e}	23.5 ^{a-c}	8.9 ^{b-e}	32.4 ^{c-e}	36.7	33.3 ^{c-e}	72.3	3.7 ^{bc}	24.0 ^{bc}	75.5	3.3 ^{bc}
SW+ O	54.3 ^e	33.0 ^{d-f}	20.2 ^{c-e}	9.8 ^{a-e}	30.0 ^{d-f}	26.6	37.0 ^{b-d}	69.2	4.0 ^b	29.0 ^b	70.4	3.3 ^{bc}
Healthy	58.0 ^{c-e}	29.7 ^{fg}	19.2 ^{d-f}	10.4 ^{a-e}	29.6 ^{d-f}	24.9	---	---	---	---	---	---
N alone	47.0 ^f	23.0 ^g	15.5 ^f	8.2 ^e	23.7 ^g	---	120.0 ^a	---	5.0 ^a	98.0 ^a	---	4.3 ^a

**Data are the averages of three replicates plants per treatment. Means followed by the same letter do not differ significantly ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

LO=Limon oil, AG=Arabic gum, GL=Guava leaves powder, CL=Cabbage leaves powder, SW=Seaweed extract, O=Oxamyl, Healthy=Uninoculated control, N alone=Inoculated control.

*The root gall index (RGI) and egg-masses index (EI) were rated on a scale of 0 to 5 where 0=no galling or egg-masses, 1=1-2 galls or egg-masses, 2=3-10 galls or egg-masses, 3=11-30 galls or egg-masses, 4=31-100 galls or egg-masses and 5=more than 100 galls or egg-masses (Taylor and Sasser, 1978).

Discussion

Results from the present trial indicated that plant growth in terms of length and weight of basil infected with root-knot nematode, *M. incognita* showed better performance following the

addition of seaweed extract and plant products singly or in integration treatments. Best results were obtained in concomitant treatments. It is worth to note that although seaweed extract treatment applied individually recorded the highest value for maximize basil growth parameters among all single applications; conversely it gave moderate values for suppression of galls and egg-masses formation on roots. On the other hand, application of oxamyl at full recommended dose seems to have phytotoxicity to basil plants, since it was found to be the most effective to reduce nematode infection and reproduction.

These results are in accordance with the findings of Wu et al. (1998) and Radwan et al. (2012). These authors reported that the addition of *A. nodosum* extracts to the soil decreased the infestation of tomato plants by root-knot nematodes, and reducing the number of eggs when compared to untreated controls. Moreover, Wu et al. (1998) suggested that the suppressive effects in reducing nematode infestation are due to betaines present in extracts of *A. nodosum*.

From the previous results it can be noticed that triple concomitant applications included cabbage leaves gave the maximum reduction in root galling and egg-mass formation as well increasing plant growth over the control and the other treatments. These results support the findings of Anita (2012) who reported that cabbage leaf residue was the next best treatment to radish leaf residue in reducing the root knot nematode, *M. hapla* population in soil and roots of celery. It has been observed that pots received arabic gum in concomitant treatments gave more effective control of nematode than the addition of lemon oil. The reason of this result could be attributed to sticking character of this substrate. The obtained results are highly encouraging, demonstrating their promising candidates as an alternative for the control of *M. incognita* in basil under glasshouse conditions. Further research is needed to determine the efficacy of these natural products in field trials to verify greenhouse results.

References

- Anita, B. 2012. Crucifer vegetable leaf wastes as biofumigants for the management of root knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood) in celery (*Apium graveolens* L.). *J. Biopest.* 5 (Supplementary). 111-114.
- Chitwood, D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology.* 40. 221-249.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F-test. *Biometrics.* 11. 1-42.

- Hasseb, A., Pandey, R. and Husain, A. 1986. Studies on nematodes disease of *Ocimum* species. Proceedings of the Fifty-sixth Annual Session of National Academy of Sciences, India. Allahabad. P. 76.
- Hussey, R.S. and Barker, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*. **57**. 1925-1928.
- Nour El-Deen, A. H. and Darwish, Hadeer Y. 2011. Nematicidal activity of certain Egyptian weeds and bald cypress callus extracts against *Meloidogyne incognita* infecting eggplant under greenhouse conditions. *Egypt. J. Agronematol.* **10** (2). 242-254.
- Radwan, M.A., Farrag, S.A.A., Abu-Elamayem, M.M. and Ahmed N.S. 2012. Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato using bioproducts of microbial origin. *Applied Soil Ecology*. **56**. 58– 62.
- Rugutt, J.K., Ngigi, A.N., Rugutt, K.J. and Ndalut, P.K. 2006. Native Kenyan plants as possible alternatives to methyl bromide in soil fumigation. *Phytomedicine*. **13**. 576–583.
- Sasser, J.N. and Freckman, D.W. 1987. A world perspective on nematology: The role of the society. P: 7-14 in J. A. Veech and D.W. Dickson, eds. *Vistas on Nematology*. Hyattsville, M. D: Society of Nematologists.
- Takaishi, K., Izumi, M., Baba, N., Kawazu, K. and Nakajima, S. 2008. Synthesis and biological evaluation of alkoxy coumarins as novel nematicidal constituents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. **18**. 5614–5617.
- Taylor, A.L. and Sasser, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Coop. Publ. Dep. Plant Pathol., North Carolina State Univ. and U.S. Agency Int. Dev., Raleigh, NC., 111 pp.
- Wu, Y., Jenkins, T., Blunden, G., Mende, N.V., Hankins, S.D. 1998. Suppression of fecundity of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in monoxenic cultures of *Arabidopsis thaliana* treated with an alkaline extract of *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Applied Phycology*. **1**. 91–94.

Practical problems of herbicide control methods against European mistletoe (*Viscum album* L.)

Tivadar Baltazár^{1*}, Ildikó Varga^{2,3}, Miloš Pejchal¹

¹*Department of Planting Design and Maintenance, Faculty of Horticulture in Lednice, Mendel University in Brno. Valtická 337, 691 44 Lednice, Czech Republic.*

²*Institute of Plant Protection, Georgikon Faculty, University of Pannonia.*

H-8360 Keszthely, Deák str. 57, Hungary.

³*Department of Biosciences (Plant Biology), University of Helsinki.*

PO Box 65, FIN-00014, Helsinki, Finland.

**e-mail: baltazartivadar@gmail.com*

Abstract

Our research focused on the efficiency of herbicide control method against European mistletoe (*Viscum album* L.) on heavily infected species of *Acer campestre* L. and *Tilia cordata* Mill. For this purpose four different herbicides (glyphosate, MCPA, dicamba and fluroxypyr) were tested. Our experimental mature individuals were 12-15 m high in average with mildly decreased vitality. The chemical applications were carried out previously with the help of tree climbers at the end of the dormancy period, before budding of the host trees. We obtained the best result by using fluroxypyr, which caused extensive defoliation of mistletoe and later the death of visible part. During the vegetation period no regeneration was observed. MCPA and dicamba were less effective, only 20% of sprayed mistletoe dried and no regeneration was observed either. Glyphosate caused only little chlorosis and defoliation of the shrubs and later the mistletoe gradually regenerated. No damage was observed on the host. Some practical problems occurred during applications like damage on the host, which was caused by tree climbers.

Keywords: herbicide control, effect of herbicide, *Viscum album*, host tree

Összefoglalás

Jelen kutatásunk célja a vegyszeres védekezés hatékonyságának vizsgálata a fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) ellen erősen fertőzött *Acer campestre* L. és *Tilia cordata* Mill. gazdafajok esetében. E célra négy különböző gyomirtószert (glifozátsó, MCPA, dicamba és fluroxypyr) használtunk fel. Kísérleti gazdafáink teljes mértékben fejlett egyedek voltak, átlagosan 12-15 m magasak, enyhén csökkent életerővel. A kémiai vegyszerezés arboristák segítségével történt a nyugalmi időszak végén, a gazdafajok rügyezése előtt. Legjobb eredményt a fluroxypyr esetében értünk el, ami intenzív lombhullást, majd később a teljes fagyöngybokor szemmel látható részének pusztulását okozta. A vegetációs időszak folyamán regenerálódás nem volt megfigyelhető. Az MCPA és a dicamba kisebb mértékű hatást fejtett ki, ugyanis csak a vegszerrel kezelt fagyöngybokrok alig 20%-a száradt el, amik szintén nem regenerálódtak. Glifozát esetében csak jelentéktelen klorózis illetve lombhullás volt megfigyelhető, később a fagyöngybokor fokozatosan regenerálódott. A gazdafajon semmilyen károsodást nem figyeltünk meg. Számos gyakorlati probléma jelentkezett a kísérletezés során pl. a gazdafaj mechanikai sérülése az arboristák által.

Kulcsszavak: vegyszeres védekezés, herbicidek hatékonysága, *Viscum album*, gazdafa

Introduction

The European mistletoe (*Viscum album* L.) is a shrubby, evergreen, dioecious and parasitic flowering plant with functional chlorophyll. It is considered as a hemiparasite that lives on a wide range of deciduous and coniferous trees and shrubs (Zuber, 2004; Catal and Carus, 2011). Barney et al. (1988) listed 452 plant species as hosts of *Viscum album*, most of them from the Rosaceae family.

Viscum album causes damage to many forest trees, street trees, and orchards in Southern and Central Europe (Tubeuf, 1923). It affects negatively the height and diameter growth; lower the vigour of the host and inducing premature mortality. Several means of controlling mistletoes have been tested, but direct methods, such as pruning infected branches or removing infected trees are still the only practical methods (Hawksworth, 1983; Zuber, 2004). Many herbicides were tested on different host trees. Systemic herbicides, such as 2,4-D, 2,4-5 T, 2,4-MCPB killed *Viscum album* shoots on silver fir (*Abies alba*, Mill.), dichlore ethane, glyphosate and gibberelic acid on Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) with little host damage (Delabrazé and Lanier,

1972; Brun et al., 2001). Baillon et al. (1988) reported experiments with 4-(2,4-dichlorophenoxy)butyric acid and glyphosate, but they mostly focused on the translocation and penetration of these herbicides in the host trees. They found no herbicide in the host. Dichlorprop, glyphosate, clorame and trichloropir were tested on *Olea europaea* L., but these chemicals were phytotoxic to host (Besri, 2005). In other cases ethamethsulphuron-methyl, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, glyphosate, U-46 D and sodium-dioctil on *Acer campestre* L. and *Tilia platyphyllos* Scop. caused little host damage respectively in high concentration. The most efficient agent was 2,4-D, which caused the whole necrosis of mistletoe shrubs even in the lowest concentration, but low chlorosis, rarification of foliage and drying of twigs were detected on the host trees (Varga et al., 2012a; 2012b). No damage was observed on *Crataegus* Tourn. ex L. in case of using glyphosate, MCPA and dicamba. The best effects were observed with the agent MCPA, it caused necrosis on the mistletoe shrubs, which were destroyed fourth month after treatment (Baltazár et al., 2012).

Our main goal was to study the effect of four herbicide agents on mistletoe shrubs and on host trees (*Acer campestre* L. and *Tilia cordata* Mill.) as well as to solve some practical problems which may occur during application.

Materials and methods

Our experiments were carried out based on our previous results, when some herbicides (with different concentrations) were tested against mistletoe on *Crataegus* species (Baltazár et al., 2012). Herbicide applications were carried out near Lednice (Czech Republic) during dormancy period in the last week of March 2012 on four individuals of *Acer campestre* L. and on four individuals *Tilia cordata* Mill. These mature individuals were averagely 12-15 m high with mildly decreased vitality (determined according to the methodology proposed by Roloff, 2001). All individuals were consistently infected with mistletoes, or infections occurred in clusters. Mistletoes took up at least one-third of the active assimilative crown of tree volume.

The chemical applications were carried out with the help of tree climbers. The tree crown was divided in two parts; mistletoes were sprayed on the one part, while the other part remained intact for control. There was only one type herbicide applied on each trees. Due to the different infection intensity on the hosts, the number of treated mistletoe bushes also varied between the hosts. The average number was at least 15-20, but in some cases this number was higher. Pesticides were directly applied on the leaves of the mistletoe bushes in windless weather.

Approximately 20-40 ml liquid was sprayed per mistletoe shrub. The following phloem-mobile herbicides were tested with wetting agent Silwet Star L-77 in 1 ml/l concentration:

- a) Dominator (glyphosate [glyphosate isopropylamine salt]): 10 ml/l
- b) Agritox 50 SL (MCPA [2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid]): 5 ml/l
- c) Banvel 480 S (dicamba [3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid]): 2 ml/l
- d) Starane 250 EC (fluroxypyr[(4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridinyl)oxy]acetic acid): 3,5 ml.

After herbicide treatments effects on the mistletoe bushes were evaluated weekly during the first month then on every second week till the end of the third month and later on monthly bases. Preeminent phytotoxic symptoms were checked visually, e.g. shoot necrosis, chlorosis on leaves, mistletoe bush defoliation and possible regeneration of mistletoe bush. The possible symptoms on hosts were also evaluated.

Results

In case of Dominator (glyphosate) the symptoms were observed 10-15 days after spraying: lower extent of chlorosis (max. 25% leaves of mistletoe bush) and defoliation (max. 20% of all mistletoe leaves). Later, this damage was not extended toward. Finally, most of the mistletoe bushes regenerated and later fruit production have started corresponding to fruit size and development of its phenological phase. In case of Starane (fluroxypyr) extent defoliation was observed 7-8 days after spraying without other damage (e.g. chlorosis), which continued during the following weeks. By the end of the first month 90% of the foliage dropped down. No chlorotic symptoms were observed on the remaining foliage. After the four months all leaves dropped, while the stem of the mistletoe remained on the host. No regeneration was observed till the end the vegetation period. All of treated mistletoes (approximately 30-35 bushes on the two hosts) dried. The last two herbicides (Agritox 50 SL, Banvel 480 S) had almost the same symptoms, which appeared 14-16 days after the application. Only a small number of mistletoe bushes (maximally 20% of all treated bushes) were damaged, chlorotic symptoms and rarely low turgor deficiency were noticed. Number of damaged mistletoe individuals was not increased later. By the end of the first month, in case of damaged bushes the level of defoliation was 20% in each shrub; at the end of the second month it was 30%. Three months after the application the majority of damaged bushes dried with the stem. No mistletoe regeneration was observed till the end of the vegetation period.

The effects of herbicides on the mistletoe were same in both hosts. We found no damage on the host trees in case of using of these herbicides.

Discussion

These results of herbicide control methods in this paper were based on the symptoms of mistletoe bushes that were evaluated in the autumn of 2012. The data will be supplemented in the next year, when we monitor the effect of herbicide treatment again. New shoots can be regenerated from haustoria.

In spite of that using the same herbicide concentration, the symptoms of the application were quite different than our previous experiment (Baltazár et al., 2012), because the efficiency of this treatment was lower. The largest difference was noticed in case of MCPA and dicamba. In case of first chemical application (year 2011) appeared the total defoliation was at the second month 80% and later all sprayed mistletoe bush dried. In this case the average of defoliation was just 30% and dried only 20% of mistletoe bushes. One possible reason for their inefficiency is that the night temperature was too low and herbicides could not expand their effects. Another reason could be that spraying was not carried out properly; maybe some bushes did not get any herbicides. During applications the following problems occurred:

- The spraying of trees with help of tree climbers cannot be carried out without little damage in the host, respectively when the host crown is too dense.
- In many cases mistletoe shrubs distributed on the trees in clusters. During the applications these branches were more breakable than others and in some cases they were seriously damaged or broken down.
- It was difficult to spray the pesticides without breaking the host branches in case of soliter mistletoe bushes, respectively if these bushes were situated at the end of the branches.
- It is difficult to spray mistletoe equally.

During the evaluation the following herbicide effects and problems occurred:

- In some cases mistletoe bushes had an incomplete spherical form; yellow leaves or completely yellow bushes and some mild defoliation was observed already before the treatment.
- Mistletoe bushes were located too high in the crown; therefore the visual evaluation after the treatment may be incorrect after leafing of the host.

- As a consequence of some damaged host branches or mistletoe bushes by tree climbers, drying of the mistletoes may not only be caused by the herbicides, but also by the lack of water and mineral nutrition.

- Strongly infected branches of trees may die with mistletoes that are situated on them.

Although we observed no damage on the hosts, some other studies (Besri 2005; Varga et. al., 2012b) reported little or larger damage (e.g. necrosis or defoliation) on hosts, therefore only low herbicide concentrations may be recommended for use, but the lower concentration could be less effective.

Acknowledgements

The paper was based on the support of the project No. DF11P01OVV019 – Landscape architecture's methods and tools for spatial development, that meets the thematic priority TP 1.4 of the Programme of Applied Research and Development of the National and Cultural Identity, funded by the Ministry of Culture of the Czech Republic. Thanks are due to Péter Poczai (University of Helsinki) for commenting on the manuscript.

References

- Baillon, F., Chamel, A., Fer, A., Frochot, H., Gambonnet, B. and Manzato, M. C. 1988. Lutte chimique contre le gui (*Viscum album* L.). Pénétration, transport, efficacité de deux herbicides phloème-mobiles (2,4-DB et glyphosate). *Ann. Sci. For.* **45**. 1–16.
- Ball, P. W. 1993. *Viscum* L. In: Tutin, T. G., Burges, N. A., Chater, A. O., Edmondson, J. R., Heywood, V. H., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M. and Webb, D. A. (eds.). *Flora Europaea*, vol. 1, Psilotaceae to Platanaceae. – Cambridge Univ. Press, Cambridge, 86.
- Baltazár, T., Pejchal, M., Varga, I. and Poczai, P. 2012. Investigation of the efficiency of herbicide and mechanical control methods against European mistletoe (*Viscum album* L.) on *Crataegus* species. *13th International Scientific Conference of PhD. Students Young Scientist and Pedagogues*. Nitra, Slovakia, 11–16.
- Barney, C. W., Hawksworth, F. G. and Geils, B. W. 1998. Hosts of *Viscum album*. *Eur. J. For. Path.* **28**. 187–208.
- Besri, M. 2005. *Viscum cruciatum*: A threat to the olive production in the Moroccan Rif Mountains. *Integrated Protection of Olive Crops*. IOBC/wprs Bull. **28**. 9. 169–173.

- Brun, A. P., Martin, J. F. C., López, F. F. and González, C. C. 2001. Comparación de la eficacia de distintos productos químicos aplicados mediante tratamiento aéreo en el control del muérdago (*Viscum album*) sobre *Pinus halepensis*. *Bol. San. Veg. Plagas*. **27**. 383–388.
- Catal. Y. and Carus, S. 2011. Effect of pine mistletoe on radial growth of crimean pine (*Pinus nigra*) in Turkey. *J. Environ. Biol.* **32**. 263–270.
- Delabraze, P. and Lanier, L. 1972. Contribution á la Lutte Chimique contre le Gui (*Viscum album* L.). *Eur. J. For. Path.* **2**. 95–103.
- Hawksworth, F. G. 1983. Mistletoes as forest parasites. In: Calder, M. and Bernhardt, P. (eds). The biology of mistletoes. *Acad. Pr.* Sydney. Australia. 317–333.
- Roloff, A. 2001. Baumkronen: Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag. 164.
- Tubeuf, C. v. 1923. Monographie der Mistel. R. Oldenburg, München and Berlin, 832.
- Varga, I., Nagy, V., Baltazár, T. and Petrovicsné, Mátyás, K. K. 2012a. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) elleni herbicides védekezés hatékonyságának vizsgálata. *XXII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum*. Keszthely. 122–126.
- Varga, I., Nagy, V., Baltazár, T., Petrovicsné, Mátyás, K. K., Poczai, P. and Molnár, I. 2012b. Különböző szisztémikus herbicidek fehér fagyöngy (*Viscum album*) elleni hatékonyságának, illetve a fagyöngy hiperparazita kórokozójára gyakorolt antifungisztikus hatásának vizsgálata. *Növényvédelem*. **48**. 11. 507–517.
- Zuber, D. 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*. **199**. 3. 181–203.

Effect of different temperatures and antibiotic combinations on the mycelial growth of the european mistletoe hyperparasitic fungus (*Phaeobotryosphaeria visci*)

Ildikó Varga^{1,2*}, Peter Pocza², Tivadar Baltazár³, Jaakko Hyvönen²

¹*Institute of Plant Protection, Georgikon Faculty, University of Pannonia.*

H-8360 Keszthely, Deák str. 57, Hungary.

²*Department of Biosciences (Plant Biology), University of Helsinki.*

PO Box 65, FIN-00014, Helsinki, Finland.

³*Department of Planting Design and Maintenance, Faculty of Horticulture in Lednice, Mendel University in Brno. Valtická 337, 691 44 Lednice, Czech Republic.*

**e-mail: ildikovarga@hotmail.hu*

Abstract

Diverse woody plants in more than 3000 ha in Hungary are infected by European mistletoe (*Viscum album*). This area has recently increased. The only way to control this hemiparasite shrub is to remove the infected branches - other effective control methods are currently unknown. A hyperparasitic fungus (*Phaeobotryosphaeria visci*) might be a good candidate to develop an effective biocontrol agent against mistletoe. It was necessary to find antibiotics which make the isolation of this pathogen easier and not effect mycelial growth negatively during strain maintenance. In our previous study we tested the negative effects of ampicillin, kanamycin and rifampicin on mycelial growth. In this experiment we examined these antibiotics in combination to study the potential negative synergistic effects on mycelial growth. We compared the effect of antibiotic combinations against the effect of each antibiotic separately. Additionally, we measured the mycelial growth under different temperatures to find the optimal conditions for mycelial growth. The colony diameters were significantly higher at 25°C, but no sporulation was observed in this temperature. While rifampicin has stronger antifungal effect; the other antibiotic combinations are also suitable for maintenance of these fungal strains.

Keywords: Botriosphaeriaceae, biocontrol, *Viscum album*, antifungal effect, pure cultures

Összefoglalás

A fehér fagyöngy (*Viscum album*) hazai elterjedési területe közel 3000 ha-ra tehető, mely az utóbbi években folyamatosan emelkedő tendenciát mutat. A hemiparazita elleni védekezés nem megoldott, leggyakrabban a bokrok mechanikai eltávolítását alkalmazzák. A bokrok eltávolításán kívül az eredményes biológiai védekezés egyik ágense lehet a fagyöngy hiperparazita kórokozója (*Phaeobotryosphaeria visci*). A kórokozó izolálása, valamint a törzsek fenntartása szempontjából feltétlenül szükséges olyan antibiotikumok használata, mely nem gátolja a micélium növekedését. A megelőző vizsgálataink során külön-külön vizsgáltuk ampicillin, kanamicin és rifampicin antifungisztikus hatásait. Jelen tanulmányunk során ezen antibiotikumok hatásait kombinációkban vizsgáltuk, egy esetleges negatív szinergens hatás felderítése céljából. A kapott adatokat nem csak kontroll (antibiotikum mentes lemezekkel, hanem az adott különálló antibiotikumok hatásaival is összevetettük. A micélium növekedés optimális körülményeinek meghatározása céljából több hőmérsékleten is megfigyeltük a kórokozó fejlődését. A telepátmérők szignifikánsan nagyobbak voltak 25°C hőmérsékleten, de a kórokozó sporulációját nem figyeltük meg. Bár a rifampicin erősebb antifungisztikus hatással bírt, az összes antibiotikum kombináció alkalmasnak bizonyult a törzsek fenntartása szempontjából.

Kulcsszavak: Botriosphaeriaceae, biológiai védekezés, *Viscum album*, antifungisztikus hatás, tiszta tenyészet

Introduction

European or white berry mistletoe (*Viscum album* L.) of Viscaceae (Santalaceae sensu lato; Nickrent et al., 2010) is an evergreen, perennial, epiphytic, hemiparasitic shrub (Zuber, 2004), which is able to infect more than 450 woody species (Barney et al., 1998). This hemiparasite is widely distributed in Europe and it was introduced to North America and Canada in the beginning of the 20th century (Hawksworth et al., 1991). The mistletoe infection in Europe causes serious damage in forestry, the infected area in Hungary is larger than 3000 ha (Hirka, 2010).

The only successful control method of mistletoe is the pruning of infected branches, but this technique causes reduces the canopy of the host plant and huge stress. Previously we studied the phytotoxic effects of more systemic herbicides on mistletoe shrubs and also on dioecious host trees. The most efficient agent was 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, which caused complete

necrosis of mistletoes, but only low chlorosis, rarification of foliage, and drying of twigs were detected on the host trees (Varga et al., 2012b).

We found and isolated a fungal species living on European mistletoe, which is able to infect the entire hemiparasitic plant, including berries, leaves and branches. After infection it induces the total necrosis of the shrub and haustoria. This hyperparasitic fungus is *Phaeobotryosphaeria visci* (Kalchbr.) A.J.L. Philips & Crous [Syn.: *Botryosphaeria visci* (Kalchbr.) Arx & E. Müll.; anamorph: *Sphaeropsis visci* (Fr.) Sacc.] a dark-spored ascomycete of the Botryosphaeriaceae (Varga et al. 2012a).

The utility in biological control of this hyperparasite fungus species has been studied by Karadžić and Lazarev (2005), Fischl et al. (2009) and Varga et al. (2012a). Symptoms of this pathogen and the optimal temperature for mycelial growth was reported for the first time by Stojanović (1989), furthermore he studied a few media for the *in vitro* maintenance.

Using antibiotics is common in the maintenance of bacterial and fungal cultures and strains. There are many antibiotics with different mechanisms of action which can be used for this purpose. In this study we tested commonly used antibiotics in combination to study their negative effect on mycelial growth of *Phaeobotryosphaeria visci*. Previously we tested the effect of ampicillin, kanamycin, rifampicin and nystatin separately (Varga et al., 2013). In this experiment we wanted to study the occurrence of negative synergistic effects of these antibiotics.

The objectives of the present study were:

- (i) to test the antibiotics in combination which could be used during the isolation of this pathogen without negative effects on spore germination and mycelial growth,
- (ii) to test incubation temperatures which result in significantly higher mycelial growth providing better conditions for maintaining the fungal strains. For this purpose three antibiotics (ampicillin, kanamycin and rifampicin) and two temperatures (20°C and 25°C) were used during the experiments.

Materials and methods

Infected European mistletoe leaves were collected at Ajka, Hungary in August 2010 from silver maple (*Acer saccharinum* L.). Monospore culture was prepared following Varga et al. (2012a). The examined strain was maintained on potato dextrose agar (PDA) at 20°C and was passed once in a month. One-week-old pure cultures growing on PDA medium were used as inocula. Discs (5 mm in diameter) containing mycelia were transferred to the center of 90 mm Petri-dishes. Colony diameters were measured every second day until the 12th day.

The effect of temperature was studied on potato dextrose agar (4 g potato extract, 20 g glucose, 20 g agar) at 20°C and 25°C.

The effect of antibiotics was studied on potato dextrose agar (PDA) at 25°C, the concentration of antibiotics were (i) ampicillin 100 mg L⁻¹, (ii) kanamycin 30 mg * L⁻¹, (iii) rifampicin 100 mg * L⁻¹. The tested combinations were: (i) ampicillin & kanamycin, (ii) ampicillin & rifampicin, (iii) kanamycin & rifampicin and (iv) ampicillin & kanamycin & rifampicin.

The data was recorded using Microsoft Office Excel 2010. All statistical analyses were performed using the statistical program R version 2.15.1. (R Development Core Team 2012), for editing R scripts Tinn-R code editor was used (Faria 2011). For characterisation of the relationship between time and mycelial growth marginal regression models from package “nlme” (Pinheiro et al. 2011) were used. In this case the response variable was always the diameter of colony; the categorical explanatory variables were antibiotics and temperature. The time was treated as continuous explanatory variable (day: 2, 4, 6, 8, 10 and 12). To estimate the marginal regression coefficients a restricted maximum likelihood (REML) estimation process was used.

For comparison the average diameter one-way analysis of variance (ANOVA) type I (sequential) sum of squares on the 10th day was used, where factors were the antibiotics and temperature. To detect the difference between control and antibiotics treatment contrast to detect other differences Dunnett-Tukey-Kramer pairwise multiple comparison test was used from the package “DTK” (Lau, 2011) at significance level 0.01. Treatment contrast was also used to estimate factor level means and was calculated with 95% confidence intervals (CI) for the mean. After the analysis all accepted statistical models were checked pre-eminently with the help of diagnostics plots.

Results

Effect of temperature

The marginal regression analysis indicated no statistically significant difference between the intensity of mycelial growth and temperature (temperature: $F_{1,66} = 27.70$; $p < 0.001$; day: $F_{1,66} = 916.94$, $p < 0.001$, temperature-day: $F_{1,66} = 2.83$, $p = 0.097$) (*Figure 1.*). (Mycelial growing was not fully linear, because the intensity of growth became slower from the 8th day. This decrease might be caused the size of Petri-dish.)

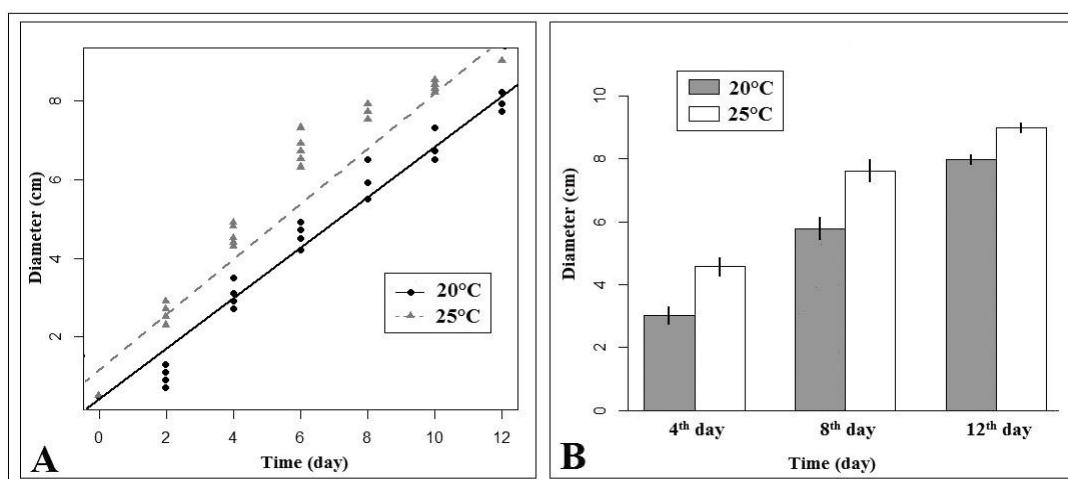


Figure 1. Marginal regression model of mycelial growth at 20°C and 25°C (A) and the means of colony diameters at 4th, 8th and 12th days (CI 95%) (B). (Marg. reg. model has the following shape: diam. of mycelia (20°C) = 0.41 + 0.64*day and diam. of mycelia (25°C) = 1.05 + 0.81*day.)

In contrast, the one-way ANOVA resulted in significant difference between the colony diameters on 4th, 8th and 12th day and temperature ($p < 0.001$, $n = 5$). Colony diameters are given in the Table 1.

Table 1. Means of colony diameters at 20°C and 25°C.

Day	F-value	Means (cm) of colony diameter with 95% CI at 20°C (cm)	Means (cm) of colony diameter with 95% CI at 25°C (cm)
4 th	$F_{1,8} = 76.528$	3 (2.73 - 3.31)	4.6 (4.29 - 4.87)
8 th	$F_{1,8} = 75.571$	5.7 (5.43 - 6.13)	7.6 (7.27 - 7.97)
12 th	$F_{1,8} = 110.68$	7.9 (7.82 - 8.14)	9 (8.84 - 9.16)

Effect of antibiotic combinations

During marginal regression analysis (Figure 2.) we found statistical significant difference between the growth of mycelia and antibiotics combination (antibiotic: $F_{4,165} = 3124.2$; $p = 0.28$; day: $F_{1,165} = 3694.3$, $p < 0.001$; antibiotic-day: $F_{4,165} = 120.90$ $p < 0.001$). There was no significant difference in the growth of mycelia between control plates and ampicillin & kanamycin combination ($p = 0.27$), but there was statistically significant difference between the control plates and all other combinations, which contained rifampicin (ampicillin & rifampicin, kanamycin & rifampicin, ampicillin & kanamycin & rifampicin) ($p < 0.001$). While ampicillin & kanamycin did

not decrease intensity of mycelial growth, all other combinations did. (Mycelial growing was not fully linear, because the intensity of growth became slower from the 8th day. This decrease might be caused the size of Petri-dish.)

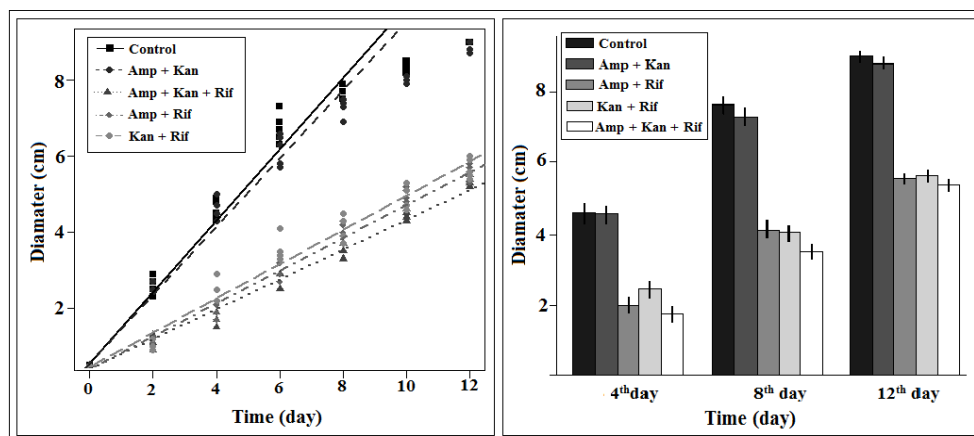


Figure 2. Marginal regression model of mycelial growth on potato dextrose agar containing different antibiotics: no antibiotic (Control), ampicillin (Amp), kanamycin (Kan), rifampicin (Rif) (A) and the means of colony diameters at 4th, 8th and 12th days (CI 95%) (B). (Marg. reg. model has the following shape: diameter of mycelia (“control”) = $0.54 + 0.94 \times \text{day}$, diameter of mycelia (A&K) = $0.55 + 0.9 \times \text{day}$, diam. of mycelia (A&K&R) = $0.42 + 0.39 \times \text{day}$, diam. of mycelia (A&R) = $0.41 + 0.43 \times \text{day}$ and diam. of mycelia (K&R) = $0.46 + 0.45 \times \text{day}$.)

The one-way ANOVA showed significant difference between the colony diameters at 10th day and antibiotics combination ($F_{3,16} = 13.88$; $p < 0.001$, $n=5$) at 0.01 significance level. Significant difference was detected in control plates and all antibiotic combinations. While all antibiotics and their combinations caused smaller colony diameters there was no significant difference between antibiotics, and no negative synergistic effect in the antibiotic combinations was detected (Figure 3.).

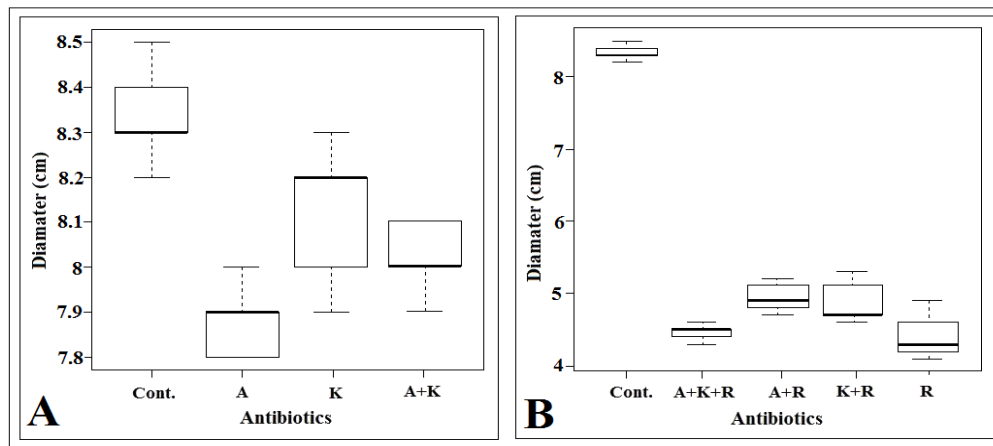


Figure 3. Change of colony diameters with different antibiotic combinations (Cont.=no antibiotic/control plates, A=ampicillin; K=kanamycin, R=rifampicin). Thick line inside the box indicates the median value of the data.

No statistically significant difference was detected between ampicillin and ampicillin & kanamycin combination ($p=0.26$), or between kanamycin and ampicillin & kanamycin combination ($p=0.54$). Additionally, there was no statistically significant difference between rifampicin and ampicillin & kanamycin & rifampicin combination ($p=0.99$), rifampicin and rifampicin & kanamycin combination ($p=0.04$), and not even between rifampicin and rifampicin & ampicillin combination ($p=0.02$). The means of colony diameters on the 10th day are given in the *Table 2*.

Table 2. Mean of colony diameter with different antibiotics and antibiotic combinations

Type of antibiotic or antibiotic combinations	Means of colony diameter (cm) at 10 th day on PDA medium (95% CI)
control (no antibiotic)	8.34 (8.23 - 8.45)
kanamycin	8.12 (8.01 - 8.23)
ampicillin	7.88 (7.77 - 7.99)
ampicillin & kanamycin	8.02 (7.91 - 8.13)
rifampicin	4.42 (4.20 - 4.64)
ampicillin & rifampicin	4.92 (4.72 - 5.16)
kanamycin & rifampicin	4.88 (4.66 - 5.10)
ampicillin & kanamycin & rifampicin	4.46 (4.24 - 4.67)

Discussion

Even though there was no statistical difference in mycelial growth, the colony diameters were significantly larger at 25°C. Our results confirm the results obtained by Stojanović (1989). Although the colony diameter was larger at 25°C no sporulation was observed. The presence of rifampicin caused more than 50% decrease in colony diameter; its use can be recommended to be used for heavily infected cultures and colonies. Ampicillin and kanamycin had only weak effect on the colonies, so these antibiotics can be used for the maintenance of pure cultures. The utility of antibiotics in combinations did not cause significantly smaller colony diameters. Use of these antibiotics in combination does not cause synergistic negative effect on mycelial growth.

Acknowledgements

This study was supported by the CIMO Fellowship Grant, Finland to Ildikó Varga.

References

- Barney, C. W., Hawksworth, F. G. and Geils, B. W. 1998. Hosts of *Viscum album*. *Eur. J. For. Path.* **28**. 187–208.
- Faria, J. C. 2011. Resources of Tinn-R GUI/Editor for R Environment. UESC, Ilheus, Brasil.
- Fisch, G., Jandrsits, L., Varga, I. és Pásztor S. 2009. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) parazita gombái. *Növényvédelem*. **45**. 4. 178–183.
- Hawksworth, F. G., Scharpf, R. F. and Marosy, M. 1991. European mistletoe continues to spread in Sonoma County. *Calif. Agric.* **45**. 39–40.
- Hirka, A. (szerk.) 2011. A 2010. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2011-ben várható károsítások. ERTI, Budapest. 120–121.
- Karadžić, D. and Lazarev, V. 2005. The most significant parasite and saprophytic fungi on Mistletoe (*Viscum album* L.) and possibilities of their usage in bio-control. *Bulletin. Faculty of Forestry, University of Bajina Luka*. **3**. 35–46.
- Lau, M. K. 2011. DTK: Dunnett-Tukey-Kramer Pairwise Multiple Comparison Test Adjusted for Unequal Variances and Unequal Sample Sizes. R package version 3.1. <http://CRAN.R-project.org/package=DTK>
- Nickrent, D. L., Malécot, V., Vidal-Russell, R. and Der, J. R. 2010. A revised classification of Santalales. *Taxon*. **59**. 2. 538–558.

- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D. and R Development Core Team 2011. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version, **3**. 1–100.
- R Development Core Team 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Stojanović, S. 1989. The investigation of *Sphaeropsis visci* (Salm.) Sacc. and *Colletotrichum gloeosporoides* (Sacc.) Penz., parasite on European mistletoe (*Viscum album* ssp. *typicum* Beck). *Zastita Bilja*. **40**. 493–503.
- Varga, I., Baltazár, T. and Pejchal, M. 2013. Optimisation of growing conditions of European mistletoe hyperparasitic fungus (*Phaeobotryosphaeria visci*): Effect of different media and antibiotics. *Acta horticulturae et regioteecturae*. Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia. *In press*.
- Varga, I., Taller, J., Baltazár, T., Hyvönen, J. and Poczai, P. 2012a. Leaf-spot disease on European mistletoe (*Viscum album*) caused by *Phaeobotryosphaeria visci*: potential candidate for biological control. *Biotechnol. Lett.* **34**. 6. 1059–1065.
- Varga, I., Nagy, V., Baltazár, T., Petrovicsné Mátyás, K. K., Poczai, P. and Molnár, I. 2012b. Különböző szisztémikus herbicidek fehér fagyöngy (*Viscum album*) elleni hatékonyságának, illetve a fagyöngy hiperparazita kórokozójára gyakorolt antifungisztikus hatásának vizsgálata. *Növényvédelem*. **48**. 11. 507–517.
- Zuber, D. 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*. **199**. 3. 181–203.

Next generation sequencing based identification of late blight resistance genes in potato

Ramin Hajianfar^{1*}, Zsolt Polgár², János Taller¹

¹University of Pannonia, Faculty of Georgikon, Department of Plant Science and Biotechnology, 8360 Keszthely, Festetics u. 7., Hungary

²University of Pannonia, Centre of Agricultural Sciences, Potato Research Centre, 8360 Keszthely, Festetics u. 7., Hungary

*e-mail: haj_ram@yahoo.com

Phytophthora infestans causing late blight is worldwide one of the most important and destructive diseases in potato. This pathogen has many different races and the population is almost under continuous changing because of variations that take place during mutation, sexual reproduction and migration. At least, production of disease-free seed-tubers and the proper application of fungicides are required for effective protection against late blight. Protection could be effectively enhanced with the use of late blight resistant cultivars. Nevertheless, not too many cultivars are available with complex resistance against this disease. Since late blight resistance is race specific with the continuous changing of late blight populations accumulation of different *P. infestans* resistance genes in new cultivars could be an effective approach. During the breeding process it is very complicated to determine the presence of different resistance genes with traditional screening techniques. Up to now over 20 functional late blight resistance genes (R genes) from different species of *Solanum* sp. were described. Among them several have been already isolated. Resistance genes with known nucleotide sequence would facilitate the introgression of any number of these genes into a new cultivar with a sequence based screening technique called marker assisted selection.

In this research program we are interested in the determination of known late blight resistance genes in our highly late blight tolerant cultivar White Lady. Further, our goal is to isolate new late blight resistance gene(s) from this cultivar. To these purposes we applied a new molecular genetic approach, called Next Generation Sequencing (NGS), by which parts of about 40 000 potato genes were sequenced and analyzed. These gene parts are called transcriptomes (TC). We screened the transcriptomes for the presence of isolated late blight

resistance gene sequences, and 4 different genes could be determined in the cultivar White Lady. Since, the infection tests with different *P. infestans* races indicated the presence of further resistance gene(s) which up to now have not yet been isolated we developed intron targeting primers from the transcriptomes and also screened the TC database for resistance gene motives to determine new resistance genes. Results of our analyses will be presented here and the molecular information will be used in the resistance breeding of potato.

Köszönetnyilvánítás

Present publication was realized with the support of the project OTKA 76485.

Antibacterial activity of two entomopathogenic bacteria on some plant and animal pathogens

**Zsófia Csanádi^{1*}, Dávid Vozik¹, Andor Molnár², Katalin Bélafi-Bakó¹,
Károly Dublec², András Fodor^{2,3}**

^{1,2,3}University of Pannonia,

¹Faculty of Engineering, Research Institute of Bioengineering, Membrane Technology and Energetics, Veszprém, Egyetem u. 10., H-8200

*e-mail: csanadi@almos.uni-pannon.hu

²Georgikon Faculty, Department of Animal Sciences, CEPO Group, Keszthely, Deák F. u. 16,

³Georgikon Faculty, Institute of Plant Protection, Keszthely, Deák F. u. 16., H-8360

Abstract

Entomopathogenic bacteria produce antibiotics effective against plant, animal and human plant pathogenic bacteria. Antibacterial activities of the cell-free conditioned media (CFCM) of *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) and *X. szentirmaii* (EMC) EPB species on plant and animal pathogenic bacteria were determined by agar diffusion technique. All *Erwinia* and *Xanthomonas* strains proved sensitive to both antibacterial activities. The chicken pathogen Gram-positive *Clostridium perfringens* proved also considerably susceptible. *In vivo* studies indicate that in the ilea of EMA/EMC fed chicken the number of *C. perfringens* CFU were significantly lower than in those of the controls. Results indicating equal sensitivities of wild type, chloramphenicol-resistant, rifampicin-sensitive and streptomycin resistant *E. amylovora* EMA and EMC cell-free conditioned media suggest that these compounds might be of potential tools in controlling poly-resistant pathogens.

Keywords: entomopathogenic bacteria, antimicrobial activity, plant and animal pathogens, agar-diffusion technique

Összefoglalás

A vizsgálatok során a *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) és a *X. szentirmaii* (EMC) EPB fajok sejtmentes kultúráinak (CFCM, cell-free conditioned media) antibakteriális aktivitását mértük agar-diffúziós módszerrel növény-, és állat-patógén baktériumokon. Korábbi eredményeinkkel összhangban a vizsgált növénypatogén *Erwinia* és *Xanthomonas* törzsek kivétel nélkül érzékenyek voltak mindkét EPB faj antibakteriális anyagaira. Baromfi-patógének közül kiemelkedő volt a Gram-pozitív *Clostridium perfringens* érzékenysége. *In vivo* kísérletekben az EMA és EMC anyagok 1:1 arányú keverékével etetett csirkék ileumában a *Clostridium*-szám szignifikánsan kevesebb volt, mint a kontrollokban. A vad típusú (Ea1), és különböző antibiotikumokra rezisztens *Erwinia amylovora* törzsek azonos mértékben voltak érzékenyek az EMA és EMC antimikrobiális anyagaira. Ez arra utal, hogy ezek az anyagok felhasználhatóak lehetnek a poli-rezisztens patogének elleni küzdelemben.

Introduction

Insect pathogenic or entomopathogenic nematodes (EPN) as *Heterorhabditis* and *Steinernema* species are symbiotically associated with the members of the bacteria family *Enterobacteriaceae* as *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* species, respectively [1][2]. These nematodes and their symbiotic entomopathogenic bacteria (EPB) can be used as microbial control agents against agricultural insect pests [3]. The bacterial symbionts are carried within the intestine of the nematode and after entering the insect host, they are released by the infective nematodes in the hemolymph of the target insect host [4]. They produce a wide range of toxins, antibiotics and hydrolytic exoenzymes and process the insect's cadaver into utilisable nutrient for the nematodes. First in 1964 Dutky et al. [5] and later Akhurst [6] proposed that the bacteria which live as symbionts of the EPN produce antibiotics. Other researchers proved the efficacy against plant pathogens [7] and multi-drug resistant human pathogenic bacteria, as well [8]. These compounds were reported as showing *in vitro* activity against Gram-positive bacteria and fungi [9]. The main objectives of our studies were to carry out and evaluate biological assays for characterization the EPB species and their antibacterial activities on test organisms as Gram-positive (*Clostridium perfringens*) and Gram negative (*Xanthomonas*, *Erwinia* and some *Pseudomonas*) bacterium species, as well. In our University the first study was made by Eliud Mutitu [10].

Materials and methods

Antibacterial peptide-producing entomopathogenic bacteria were *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) and *Xenorhabdus szentirmaii* (EMC). They were cultured in Luria Broth (LB and LBA) liquid and solid media as previously described [10]. Test bacteria were as follows: *Pseudomonas fluorescens* NCAIM B1665 and B1969; *P. aeruginosa* pv. *savastanoi* NCAIM B01823; *P. syringae* pv. *savastanoi* NCAIM B01823; *P. corrugata* pc 12; NCAIM B1637; *P. morsprunorum*; *P. syringae* pv. *lachrymans*; *Dickeya* spp; *Curtobacterium flaccumfaciens*; *Erwinia chrysanthemii*; *E. amylovora* strains *Ea1* (Hevesi); *Ea 88 rif^R*; *Ea 88 rif^R*; *Ea 110 str^R*; *Ea Ca chl^R*; *Klebsiella pneumoniae* HIP 32 human pathogenic, *kanR*; *Clostridium perfringens* NCAIM1417. Cell free media were prepared as follows: aliquots of the stock culture were added separately into 900 ml sterile medium. The flasks were incubated in a shaker at 200 rpm and 30°C for 24 h and centrifuged at 13000 rpm (10000 g for 30'). After centrifugation the supernatant was filtrated through Millipore Express Plus filter of 0.22 µm pore-size (Merck Millipore). The antimicrobial activity of the CFCMs was followed by agar diffusion test method. Briefly, glass plates (d= 60 mm) were covered with LB agar (LBA) media with 5 mm height. The cultured test bacteria (0.3 cm³) was added to heated, not gelled (50°C) LB agar (2.7 cm³), a suspension was formed and layered immediately over the former prepared LBA plate. After the agar was gelled one hole (d=8 mm) in each plate was cut with a sterile cork borer. Sterile LB broth was used to dilute CFCM and so CFCM of EMA and EMC when 40, 60, 80, 100 V/V% dilutions were prepared. 250-350 µl of the suspensions was pipetted into the holes formed and the plates were incubated on 25°C for 24 hours. The diameter of each inhibition zone was measured. Evaluation was carried out with the measurement of the diameter of the formed inhibition zones around the holes. Every experiment was carried out three times under the same circumstances and deviation was calculated. A typical inhibition zone for *D. chrysanthemi* is shown in Figure 1.

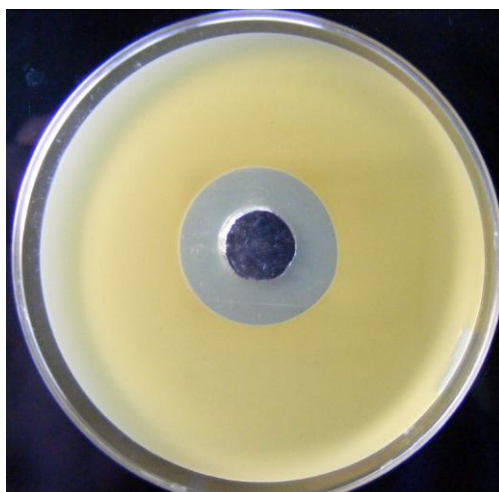


Figure 1. Inhibition zone against *D. chrysanthemii* with EMC antibiotic activity

Results

Results are given in Table 1 and 2 for EMA and EMC, however in the case of four test bacteria strains the experiments resulted no inhibition zone at all, so these bacteria seem to be resistant against the studied EMA antibiotic activity. As for EMC, two of the test bacteria were resistant against EMC antibiotic activity: *P. fluorescens* B1969, *P. s. pv. morsprunorum*. Similarly to EMA, antibiotic activity the results were very similar to those of *Erwinia* species with EMC, as well.

Table 1. Diameter of inhibition zones (mm) in the experiments with EMA

Test bacteria	EMA 40	EMA 60	EMA 80	EMA 100
<i>P. fluorescens</i> B1665	16.33 ± 0.58	18.00 ± 0.00	19.00 ± 0.00	19.67 ± 0.58
<i>C. f. pv. betae</i>	28.00 ± 0.00	29.00 ± 0.00	30.00 ± 0.00	30.67 ± 0.58
<i>P. s. pv. morsprunorum</i>	16.00 ± 0.00	17.00 ± 0.00	17.33 ± 0.58	18.00 ± 0.00
<i>P. s. pv. lachrymans</i>	25.33 ± 0.58	26.33 ± 0.58	28.00 ± 0.00	29.00 ± 0.00
<i>X.a. pv. phaseoli</i>	20.33 ± 0.58	21.33 ± 0.58	22.33 ± 0.58	23.00 ± 0.00
<i>P.s. pv. savastanoi</i>	22.00 ± 0.00	23.67 ± 0.58	24.33 ± 0.58	25.33 ± 0.58
<i>D. chrysanthemi</i>	21.67 ± 0.58	22.33 ± 0.58	23.67 ± 0.58	24.33 ± 0.58
<i>K. p. HIP 32</i>	18.67 ± 0.58	19.67 ± 0.58	20.67 ± 0.58	21.33 ± 0.58
<i>E.a. 1 (Hungarian)</i>	18.67 ± 0.58	20.00 ± 0.00	20.67 ± 0.58	22.33 ± 0.58
<i>E. a. 88 (USA)</i>	19.33 ± 0.58	20.33 ± 0.58	21.00 ± 0.00	21.33 ± 0.58
<i>E. a. 110 (USA)</i>	19.00 ± 0.00	20.00 ± 0.00	20.33 ± 0.58	21.00 ± 0.00
<i>E. a. Ca 11 (USA)</i>	19.00 ± 0.00	20.00 ± 0.00	21.00 ± 0.00	21.33 ± 0.58
<i>Clostridium perfringens</i>	25.21 ± 0.56	36.42 ± 0.67	44.12 ± 0.63	55.21 ± 0.18

Table 2. Diameter of inhibition zones (mm) in the experiments with EMC

Test bacteria	EMC 40	EMC 60	EMC 80	EMC 100
<i>P. fluorescens B1665</i>	15.67 ± 0.58	17.33 ± 0.58	19.00 ± 0.00	20.33 ± 0.58
<i>C. f. pv. betae</i>	17.67 ± 0.58	19.67 ± 0.58	20.67 ± 0.58	21.67 ± 0.58
<i>P. corrugata</i>	15.67 ± 0.58	17.33 ± 0.58	18.67 ± 0.58	20.00 ± 0.00
<i>P. s. pv. lachrymans</i>	18.33 ± 0.58	20.67 ± 0.58	22.33 ± 0.58	24.00 ± 0.00
<i>X.a. pv. phaseoli</i>	19.33 ± 0.58	21.33 ± 0.58	22.67 ± 0.58	23.67 ± 0.58
<i>P.s. pv. savastanoi</i>	18.00 ± 0.00	20.33 ± 0.58	21.33 ± 0.58	22.67 ± 0.58
<i>D. chrysanthemi</i>	16.33 ± 0.58	18.00 ± 0.00	19.67 ± 0.58	20.33 ± 0.58
<i>K. p. HIP 32</i>	15.67 ± 0.58	17.67 ± 0.58	18.67 ± 0.58	20.00 ± 0.00
<i>E.a. 1 (Hungarian)</i>	18.00 ± 0.00	20.67 ± 0.58	22.33 ± 0.58	24.00 ± 0.00
<i>E. a. 88 (USA)</i>	18.00 ± 0.00	19.33 ± 0.58	20.33 ± 0.59	21.00 ± 0.00
<i>E. a. 110 (USA)</i>	18.00 ± 0.00	19.33 ± 0.58	20.33 ± 0.58	21.33 ± 0.58
<i>E. a. Ca 11 (USA)</i>	17.33 ± 0.58	19.00 ± 0.00	20.33 ± 0.58	21.33 ± 0.58
<i>Clostridium perfringens</i>	17.12 ± 0.39	23.63 ± 0.66	29.15 ± 0.72	33.33 ± 0.14

Discussion

An overall conclusion is that EMA is of a stronger antibacterial producer than EMC. Results confirming equal sensitivities of wild type (Ea1), chloramphenicol-resistant (Ca11), rifampicin-sensitive (Ea88) and streptomycin resistant (Ea110) *E. amylovora* strains to both EMA and EMC cell-free conditions media suggest that these compounds might be of potential tools in controlling poly-resistant pathogens. On the other hand, the negative and contradicting results concerning some *Pseudomonas* strains indicate that the mechanisms of multidrug-resistance (see another lecture in this Forum), may provide non- protection also against *Xenorhabdus* antimicrobials.

Acknowledgement

The research presented here has generally been supported by CEPO, the Austro-Hungarian Cooperation Project for Poultry Excellence Center, working within the frame of ERFA between 2007 – 2013.

References

- [1] Thomas, G. M., Poinar, G. O. 1979. *Xenorhabdus* gen. nov., a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family *Enterobacteriaceae*. *International Journal of Systematic Bacteriology*. **29**. 352-360.
- [2] Boemare, N.E., Akhurst, R. J., Mourant, R. G. 1993. DNA relatedness between *Xenorhabdus* spp. (*Enterobacteriaceae*), symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes, and a Proposal to transfer *Xenorhabdus luminescens* to a new genus, *Photorhabdus* gen. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*. **43**. 249-255.
- [3] Smart, G. C. 1995. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. *Journal of Nematology*. **27**. 529-534.
- [4] Forst, S., Clarke, D. 2002. Bacteria-nematode symbiosis. In: Entomopathogenic Nematology, CABI Publishing, USA, Edited by Randy Gaugler, ISBN 0 85199 567 5, 57-79.
- [5] Dutky, S. R., Thompson, J.V., Cantwell, G.E. 1964. A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode. *Journal of Insect Pathology*. **6**. 417-422.
- [6] Akhurst, R. J. 1982. Antibiotic activity of *Xenorhabdus* spp., bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematodes of the families *Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*. *Journal of General Microbiology*. **128**. 3061-3065.
- [7] Böszörményi, E., Érsek, T., Fodor, A., Fodor, A. M., Földes, L. S., Hevesi, M., Hogan, J. S., Katona, Z., Klein, M. G., Kormány, Pekár, A. S., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., Taylor, R. A. J. 2009. Isolation and activity of *Xenorhabdus* antimicrobial compounds against the plant pathogens *Erwinia amylovora* and *Phytophthora nicotianae*. *Journal of Applied Microbiology*. **107**. 746-759.
- [8] McInerney, B.V., Taylor, W.C., Lacey, M.J., Akhurst, R.J. and Gregson, R.P. 1991. Biologically active metabolites from *Xenorhabdus* spp. part 2. Benzopyran-1-one derivatives with gastroprotective activity. *Journal of Natural Products*. **54**. 785–795.
- [9] Furgani, G., Böszörményi, E., Fodor, A., Máthé-Fodor, A., Forst, S., Hogan, J. S., Katona, Z., Klein, M. G., Stackebrandt, E., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., Wolf, S. L. 2008. *Xenorhabdus* antibiotics: a comparative analysis and potential utility for controlling mastitis caused by bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. **104**. 745-758.
- [10] Eliud Mogu Motitu, 2011. Evaluating antibacterial potential of entomopathogenic bacterium strains on agriculturally important plant pathogenic bacterial. Master Thesis, University of Pannonia, Georgikon Faculty, Institute of Plant Protection, Keszthely.

Presence of *Metcalfa pruinosa* colonies in western counties of Romania

Alina Gogan^{1*}, Ioana Grozea¹, József Kiss², Ágnes Szénási²

¹Biology and Plant Protection Department, Agricultural Faculty , Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Street Aradului, No 119, Timisoara

²Plant Protection Institute, Szent István University, Gödöllő, Páter K. Street 1

**e-mail: alinagogan_18@yahoo.com*

Metcalfa pruinosa Say is originated from North America and has been accidentally introduced into Europe where this invasive species causes economic yield losses. Three years ago, this species was detected in the western part of Romania, in Timisoara. Since then, specialists continue to monitor this pest, because it is considered to spread fast both in urban and agricultural areas. Purpose of this study was to identify the distribution of established populations of *M. pruinosa* in western counties of Romania. Therefore, we performed monitoring activities to check the presence of *M. pruinosa* in Timis, Arad, Bihor, Satu-Mare, Hunedoara, Caras-Severin and Mehedinti counties.

The samples were collected from various places: public parks, small private gardens, green spaces between buildings, vineyards and orchards. This was in order to investigate the population dynamics of the pest in Romania. Date of observations were recorded as well as their GPS coordinates to identify the location of pest populations.

Metcalfa pruinosa was detected in 6 counties. The species was found with the highest population levels in urban areas. Speed of the population spread fluctuated from one year to another and one area to another. Further ecological studies could determine the factors affected the spread.

The study was founded by the project "Doctoral studies for research training (FOR-CE)" contract no. POSDRU/CPP107/DMI1.5/S/80127 and the project TÁMOP-4.2.1.B-11/2/ KMR-2011-0003.

**Researches concerning the tolerance to specific pathogens of some
wheat genotypes cultivated in Banat plain area
„School of Varieties” Program - Large scale trials, in farm
conditions**

Octavian Guler*, Radu Șumălan

*Department of Plant Physiology, Faculty of Horticulture and Forestry,
Banat`s University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Timișoara, Romania*

**e-mail: sumalanagro@yahoo.com*

Summary

The research was performed during 2010 – 2012 in 4 trials on large scale in farm conditions:

- 2012 – *Locality Gătaia (Timis county, Romania)* – 37 wheat varieties;
- 2011 - *Locality Gătaia (Timis county, Romania)* – 39 variants, 38 wheat varieties;
- 2011 – *Locality Felnac (Arad county, Romania)* – 34 variants, 30 wheat varieties;
- 2010 - *Locality Fibiș (Timis county, Romania)* – 38 wheat varieties;

The purpose of the experiments was to determine the tolerance of wheat varieties to specific diseases under agricultural technology applied in farm and in a context of a wide range of wheat varieties in agricultural markets.

Such experiences are necessary for the following reasons:

- in agricultural market appeared many wheat varieties from very different backgrounds;
- in the concrete conditions existing in field, crop disease spectrum is much lower than the range of specific diseases cereal grains, the diseases are in conjunction with the specific climate of year, region and sensitivity of variety;
- virulence of the disease is also typical with variety, with specific conditions for a place and year and may be influenced by the race of the pathogen that may be present in a located area;
- the market presentation of a variety has a very laudatory character, which is presented usually as tolerant to diseases;

- working possibility for agricultural farms (technical and climatic) is very different compared with the theoretical recommendations,. in Romania, farms for field crops are common 1.000 - 5.000 ha;
- moments for field treatment are often climate conditioned (wind, heat, rain, etc.).

The trials were placed in winter wheat crops for commercial production, located in different farms from Timis and Arad county. Location method was randomized blocks with 3 repetitions. Plot area ranged from 140 - 170 square meter, depending on location.

Seed source were trading companies and farmers. Sowing trials were done with a big sowing machine, for farm work, belongs the farm where the trial was placed.

Agricultural technology applied was a farm choice where the trial was located. This option aimed at increasing farmers' confidence in the results. All maintenance was performed by the farm and were identical to those applied to the rest of the plot where the trial was located. No further work was required.

Criterion for determining the tolerance to disease was symptomatic identifying pathogens and determine degree of attack for each pathogen present in the experimental plot for each variety of wheat.

Tolerance for diseases of wheat varieties is genetically conditioned and is strongly influenced by environmental conditions and applied technology.

Between wheat varieties newly introduced in Banat Plain area, are some genotypes with good tolerance for foliar and ear diseases, and other varieties with high sensitivity.

In favourable climatic conditions and technology, for some sensitive varieties the expansion of pathogens (by affected areas) was very dynamic, which means a huge potential for loss.

Regarding about the economic importance of wheat and the urgent need to feed the population and also regarding the possibility that the wheat varieties move very quickly on large areas, it may necessary rules for independent testing disease tolerance varieties. The results of these tests should be required to present with the variety description.

Phytophagous diptera species and their parasitoids in the reed beds of the area of Small Balaton Lake

Edit Horváth* and Zsolt Marczali

Department of Applied Zoology, Institute of Plant Protection, Georgikon Faculty, University of Pannonia, H-8360, Deák Ferenc str. 57., Hungary

**e-mail: edithorvath7@gmail.com*

Abstract

In this paper, community structure of endophagous Diptera feeding on common reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.) was analysed in west Hungary. Small Balaton Lake is a large protected area in the downstream part of the catchment of the Zala River prior to its discharge into Lake Balaton. The downstream part of the Small Balaton system, Fenéki Lake, has a total area of 56 km², and includes more than 20 km² of reed dominated vegetation. This study was also aimed at observing an unnamed gall midge belonging to Cecidomyiidae, which had been already discovered but not exactly systematized earlier. In the course of our further examinations, the swarming and feeding behaviour and damage of the species will be examined. In the growing season and during the winter season, plant samples including the harmful species were collected. Plant samples were also incubated in Petri dishes to examine its life cycle. Six collections were carried out from six different locations of Small Balaton Lake.

Keywords: gall midge, Cecidomyiidae, parasitoid

Introduction

In the last decades all over Europe attention was called to reed and reed stands. This attention is due to the fact that they are environmentally endangered, an important target of environmental protection, and reed is also used in industry. In our study, community structure of phytophagous Diptera feeding on common reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.) was analysed in west Hungary. The downstream part of the Small Balaton system, Fenéki Lake, has a total area of 56 km², and includes more than 20 km² of reed dominated vegetation. The large ancient reed stands give perfect conditions for harmful insect species to assist for continuous decay of reed in

the area. There are more arthropod taxa on reed: the thrips (Thysanoptera), true bugs (Heteroptera), cicadas (Auchenorrhyncha), scales (Coccinea), beetles and their larvae (Coleoptera), butterflies (Lepidoptera), the larvae of flies (Diptera) and the mites (Acari). In Hungary, 39 monophagous reed consumer arthropods are known as observed by Vásárhelyi et al. (1995). The stem-borer larvae destroy the growing shoot, causing side shoots to grow from the nodes beneath the point of damage. After a few fresh internodes under the growing point have been eaten out from the inside, the larvae move to another shoot, where they also enter the highest internodes.

This study was also aimed at observing an unnamed gall midge belonging to Cecidomyiidae, which had been already discovered but not exactly systematized earlier. In the course of our further examinations, the swarming and feeding behaviour and damage of the species will be examined. There are two parasite Pyemotes species (Pyemotidae, Acari) found in the galls of *Giraudiella inclusa* galls. The description of these species is also in progress.

Material and Methods

In the growing season and during the winter season, plant samples including the harmful species were collected. Plant samples were also incubated in Petri dishes to examine its life cycle. Six collections were carried out from six different locations of Small Balaton Lake. The area where the unnamed gall midge most frequently occurred is the region called Ingói-berek. Plant samples from both the edges and the middle of reed beds (winter) were taken. The collected material was preserved in 70% ethanol. The plant samples have been incubated in Petri dishes. The biological cycle and the swarming of the species are easily observed by this method. Further preparation of the adult midges is carried out by dissection and preservation of the animals on slide by liquid Euparal.

For the observation of the mites Leica 2000 stereomicroscope have been used.

Results

The galls of the unknown gall midge were found between the 8th and 17th nodes but the most frequented position (50% of the galls) was between the 10th and 13th nodes. There are some old plants that had galls also on the lateral shoot, which is used to prefer by the individuals of *Giraudiella inclusa* for egg laying. 10% of the samples contained the larvae of the *Lipara lucens* in the shoot of the plant as well. The flies emerge in late spring and lay eggs on fresh shoots of

the reed. Immediately after hatching, the larva migrate on the surface of the reed shoot to the top and then downwards through the centre of the roll of young leaves until they reach a position just above the growing point. In the following period, during which the larva remains in the same place and feeds on the very young leaves, a gall is formed because the internodes of the stem remain short and grow in width. After completion of the gall in late summer, the larva eats its way through the growing point to reach the parenchymatous pith of the gall, in which it eats out a chamber. The larva hibernates in this gall chamber. All of the damaged plants were colonized by the legless mealy reedbug (*Chaetococcus phragmitis*) moreover; *Stereotarsonemus phragmitidis* and *Platycephala planifrons* were also found in this area. Numerous inquilin midge and parasite Acari species (Fig.1. and Fig. 2.) are also found in the galls. The mentioned Acari species belongs to the *Pyemotidae*. A characteristic of most *Pyemotes* species is that their insect hosts are found in protected habitats, such as within stored grain and the straw stem of grasses. The midge galls were either empty or contained dead or living midge larvae. Among the larvae, one to several gravid (physogastric) female mites were discovered feeding on the *Giraudiella inclusa* larvae.

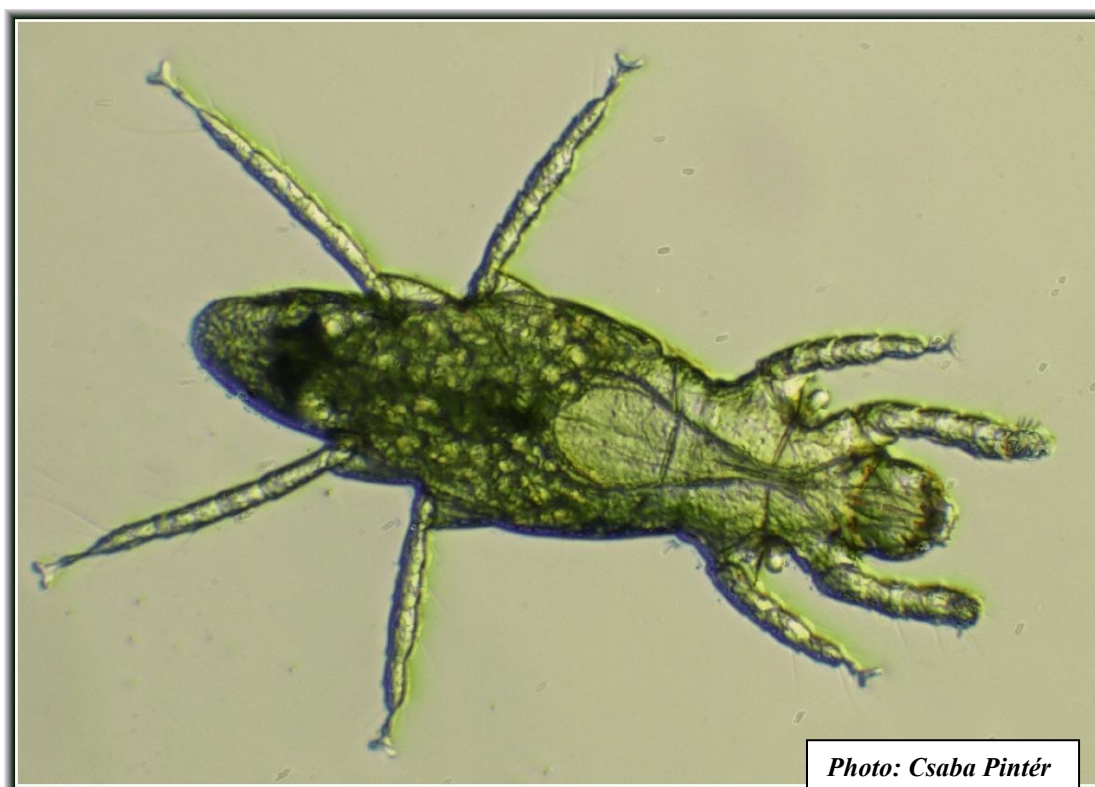


Figure 1. *Pyemotes* spp. female



Figure 2. *Pyemotes* spp. male

Discussion

Fresh larvae of the new species have been found at the end of August; two generation might be possible per year. The midge can easily colonize the reedbed the plant zone 20-30 m far from the coast. Further examinations are necessary to describe the complete biological cycle of the new species.

Further observations are necessary according to the classification of the other Hymenoptera parasites found in the galls.

Acknowledgment

First of all I would like to thank to Csaba Pintér for the incredible pictures, for my professor Zsolt Marczali and for the scientists of the Hungarian Natural History Museum for their help.

References

- Broce, A.B., Zurek, Kalisch, J.A., Brown, R., Keith, D.L., Gordon, D., Gordeke, J., Welbourn, C., Moser, J., Ochoa, R., Azziz-Baumgartner, E., Yip, F., Weber, J. 2006. Pyemotes herfsi (Acari: Pyemotidae), a Mite New to North America as the Cause of Bite Outbreaks. *Journal of Medical Entomology*. **43**. 610-613.
- Dely Draskovits, Á. 1991. Contributions to the Cecidomyiidae, Anthomyzidae and Chloropidae fauna (Diptera) of the Bátorliget Nature Reserves. In: Mahunka, S. (ed.): The Bátorliget Nature Reserves – after forty years. Akadémiai Kiadó, Budapest. 585-592.
- Dely Draskovits, Á., Papp, J., Thuróczy, Cs., Vásárhelyi, T. 1994. Hymenoptera species in Lipara galls (Diptera, Chloropidae) in Hungary. *Folia Entomologica Hungarica*. **55**. 65-91.
- Grabo, J. 1991. Ökologishe Verteilung phytophager Arthropoda an Schilf (Phragmites australis) im Bereich der Bornhöveder eenkette. *Fraun.-Ökol. Mitt.* **12** (suppl.) 1-60.
- Skuhrová, M. 1986. Family Cecidomyiidae. In: Catalogue of Palaearctic Diptera. Budapest, Amsterdam, Vol. **4**. 72-297.
- Skuhrava, M., Skuhravy, V., Brewer, J.W. 1984. Biology of gall midges. *Biology of gall insects*. 169-222.
- Skuhrová, M. 2001. Checklist of the Diptera of Hungary. Hungarian Natural History Museum, Budapest. 98-113.
- Vásárhelyi, T. (ed.) 1995. A nádasok állatvilága. Hungarian Natural History Museum, Budapest. 79-114.

Viroidok okozta növénybetegségek.

Hazai helyzetkép

***Tóth Endre Kristóf^{1*}, Kriston Éva², Krizbai László², Bisztray György Dénes³,
Polgár Zsolt⁴, Wolf István⁴, Horváth Lajos⁵, Palkovics László⁶, Balázs Ervin⁷***

¹Óbuda Kert Kft. 1039 Budapest, Királyok útja 226. és

Pro-Team Nonprofit Kft. Nyíregyháza

*e-mail: obudalab@obudakft.hu

²NÉBIH, NTAI, Budapesti Károsító Diagnosztikai Laboratórium

1118 Budapest, Budaörsi út 141-145.

³Budapesti Corvinus Egyetem, Szőlészeti és Borászati Intézet,

Szőlészeti Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

⁴Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatói Központ,

8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

⁵Növényi Diverzitás Központ, 2766 Tápiószele, Külsőmező 15.

⁶Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,

Növénykórtani Tanszék. 1118 Budapest, Ménesi út 44.

⁷MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézete,

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

Összefoglalás

A viroidok az eddig ismert legkisebb fertőző ágensek, amelyek egyetlen kis molekulatömegű, cirkuláris RNS molekulából állnak. Az elmúlt három évtized során Magyarországon több kutatóhelyen foglalkoztak viroidok kimutatásával. Az 1978 és 1994 közötti időszakban az azonosítási vizsgálatok főként a gazdanövény 2 M LiCl oldható nukleinsav frakciójának elektroforetikus vizsgálatával, patogenitási tesztekkel és nukleinsav hibridizációval történtek, 1995 után pedig az RT-PCR módszerek és a kapcsolódó szekvenálási eredmények bioinformatikai kiértékelései domináltak.

Előadásunkban röviden összefoglaljuk a hazánkban eddig közölt és nem publikált, viroidokkal kapcsolatos eredményeket.

Magyarországon először a burgonya orsógumójúság viroidot (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd) mutatták ki paradicsom növényen. E viroid esetleges előfordulását később is vizsgálták alkalomszerűen. 2004-ben Erdélyből származó, esetenként szokatlan gumóformájú burgonya tájfajták RT-PCR vizsgálatát végeztük el, de PSTVd-t nem találtunk. Később a Pannon Egyetem Burgonyakutatói Központjának Somogyi sárga kifli fajtája, majd pedig génbanki anyaga (81 genotípus) lettek hasonló módszerrel ellenőrizve, de PSTVd-t ezekben az esetekben sem mutattak ki.

Másodikként 1987-ben a krizantém törpülés viroidot (*Chrysanthemum stunt viroid*, CSVd) találtuk meg. Azóta folyamatosan teszteltük az import krizantém szállítmányokat, mely során rendszeresen felbukkannak CSVd pozitív minták a fajtaújdonyságok között.

Ugyancsak a 80-as évek második felében leltünk olyan szegfű fajtákra, melyek egyedei proliferációs tüneteket mutattak és amellyel kapcsolatban a szakirodalmi források viroid etiológiát feltételeztek. Később e kórokozóról (*Carnation small viroid-like RNA*, *Carnation stunt associated viroid*, CarSAVd) derült ki, hogy DNS formája is létezik.

A szőlőnek hat különféle viroid okozta betegsége ismert. Hazánkban a komló törpülés viroidot (*Hop stunt viroid*, HSVd) nagy előfordulási gyakorisággal találták meg, Magyarországról származó szőlő növénymintákból. Navarro és munkatársai (2009) szintén a komló törpülés viroidot, valamint a szőlő sárga foltosság viroid 1 (*Grapevine yellow speckle viroid-1*, GYSVd-1) kórokozót mutatták ki.

A szerzők javaslatot tesznek további vizsgálatokra, különös tekintettel a gyümölcstermő növények és a dísnövények viroid okozta (nagy részben látens előfordulású) betegségeire.

Kulcsszavak: viroid, növénykórokozók járványtana, kóroktan, zárlati károsító, génbank

Abstract

Viroids are the smallest known infectious agents consisting of a small circular RNA molecule. Over the past three decades several laboratories dealt with detection of viroids in Hungary. The most important identification methods were between 1978 and 1994: electrophoretic analysis of the host plant 2 M LiCl-soluble nucleic acid fraction, pathogenicity tests and nucleic acid hybridization. Since 1995 RT-PCR and sequencing of PCR products have been the dominant techniques for their detection. We summarize of previously published and unpublished results connected with viroid research in Hungary.

The first viroid identified in Hungary was *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) from tomato plants. The possible spread of this viroid has been studied occasionally. In 2004 potato samples showed unusual shape of tubers originated from Transylvania were analyzed by RT-PCR, but PSTVd was not found. “Somogyi sárga kifli” variety and genebank (81 genotype) of Potato Research Centre of the University of Pannonia were checked using similar methods later, but PSTVd was not detected.

In 1987 *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd) were identified secondly. Since then it has been tested on the imported of chrysanthemum samples and new varieties were found CSVd positive sometimes.

Also in the second half of the 80s, we have found some carnation varieties, which showed proliferation symptoms and viroid infection was assumed based on the literature. Later it was evinced that DNA form of this pathogen also existed (Carnation small viroid-like RNA). Six different viroid disease of grapevine were described worldwide. High incidence of *hop stunt viroid*, (HSVd) was found in Hungary. Navarro et al (2009) detected *hop stunt viroid*, (HSVd) and *Grapevine yellow speckle viroid-1* (GYSVd-1) in grapevine plant samples originated from Hungary. The authors propose further studies with potential (mostly latent) viroid diseases especially of fruits and ornamental plants.

Keywords: viroid, epidemiology of plant pathogens, etiology, quarantine pest, gene bank

Bevezetés

A viroidok az eddig ismert legkisebb fertőző organizmusok, amelyek egyetlen kis molekulatömegű, cirkuláris (kovalensen zárt) RNS molekulából állnak. Fehérjét nem kódolnak, replikációjuk az ún. gördülő kerék (rolling circle) mechanizmussal történik. Főleg vegetatív szaporítóanyaggal vagy mechanikailag, ritkábban maggal terjednek. A viroidok által okozott tünetek nagyon változatosak, sokszor emlékeztetnek a növényvírusok keltette tünetekre. Gyakori a látens fertőzés is. Mind a replikációnak, mind a tünetek megjelenésének kedvez a magasabb hőmérséklet (Diener, 1979).

A világon eddig harmincegy viroidot írtak le, de a izolátumok (változatok, „törzsek”) száma megközelíti a 900-at, a szekvencia adatok száma 1723 (2012 végén). Az 1. sz. táblázatban összefoglaljuk a leírt viroidokat és legfontosabb jellemzőiket Hammond és Owens (2006) nyomán, átszerkesztve és kiegészítve.

1. Táblázat. Az eddig ismert viroidok és legfontosabb jellemzőik

GENUS	A MEGBETEGEDÉSEK ÉS A KÓROKOZÓ VIROID NEVE, AKRONÍMJA	A VÁLTO- ZATOK SZÁMA	VIROID MÉRET (nt)	LEGFONTOSABB GAZDANÖVÉNY FAJOK
CSALÁD: POSPIVIROIDAE Replikáció: sejtmagban (nucleus), akkumuláció: sejtmagvacskában (nucleolus)				
<i>Pospiviroid</i>	<i>Potato spindle tuber viroid</i> (PSTVd) Burgonya orsógumójúság viroid	109	341- 364	<i>Solanum lycopersicum</i> , <i>Solanum tuberosum</i> <i>Persea americana</i> (Avocado), <i>Capsicum annuum</i> <i>Solanum jasmonoides</i> ,
	<i>Chrysanthemum stunt viroid</i> (CSVd) Krizantém törpülés viroid	19	348- 356	<i>Chrysanthemum x hortorum</i> , <i>Ageratum</i> sp., <i>Dahlia</i> sp., <i>Petunia</i> spp., <i>Vinca major</i> , <i>Verbena</i> spp.
	<i>Citrus exocortis viroid</i> (CEVd) Citrus kéreg-rendellenesség (syn. Citrus kéregrepedés)	86	366- 475	<i>Solanum lycopersicum</i> , <i>Citrus</i> spp., <i>Impatiens</i> spp., <i>Verbena</i> spp., <i>Vicia faba</i> , <i>Daucus carota</i> , <i>Vitis vinifera</i> , <i>Brassica rapa</i> ssp. <i>rapa</i> , <i>Solanum melongena</i>
	<i>Columnea latent viroid</i> (CLVd) <i>Columnea látens viroid</i>	17	359- 456	<i>Columnea</i> spp., <i>Brunfelsia</i> , <i>Nematanthus</i> spp. <i>Solanum lycopersicum</i>
	<i>Iresine viroid</i> (IrVd)	3	370	<i>Iresine herbstii</i> , <i>Vinca major</i> , <i>Verbena</i> spp.
	<i>Mexican papita viroid</i> (MPVd)	6	359- 360	<i>Solanum cardiophyllum</i>
	<i>Tomato apical stunt viroid</i> (TASVd) Paradicsom hajtáscsokrosodás viroid	5	360- 363	<i>Solanum lycopersicum</i> , <i>Cestrum</i> spp.
	<i>Tomato chlorotic dwarf viroid</i> (TCDVd) Paradicsom klorotikus törpeség viroid	2	360	<i>Solanum lycopersicum</i> (?), <i>Petunia hybrida</i> , <i>Verbena</i> spp.
	<i>Tomato planta macho viroid</i> (TPMVd)	2	360	<i>Solanum lycopersicum</i>
<i>Hostuviroid</i>	<i>Hop stunt viroid</i> (HSVd) Komló törpülés viroid	144	294- 303	<i>Citrus</i> spp., <i>Hibiscus</i> sp., <i>Codiaenum</i> sp., <i>Vitis vinifera</i> , <i>Humulus lupulus</i> , <i>Cucumis sativus</i> , <i>Prunus</i> spp.

<i>Cocadviroid</i>	<i>Coconut cadang-cadang viroid (CCCVd)</i> Kókusz kiszáradása viroid	8	246-301	<i>Cocos nucifera</i> , <i>Elaeis guineensis</i>
	<i>Coconut tinangaja (CTiVd)</i>	2	254	<i>Cocos nucifera</i>
	<i>Citrus bark cracking viroid (CBCVd)</i>	6	284-286	<i>Citrus</i> spp.
	<i>Hop latent viroid (HLVd)</i> Komló látens viroid	10	255-256	<i>Humulus lupulus</i>
<i>Apscaviroid</i>	<i>Apple scar skin viroid (ASSVd)</i> Alma gyümölcshegesedés viroid	8	329-333	<i>Malus domestica</i> , <i>Pyrus communis</i>
	<i>Apple dimple fruit viroid (ADFVd)</i> Alma gyümölcs göndörödés viroid	2	306	<i>Malus domestica</i>
	<i>Apple fruit crinkle viroid (AFCVd)</i> Alma gyümölcs ráncosodás viroid	29	368-372	<i>Malus domestica</i>
	<i>Australian grapevine viroid (AGVd)</i>	1	369	<i>Vitis vinifera</i>
	<i>Citrus bent leaf viroid (CBLVd)</i> Citrus levélgörbülés viroid	24	315-329	<i>Citrus</i> spp.
	<i>Citrus dwarfing viroid (CDVd)</i> Citrus törpülés viroid	53	291-297	<i>Citrus</i> spp.
	<i>Grapevine yellow speckle viroid-1 (GYSVd-1)</i> Szőlő sárgapettyesség viroid-1	49	365-368	<i>Vitis vinifera</i>
	<i>Grapevine yellow speckle viroid-2 (GYSVd-2)</i> Szőlő sárgapettyesség viroid-2	1	363	<i>Vitis vinifera</i>
	<i>Pear blister canker viroid (PBCVd)</i> Körte terméshólyagosodás viroid	18	314-316	<i>Pyrus communis</i> , <i>Cydonia oblonga</i>
<i>Coleviroid</i>	<i>Coleus blumei viroid-1 (CbVd-1)</i>	9	248-251	<i>Coleus</i> sp. <i>Mentha</i> spp.
	<i>Coleus blumei viroid-2 (CbVd-2)</i>	?	295-301	<i>Coleus</i> sp.

	<i>Coleus blumei viroid-3</i> (CbVd-3)	3	361-364	<i>Coleus</i> sp., <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Melissa officinalis</i>
CSALÁD: Avsunviroidae Replikáció és akkumuláció: kloroplasztisz (chloroplast)				
<i>Avsunviroid</i>	<i>Avocado sun blotch viroid</i> (ASBVd) Avokado napégés viroid (alligátorkörte napfoltosság)	83	239-251	<i>Persea americana</i> (Avocado)
<i>Pelamoviroid</i>	<i>Chrysanthemum chlorotic mottle viroid</i> (CChMVd) Krizantém klorotikus foltosság viroid	21	397-401	<i>Chrysanthemum x hortorum</i>
	<i>Peach latent mosaic viroid</i> (PLMVd) Őszibarack látens mozaik viroid	168	335-351	<i>Prunus persica</i> , <i>Prunus</i> spp., <i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i> , <i>Malus domestica</i>
<i>Elaviroid</i>	<i>Eggplant latent viroid</i> (ELVd) Tojásgyümölcs látens viroid	9	332-335	<i>Solanum melongena</i>
Hivatalosan nem besorolt: Retroviroid-szerű RNS (Retroviroid-like RNA)				
	Carnation stunt associated viroid, (CarSAVd) syn. Carnation small viroid-like RNA	?	275	<i>Dianthus caryophyllus</i>

Anyag és módszerek

Az elmúlt három évtized során Magyarországon több kutatóhelyen foglalkoztak viroidok kimutatásával. Az 1978 és 1994 közötti időszakban az azonosítási vizsgálatok főként a gazdanövény 2 M LiCl oldható nukleinsav frakciójának elektroforetikus vizsgálatával, patogenitási tesztekkel (átvitel indikátor- és potenciális gazdanövényekre) és nukleinsav hibridizációval történtek, 1995 után pedig az RT-PCR módszerek és a kapcsolódó szekvenálási eredmények bioinformatikai kiértékelései domináltak.

Eredmények

Előadásunkban röviden összefoglaljuk a hazánkban eddig közölt és nem publikált, viroidokkal kapcsolatos eredményeket.

Magyarországon először a burgonya orsógumójúság viroidot (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd) mutatták ki paradicsom növényen (Föglein, 1979). Később e viroiddal patogenitási és kórélettani vizsgálatok is folytak (Bisztray és mtsai, 1980; Bisztray és mtsai, 1981; Bisztray, 1984). A viroidok tanulmányozása vezetett el a kis sejtmagi RNS-ek (small nuclear, snRNA, small nucleolar RNA, snoRNA) kutatási témához, amely jelentős eredményeket hozott az MTA Szegedi Biológiai Központban (Kiss és Solymosy, 1990; Solymosy, 2000; Kiss 2002).

A PSTVd esetleges előfordulását később is vizsgálták alkalmi szerűen. 2004-ben Erdélyből származó, esetenként szokatlan gumóformájú burgonya tájfajták RT-PCR vizsgálatát végeztük el, de PSTVd-t nem azonosítottunk (Kriston – Horváth – Tóth, publikálatlan). Később a Pannon Egyetem Burgonyakutatói Központjának Somogyi sárga kifli fajtája (Palkovics és Balázs, publikálatlan), majd pedig génbanki anyaga (81 genotípus) (Krizbai – Wolf – Polgár, 2008 publikálatlan) lettek hasonló módszerrel ellenőrizve, de PSTVd-t ezekben az esetekben sem mutattak ki.

Másodikként a krizantém törpülés viroidot (*Chrysanthemum stunt viroid*, CSVd) írtuk le (Tóth, 1987; Hussein és mtsai, 1988). Azóta folyamatosan teszteltük az import krizantém szállítmányokat, ennek során rendszeresen felbukkannak CSVd pozitív minták a fajtaújdonyságok között. Az 1995 és 2006 közötti időszakban - több mint kétszáz fajta vizsgálata nyomán - az alábbi importált fajtákban találtunk CSVd pozitív növényeket: Escort Red, Holly, Super White, Funflow, Finmark, Harlekijn, Winter Westland, Pink Paso, Klondike, Violet Imperial, Boaldi, Nobhill, Peacock, Bronze Cavalcade, Frolic, Calypso Gelb, Allegro Orange, Virunga, Yellow Virunga, Reagen White, Induna White, Induna Yellow, Bali, Viking, Branglow, Branroyal, Brandeep. Természetesen ezek nem kerültek be a termesztésbe, hanem megsemmisítésre kerültek, vagy steril *in vitro* kultúrába vitel után viroid-mentesítési procedúrán estek át. Ez 6 hónapos, 5 °C-os hidegkezelés és merisztémakultúra együttes alkalmazásából és az ezt követő tesztelés-sorozatból (RT-PCR) állt (Kriston, 2005; Kriston és mtsai, 2008; Tóth, 2008; Kriston és Tóth, publikálatlan).

Ugyancsak a 80-as évek második felében találtunk olyan szegfű fajtákat, melyek egyedei hajtás-proliferációs és/vagy törpülési tüneteket mutattak és amellyel kapcsolatban a szakirodalmi források viroid etiológiát feltételeztek (Carnation stunt associated viroid, CarSAVd, másnéven Carnation small viroid-like RNA (Lommel and Morris 1983; Lisa és mtsai, 1985; Tóth és mtsai, 1994). Később e kórokozóval kapcsolatban jelentős alapvetési eredmények születtek, Spanyolországban Ricardo Flores és a Gödöllői Biotechnológiai Központban Balázs Ervin kutatócsoportjában. E kutatások nyomán derült ki, hogy a viroidszerű RNS-nek DNS formája is létezik, amely új növénykórtani fogalomhoz vezetett: a retroviroid (Daròs and Flores, 1995;

Palkovics és mtsai, 1997; Vera és mtsai, 2000; Hegedűs és mtsai, 2001; Hegedűs és mtsai, 2004; Balázs és Hegedűs, 2012).

A szőlőnek öt, különféle viroid okozta betegsége ismert. Hazánkban Farkas és mtsai (1996; 1999) a komló törpülés viroidot (*Hop stunt viroid*, HSVd) nagy előfordulási gyakorisággal találták meg. Magyarországról származó szőlő növénymintákból Navarro és munkatársai (2009) szintén a komló törpeség viroidot, valamint a szőlő sárga foltosság viroid -1 (*Grapevine yellow speckle viroid-1*, GYSVd-1) kórokozót mutatták ki.

Megvitatás

A burgonya orsógumójúság viroiddal kapcsolatos eddigi tesztelési eredmények megnyugtatóak, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy sok más génbank anyagának nagy része lehet látens fertőzött (Diener cit. Balázs, 1981; Tóth és mtsai, 2000).

A krizantém vizsgálatával kapcsolatos adatok arra utalnak, hogy folyamatosan ellenőrizni érdemes az import szállítmányokat, hogy továbbra is megakadályozhassuk a krizantém törpeség viroid hazai elterjedését.

A szegfű hajtás-proliferációját okozó ágens kutatása alapkutatási szempontból továbbra is érdekes, gyakorlati szempontból elegendőnek bizonyult az erős tüneteket mutató fajták termesztésből történő kivonása.

A szőlő további vizsgálata indokolt (beleértve a fajtagyűjteményeket és anyatelepeket is), noha a szőlőt fertőző viroidok önmagukban általában nem okoznak jelentős tüneteket, más vírusokkal komplexen fertőzve azonban súlyos károk keletkezhetnek (Lázár és Bisztray, 2011).

A szerzők további vizsgálatokat is javasolnak, különös tekintettel a gyümölcsstermő növények és a dísznövények viroid okozta, (nagy részben látens előfordulású) betegségeire. Érdemes lehet az *Apple scar skin viroid* (ASSVd) elterjedését megvizsgálni, noha Európában almaültetvényekben ritkán fordul elő, azonban görögországi körtésekben gyakorta kimutatható.

Ugyancsak nem ismert az őszibarack látens mozaik viroid (*Peach latent mosaic viroid* PLMVd) hazai előfordulása.

A trópusi, szubtrópusi fajok szűk gazdanövénykörű viroidjaira nem érdemes fókuszálni. Nem tartozik viszont ebbe a kategóriába a citrusfélék kéreg-rendellenessége viroid (*Citrus exocortis viroid* CEVd), melynek különféle izolátumai előfordulhatnak szőlőn, számos dísznövényen és a burgonyafélék családjának több faján.

Az utóbbi két évtizedben az európai és hazai a paradicsom ültetvényeket számos új kórokozó és kártevő sanyargatja s mivel a paradicsomot legalább hat különféle viroid képes fertőzni, hasznos lehet e területen is felkészülni.

Felhívjuk a figyelmet, hogy számos növényfajról derülhet ki, hogy látenszen fertőzött valamely viroiddal s amely rezervoárként szerepelhet és súlyos károkkal járó járvány kiindulópontja lehet. Amennyiben felvetődik nagyszámú minta tesztelésének szükségessége (és anyagi lehetősége is megteremthető), különösen pedig, ha többféle viroid látens előfordulását kellene párhuzamosan vizsgálni, akkor érdemes lehet egy diagnosztikai microarray (DNS chip) rendszert kifejleszteni, vagy megvásárolni.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik mindazok segítségét, akik az elmúlt három évtized során valamilyen formában segítséget nyújtottak a minták gyűjtésében, a viroidokkal kapcsolatos kutatásokban és a kiegészítő vizsgálatokban.

Hivatkozások

- Balázs E. 1981. A növényi vírusok új csoportja: a viroidok. In: (Szerk. Csaba Gy.) A biológia aktuális problémái **22**. 153-174.
- Balázs, E., Hegedűs, K. 2012. Proposed „life-cycle” of Carnation Small Viroid-like RNA. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **47**. 1–5.
- Bisztray, Gy.D. 1984. Recovery of tomato plants from viroid induced albinism by chemical treatment. Sixth International Congress of Virology. September 1-7, 1984, Sendai, Japan.
- Bisztray, Gy.D., Nyitrai, Á., Balogh, J. and Föglein, F.J. 1981. Viroid symptoms in *Lycopersicon esculentum* carrying different mutant genes. Fifth International Congress of Virology. August 2-7. 1981, Strassbourg, France.
- Bisztray, Gy.D., Nyitrai, Á., Balogh, J., Andrásfalvy, A., Föglein, F.J. 1980. Expression of viroid symptoms under various conditions of host plants having different genetic background. Conference on New Endewours in Plant Protection. 1980. szeptember 2-5., Bp.
- Daròs, J.A. and Flores, R. 1995. Identification of a retroviroid-like element from plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* **92**. 6856-6860.
- Diener, T.O. 1979. Viroids and Viroid Diseases. John Wiley & Sons Inc. New York –Chichester – Brisbane - Toronto.

- Farkas E., Palkovics L., Balázs E. 1996. Komló törpülés viroid azonosítása hazai szőlőültetvényeinkben. 42. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest.
- Farkas, E., Palkovics, L., Mikulás, J., Balázs, E. 1999. High incidence of hop stunt viroid in Hungarian grapevines. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. **34**. 1-2. 7-12.
- Föglein F. 1979. Növényi viroid-betegség előfordulása Dél-Magyarországon. *Növényvédelem* **15**. (8) 354-358.
- Hammond, R.W. and Owens, R.A. 2006. Viroids: New and Continuing Risks for Horticultural and Agricultural Crops. DOI: 10. 1094/APSnetFeature-2006-1106.
- Hegedűs, K., Palkovics, L., Tóth, E.K., Dallmann, G., Balázs, E. 2001. The DNA form of a retroviroid-like element characterized in cultivated carnation species. *Journal of General Virology*. **82**. 687-691.
- Hegedűs K., Dallmann, G., Balázs, E. 2004. The DNA form of a retroviroid-like element is involved in recombination events with itself and with the plant genome *Virology*. **325**. 277-286.
- Hussein, A.A.H., Kanyó Z., Tóth E. 1988. Üzemi krizantém ültetvények virológiai vizsgálatának néhány tapasztalata. *Növényvédelmi Tudományos Napok*. 51.
- Kiss, T. 2002. Small nucleolar RNAs: an abundant group of noncoding RNAs with diverse cellular functions. *Cell*. **109**. (2) 145-148.
- Kiss, T., Solymosy, F. 1990. Molecular analysis of U3 RNA gene locus in tomato: transcription signals, the coding region, expression in transgenic tobacco and tandemly repeated pseudogenes. *Nucleic Acids Research*. **18**. 1941-1949.
- Kriston É. 2005. *In vitro* növények esetében alkalmazható diagnosztikai eljárások. In: Kertészeti növények mikroszaporítása. Szerk.: Jámborné Benczúr E. – Dobránszki J. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 112-117.
- Kriston É., Palkovics L., Tóth E. K. 2008. A krizantém törpülés viroid (Chrysanthemum stunt viroid, CSVd, *Pospiviroidae*) kimutathatósági biztonságának növelése mágneses szeparációt követő RT-PCR módszerrel. *54. Növényvédelmi Tudományos Napok*.
- Lázár, J., Bisztray, Gy. D. 2011. Virus and virus-like diseases of grapevine in Hungary. *International Journal of Horticultural Science*. **3**. 25-36.
- Lisa, V., D'Agostino, G., Boccardo, G. 1985. A new disease causing stunting and shoot proliferation in Carnation. *Acta Horticulturae*. **164**. 63-70.
- Lommel, S. A. & Morris, T. J. 1983. A viroid-like RNA associated with stunting syndrome in carnations. *Phytopathology*. **73**. 791.

- Navarro, B., Pantaleo, V., Gisel, A., Moxon, S., Dalmay, T., Bisztray Gy. D., Di Serio, F., Burgyan, J. 2009. Deep sequencing of viroid-derived small RNAs from grapevine provides new insights on the role of RNA silencing in plant-viroid interaction. *PLoS ONE* 4, 7686.
- Palkovics, L, Salánki, K, Wittner A, Tóth, E. and Balázs E. 1997. Small RNAs and DNAs associated to carnation proliferation. 5th International Congress of Plant Molecular Biology. Singapore 21-27 September.
- Solymosy F. 2000. RNS-prekurzorok érése növényekben. In: Balázs, Dudits D. (szerk.) *Molekuláris növénybiológia*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2000. 91-166.
- Tóth E. 1987. A Chrysanthemum stunt viroid előfordulása Magyarországon, kimutatásának és leküzdésének lehetőségei. Egyetemi doktori értekezés. Keszthely-Bp.
- Tóth E. K. 2008. Krizantém. Mezőgazda Kiadó Budapest. 134-176.
- Tóth E. K., Kriston É., Baracsi É. 2000. Vírusok, viroidok és egyéb ágensek a növényi fajtagyűjteményekben. *Jánossy Andor Emlékülés Összefoglalója*. 140-144.
- Tóth E.K., Flores, R. és Balázs E. 1994. Adatok a szegfű proliferáció etiológiájához. *Növényvédelmi Tudományos Napok*. 136.
- Vera, A., Daròs, J.A., Flores, R. and Hernandez, C. 2000. The DNA of a Plant Retroviroid-Like Element Is Fused to Different Sites in the Genome of a Plant Pararetrovirus and Shows Multiple Forms with Sequence Deletions *J. Virol.* 2000. **74** (22) 10390–10400.

Lipoxigenáz-függő reakcióutak Tobamovírusokkal fertőzött paprika levelekben

Juhász Csilla*, Tóbiás István, Gullner Gábor

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet

1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

**e-mail: juhasz.csilla@agrar.mta.hu*

A vírusfertőzött növényekben a pozitív szálú RNS vírusok replikációja intracelluláris növényi membránokhoz kötött replikációs komplexek segítségével történik. A membránalkotó zsírsavak bioszintézisét ill. a zsírsavláncokban a kettős kötések kialakítását katalizáló deszaturáz enzimek gátlása nagy mértékben gátolja a vírus replikációt (Chukkapalli és mtsai, 2012). A növényekben található lipoxigenáz (LOX) enzimek a többszörösen telítetlen zsírsavak peroxidációját katalizálják. A LOX enzimek egyaránt képesek a szabad illetve a membrán-lipidekben kötött zsírsavak oxidációjára is, így feltételezhető, hogy a LOX aktivitás változásai befolyásolják a vírusreplikációt. Kísérleteink során ezért megvizsgáltuk a különböző LOX izoenzimeket kódoló géneknek a kifejeződését vírusfertőzött paprika levelekben valósídejű RT-PCR módszerrel. A leveleket kétféle tobamovirussal fertőztük. Az Óbuda paprika vírussal (ObPV) fertőzött növények esetén hiperszenzitív reakció (rezisztencia) lépett fel, míg a paprika enyhe foltosság vírus (PMMoV) fertőzés esetén igen enyhe klorotikus tüneteket észleltünk. Az ObPV fertőzött paprika levelekben jelentősen indukálódott több *LOX* gén expressziója, különösen a *9-LOX* gének esetében. Az PMMoV fertőzés következtében csak kismértékben növekedett a *LOX* gének expressziója. A paprika leveleket különböző növényi hormonokkal kezelve az egyes *LOX* gének igen eltérő mértékben aktiválódtak. Egy fúziós *LOX*-GFP fehérjét kódoló gén *Nicotiana benthamiana* levelekben történő kifejeztetésével megvizsgáltuk egy *13-LOX* fehérje növényi sejten belüli lokalizációját is. Kísérleteink alapján valószínűsíthető, hogy az inkompatibilis paprika-vírus kapcsolatban a *9-LOX* izoenzimek korai, fokozott termelődése szerepet játszhat a vírusreplikáció visszaszorításában.

Hivatkozás

Chukkapalli, V., Heaton, N.S. and Randall, G. 2012. Lipids at the interface of virus-host interactions. *Current Opinion in Microbiology*. **15**. 512-518.

Antimikrobiális peptideket termelő baktériumok felhasználásának lehetőségei prokariota és eukariota burgonya - patogének ellen

**Fodor András^{1a, #b*}, Polgár Zsolt^{1c}, Bakonyi József^{2a}, Bélafiné Bakó Katalin³,
Hevesi Mária⁴, Nádasyné Ihárosi Erzsébet¹, Tatai Anita¹, Gólya Gellért^{2b}**

¹Pannon Egyetem, Georgikon Kar, ^aNövényvédelmi Intézet, H-8360 Keszthely, Deák F. u 16.

^{#b}Állattudományi és Állattenyésztési Tanszék, Állatélettani és Takarmányozási Csoport, CEPO

Laboratórium, ^cBurgonyakutató Központ, H-8360 Keszthely, Deák F. 16.

²MTA ATK ^aNövényvédelmi Intézete, ^bTalajtani és Agrokémiai Intézete, H-1022 Budapest,
Hermann O. út 15.

³Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki Kar, Biomérnöki, Energetikai és Membrántechnológiai
Kutató Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

⁴Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészeti Kar, Gyümölcs Tanszék, H-1118 Villányi út 29-43.

*e-mail: fodorandras@yahoo.com

Összefoglalás

A burgonya-termesztés történetében a legnagyobb kárt az eukariota *Phytophthora infestans* okozta. Utóbbi években a legnagyobb kihívást az öntözővízzel terjedő prokariota *Ralstonia solanacearum* jelenti. Mivel a burgonya gumó közvetlenül emberi fogyasztásra kerül, a megelőzés egyetlen lehetséges alternatíváját a biológiai védekezés jelenthetné. Laboratóriumainkban folyó vizsgálatokból tudjuk, hogy a nematoda-szimbióta baktérium (EPB) *Xenorhabdus budapestensis* és *X. szentirmaii* fajok által termelt és a médiumba kibocsájtott antibiotikus aktivitású peptidekre a *P. infestans* rendkívül érzékeny. Ugyanezen anyagok bizonyos körülmények között a *R. solanacearum* növekedését is gátolják. Javaslatot teszünk a két EPB faj a burgonyatermesztéssel kapcsolatos biológiai védekezésben való alkalmazására irányuló közvetlen kutatási projectre és az alkalmazás perspektíváit taglaljuk.

Kulcsszavak: Burgonyatermesztés, *Phytophthora*, *Ralstonia*, *Xenorhabdus*, sejt-immobilizálás, biológiai védekezés.

Abstract

In the history of the agricultural production of potato the most significant damages were caused by the eukaryotic pathogen, *Phytophthora infestans*. Recently the most significant challenge is posed by the prokaryotic pathogen *Ralstonia solanacearum*, which spread over with the irrigation water. Considering that the potato tuber is directly consumed by human, the best alternative way of protection would be some technique of biological pathogen control. Recent results in our laboratories unambiguously prove that *P. infestans* are extremely sensitive to antimicrobial peptides released by the nematode-symbiotic entomopathogenic bacteria (EPB) *Xenorhabdus budapestensis* and *X. szentirmaii* into their media. In some conditions these compounds also inhibit the growth of *R. solanacearum*. In this presentation we propose a research project toward applying these two EPB strains as biological control agents in to control *P. infestans* and *R. solanacearum*. We discuss the arguments for and against of this application.

Keywords: Potato cultivars, *Phytophthora*, *Ralstonia*, *Xenorhabdus*, immobilized-immobilized cells, biological pathogen control.

Bevezetés

A *Phytophthora* fajok a veszedelmes mezőgazdasági kórokozók közé tartoznak, időről időre komoly veszteségeket okoznak. Különösen veszedelmes eukariota patogén a *P. infestans*, amely 1845-1860 között az írországi éhínséget okozta. A *P. infestans* újra és újra felbukkan. Járványszerűen terjed a burgonya és paradicsom-ültetvényekben. 2000-ben például Oroszországban a burgonyatermés 15%-a esett áldozatul a "late blight" néven ismert burgonyavésznek. Az írországi eset bármikor megismétlődhet (Schiermeier, 2001). A világon éves átlagban 5 milliárd dollárt költenek az ellene való védekezésre (Duncan, 1999). A kémiai védekezés kilátásai rosszak, mivel fungicidekre az Oomycetales fajok (pl. a *Phytophthora*) alig reagál, az antibiotikumokra viszont igen (Érsek, 1975). Az uniós szabályok viszont szigorúan tiltják az antibiotikumok mezőgazdasági alkalmazását. Megfelelő biológiai védekezés módszer nagyon fontos lenne. Az entomopatogén nematodákkal (EPN) obligát szimbiózisban élő entomopatogén baktériumok (EPB) a lehetséges kandidátusok közé sorolhatóak, mivel széles spektrumú anti-bakteriális anyagokat termelnek, ezen kívül az EPN mezőgazdasági alkalmazásnak regisztrációs akadályai nincsenek, mert a hatósági vizsgálatok szerint sem az EPN, sem az EPB nem jelentenek humán egészségügyi kockázatot. Laboratóriumainkban számos vizsgálatot végeztünk (Böszörményi et al., 2009;

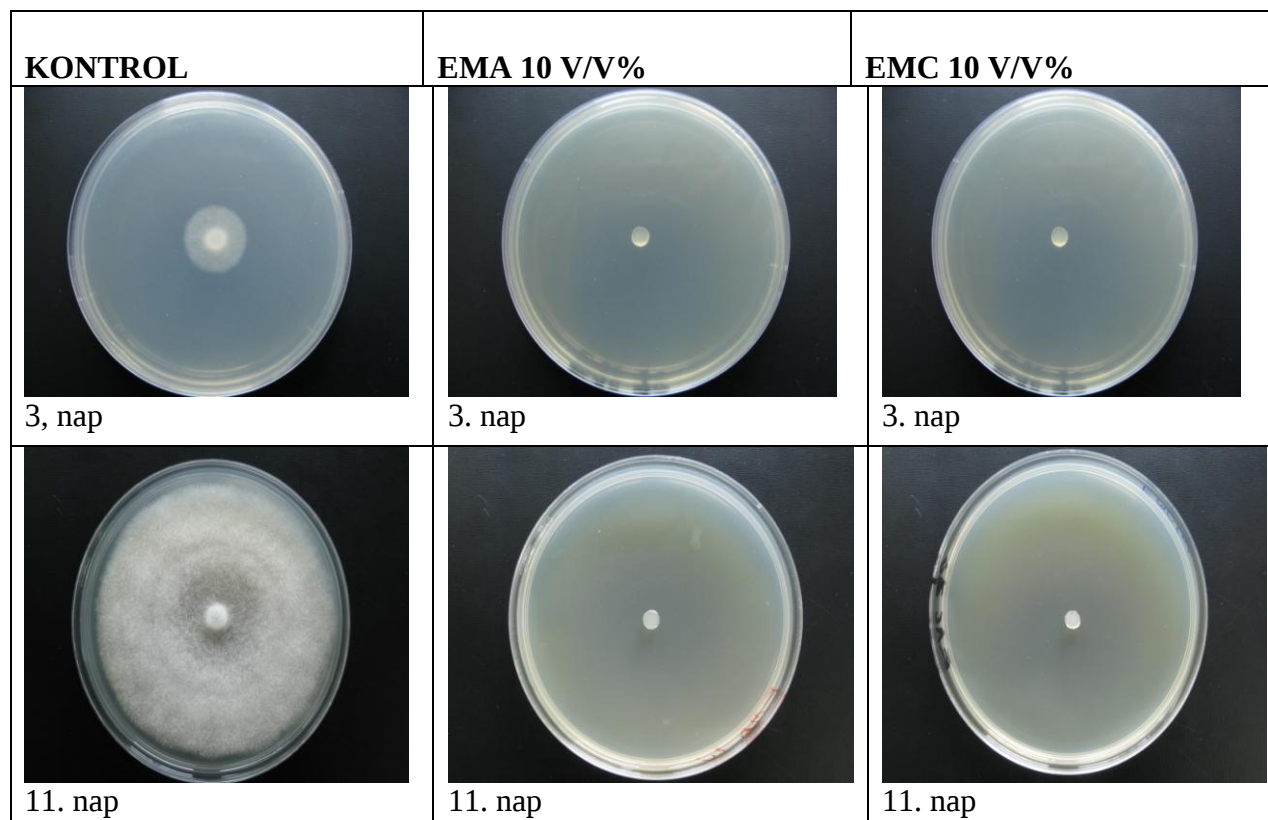
Muvevi, 2009-2011), amelyek azt bizonyítják, hogy valamennyi vizsgált *Phytophthora* faj érzékeny a *Xenorhabdus budapestensis* és a *X. szentirmaii* anti-bakteriális aktivitására, életciklusuk valamennyi szakaszán. Mostani vizsgálatainkban a karantén-körülmények között *P. infestans*-on végzett eredményeinket mutatjuk be. Vizsgálataink azt is bebizonyították, hogy a fitoftorára toxikus anyag a sejtmentes kultúrákból kvantitatíve kinyerhető (Muevi, 2011), kémiai természetét illetően pedig oligopeptid (Furgani et al., 2008). Jelenleg a burgonyafonnyadást okozó prokariota patogén a *Ralstonia solanacearum* jelenti a burgonyatermesztők számára a legnagyobb kihívást. A tünetek megjelenésekor igen magas a *R. solanacearum* sejtjeinek száma ($10^8 - 10^{10}$ cfu/g szövet). Nemcsak vektorok, hanem a talajvíz és az öntözővíz útján is terjed. Lassú folyású vizek Solanaceae családhoz tartozó gyomnövényeit is kolonizálja, s így az öntözővíz állandó fertőzési forrás. A védekezés hatékony módját az jelenen, ha az öntözővízben lehetne ellene hatni.

Anyagok és módszerek

A *Phytophthora* tenyésztés és az EPN törzsek antibiotikum aktivitás-mérésének módszereit korábbi munkáinkban ismertettük (Muevi, 2011). A *P. infestans* kivételével sárgarépa- agaron tenyésztettük a tesztorganizmusokat, a *P. infestans*-t borsó- agaron. A dupla koncentrációjú agár-táptalajt 1:1 arányban hígítottuk az *X. budapestensis* (EMA) és *X. szentirmaii* (EMC) baktériumok késői stacioner fázisából centrifugálással (13,000 g) és ezt követő SteriCap 0.22 um-es filteren történő steril szűréssel nyert sejtmentes kondicionált kultúrák (CFCM) különféle hígításaival. A hatóanyagok agar-táptalajon belüli végkoncentrációi 0, 12, 20, 30, 40 és 50 V/V% volt. Kísérletenként és koncentrációnként 3 párhuzamossal dolgoztunk. A *Ralstonia* kísérletekben a baktériumokat LBA médiumon tartottuk, és a korábban (Furgani és mtsai, 2008; Böszörményi és mtsai, 2009); ill. Id. ebben a füzetben Csanádi és mtsai, Böszörményi és mtsai) ismertetett közölt felülrétegzéses illetve agar-diffúziós módszerekkel vizsgáltuk. Az eredmények statisztikai értékelése variancia-analízissel történt Józsa Sándor közreműködésével.

Eredmények

Eredményeink tanúsága szerint a *Phytophthora* fajok növénypatogén baktériumoknál sokkal érzékenyebbek voltak az EPB antimikrobiális anyagaira, és lényegében már a legkisebb (10 V/V%) koncentráció is teljes mértékben gátolta a micéliumok növekedését (1. ábra).



1. Ábra. *P. infestans* micélium-növekedése borsó táptalajon (Fotók: Bakonyi József)

A *Ralstonia* kísérletek nem adtak ilyen egyértelmű eredményeket. A felülrétegzéses kísérletek tanúsága szerint a *Ralstonia* sejtek érzékenyek az EMA és EMC anyagaira, ha közvetlenül érintkeznek azokkal (2. ábra). Az agar-diffúziós teszt eredmények azonban több esetben adtak negatív, mint pozitív eredményt, feltehetőleg azért, mert az agar felszínén kialakult biofilm védelmet jelent ezen anyagokkal szemben.



2. Ábra. EMA hatása *Ralstonia solanacearum* 1226-os törzsére (Fotó: Hevesi Mária)

Megvitatás

A két vizsgált EPB faj olyan hatóanyagokat termel, amelyek *fitoftora* ellen biztosan, a *Ralstonia* ellen pedig esetlegesen használhatóak. Noha az EPB fajok a természetben kizárólag csak az EPN fajokban vagy az EPN fajok által kolonizált rovarokban találhatóak, a talajban soha, laboratóriumi tenyésztésük, nagyléptékű előállításuk semmiféle problémát nem jelent. EPB törzsek növényvédelemi felhasználása kétféleképpen képzelhető el. Az egyik lehetőség az antimikrobiális hatású anyagok kinyerése, tisztítása, kémiai azonosítása, regisztrációs vizsgálata, engedélyeztetése és felhasználása. A másik, alternatív lehetőség maguknak a baktérium-sejteknek biológiai növényvédő-szerként való alkalmazása. Utóbbi feltétele az EPB sejtek immobilizálása. Fitoftora ellen így közvetlenül a komposztba lehetne vinni a sejteket, s a talaj hőmérsékleti, - és egyéb viszonyai biztosítanák meghatározott ideig való életben maradásukat, szétterjedésüktől pedig nem kell félni. A *Ralstonia* elleni siker feltétele, hogy az EPB sejtek közvetlenül, a biofilm kialakulása ellen kerüljenek kontaktusba a patogén sejtekkel. Erre a célra is, amelyek szűrő vagy adszorbens felületén immobilizált EPB sejtek alkalmazását tartanánk célszerűnek.

Köszönetnyilvánítás

Az itt ismertetett anyag az ERFA keretében működő Ausztria-Magyarország Határon Átnyúló Együtműködési Program 2007-2013 által támogatott CEPO (ATMOS LO'2) – Baromfi Kiválósági Központ projekt keretében létrejött eredmények része. Megköszönjük Dubleczy Károlynak a Project magyar vezetőjének, nagyvonalú támogatását. Az eredmények statisztikai értékeléséért Józsa Sándornak mondunk köszönetet.

This scientific material is a part of the results of research carried out within the frame of CEPO (ATMOS LO'2) Poultry Excellence Center Project. We would like to express our thanks toward Károly Dubleczy, The Hungarian Manager of the Project. For the statistic evaluations we express our thanks to Professor Sándor Józsa (University of Pannonia, Georgikon Faculty).

Hivatkozások

Agrios, G.N. 2008. Plant pathology Amsterdam [u.a.], Elsevier Academic Press. 647-649.
Böszörményi, E., Érsek, T., Fodor, A., Fodor, A.M., Földes, S., Hevesi, M., Hogan, J.S., Katona,

- Z., Klein, M.G., Kormány, A., Pekár, S., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., Taylor, R.A. 2009. Isolation and activity of *Xenorhabdus* antimicrobial compounds against the plant pathogens *Erwinia amylovora* and *Phytophthora nicotianae*. *J. Appl. Microbiol.* **107**. 746-759.
- Duncan, J. 1999. *Phytophthora*- an abiding threat to our crops. *Microbial Today*. **11**. 114-116.
- Erwin, D.C. and Ribeiro, O.K. 1996. Introduction to the genus *Phytophthora*. In: *Phytophthora Diseases world wide*, 1-7. American Phytopathological Society St. Paul, MN.
- Érsek, T. 1975. The sensitivity of *Phytophthora infestans* to several antibiotics. *Z Pflanzensch.* **82**. 614-617.
- Schiermeier, Q. 2001. Russia needs help to fend off Potato famine, researches warn. *Nature*. **410**. 1011.
- Furgani, G., Böszörményi, E., Fodor, A., Fodor, A.M., Forst, S., Hogan, J., Katona, Z., Klein, M.G., Stackebrandt, E., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., Wolf, S. 2008. *J. Appl. Microbiol.* **104**. 745-758.
- Muvevi, W.J. 2011. The antimicrobial potential of *Xenorhabdus szentirmaii* and *X. budapestensis* nematode symbiotic bacteria on oomycetal agricultural pathogens, (*Phytophthora*, *Pythium*) MSc. Thesis, Pannon Egyetem, Georgikon Kar.

Entomopatogén nematoda-szimbionta baktériumok antimikrobiális peptidjeinek hatása antibiotikummal szemben polirezisztens és multirezisztens patogén baktériumokra

Böszörményi Erzsébet¹, Vozik Dávid², Hevesi Mária³, Bradford McGwire⁴, Joseph Hogan⁵, Barcs István¹, Dublec Károly⁶, Fodor András^{6,7*}

¹*Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Epidemiológiai Tanszék H-1088 Vas u. 17.*

²*Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki Kar, Biomérnöki, Energetikai és Membrántechnológiai Kutató Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

³*Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészeti Kar, Gyümölcs Tanszék, H-1118 Villányi út 29-43.*

⁴*Ohio State University, Medical Center, Columbus, OHIO, USA,*

⁵*Ohio State University, Department of Animal Sciences, Wooster OH, USA,*

⁷*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi és Állattenyésztési Tanszék, Állatélettani és Takarmányozási Csoport, CEPO Laboratórium, H-8360 Keszthely, Deák F. u 16.*

⁷*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, H-8360 Keszthely, Deák F. u 16.*

**e-mail: fodorandras@yahoo.com*

Összefoglalás

Xenorhabdus budapestensis (EMA) és *X. szentirmaii* EMC) entomopatogén baktériumok antibakteriális aktivitását vizsgáltuk növénypatogén baktériumokra felülrétegzéses és agar-diffúziós módszerekkel. Egyes baktériumok (*Agrobacterium*, *Clostridium*, *Curtobacterium*, *Dyckeya*, *Erwinia*, *E. coli*, *Klebsiella* *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Xanthomonas* fajok) valamennyi törzse következetesen szenzitív, mások (*Pseudomonas* és *Ralstonia*) izolátumok, olykor egyazon faj variánsai - agardiffúziós tesztekben rezisztenseknek bizonyultak. Eredményeinket a polirezisztencia és a multirezisztencia eltérő mechanizmusaival magyarázzuk.

Abstract

Entomopathogenic nematode symbiont-bacteria effect of antimicrobial peptide antibiotics poli-resistant and multidrug-resistant pathogenic bacteria.

Antibacterial potential of compounds from *Xenorhabdus budapestensis* and *X. szentirmaii* were tested on plant pathogenic bacteria (PPB) by overlay assay and agar diffusion method. Some *Pseudomonas fluorescens* isolates proved sensitive to EMA and EMC anti-microbial activities while others did not. EPB antimicrobials were equally effective against wild-type and antibiotics resistant variants of the same PPB species. The EMA/EMC antimicrobials are promising tools of fighting poly-resistance, but are of a limited potential against multi-resistant pathogens.

Bevezetés

A baktériumok elleni védekezésben az antibiotikumok bevezetése forradalmat jelentett, ez azonban mára egy vég nélküli háborúvá szélesedett. Ennek oka a baktériumok ún. szerzett rezisztenciája (AR), amelynek tudományos alapja az, hogy az antibiotikum-rezisztencia gének egyik baktériumból a másikba átjuthatnak. A szakszerűtlenül pazarló antibiotikum-alkalmazás a rezisztensek mesterséges szelekcióját jelentette. Ennek eredményeként a poli,- és multi-rezisztens patogén mikroorganizmusok száma ugrásszerűen megnövekedett. Mezőgazdasági adat nem ismert, de Európában évente ~ **25000** beteg ember hal meg multirezisztens kórokozó okozta fertőzésekben és **1,5** milliárd Eurót is elérik az egészségügy éves, extra kiadásai. A szigorú EU szabályok tiltják a humán gyógyászatban alkalmazott antibiotikumok használatát állatgyógyászatban és a növényvédelemben. A szinte járványos AR elleni védekezés stratégiája mindmáig a rezisztencia-gének pontos megismerésére és új hatásmechanizmusú, természetes eredetű antibiotikumok kifejlesztésére irányul. Entomopatogén nematoda-szimbionta baktériumok antibakteriális peptidjeinek felhasználásával kapcsolatos kutatásaink ehhez a trendhez sorolhatóak.

Anyagok és módszerek

A baktériumokkal kapcsolatos munkákat, a felülrétegzéses tesztet és a sejtmentes médiumot (CFCM) illetően a korábban leírt (Furgani et al., 2008; Böszörményi et al., 2009) módszereket alkalmaztuk.

Antagonista *Xenorhabdus* törzsek: *X. budapestensis* DSM 16342^T, *X. szentirmaii* DSM 16338^T (Lengyel és mtsai, 2005).

Növénypatogén tesztbaktériumok: Gram-negatív *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. syringae* pv *syringa*, *P. corrugata*, *P. syringae* pv. *morsprnorum*,. Valamennyi törzs a NCAIM törzsgyűjteményéből (BCE NCAIM Törzsgyűjtemény, Budapesti Corvinus Egyetem,

<http://ncaim.uni-corvinus.hu>) származik (Forrás: Dr. Hevesi Mária, és Dr. Lehóczkiné Torna Judit).

Agar-diffúziós teszt: ld. Molnár és mtsai, Csanádi és mtsai cikkeit ebben a füzetben.

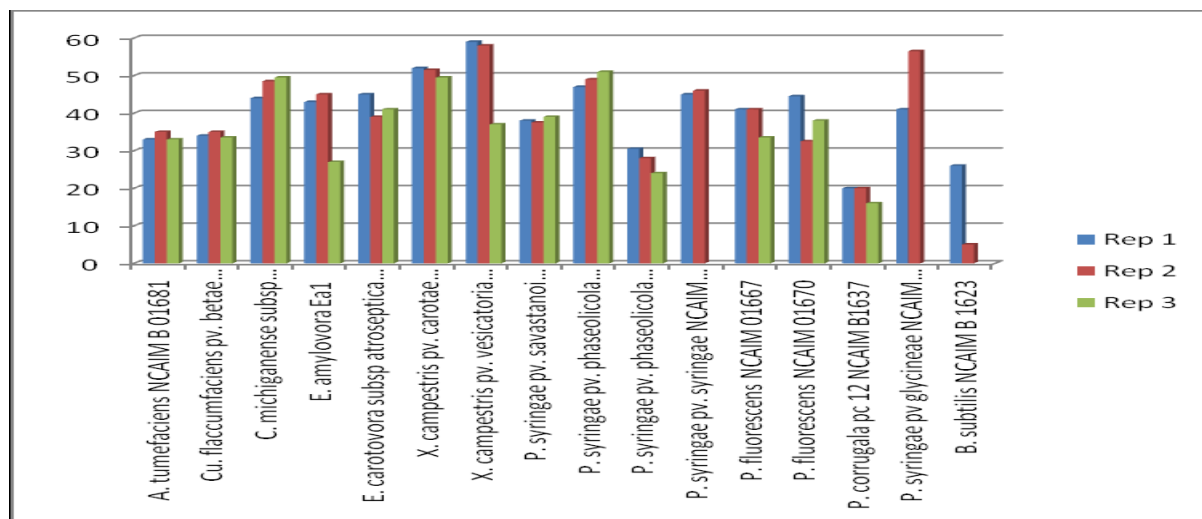
Értékelés: *érzékeny* a tesztorganizmus, ha a gátlási zóna átmérőjének a nagysága >20 mm, *mérsékelten érzékeny*; 10-20 mm, és *rezisztens* ha <5 mm a gátlási zóna nagysága.

Eredmények

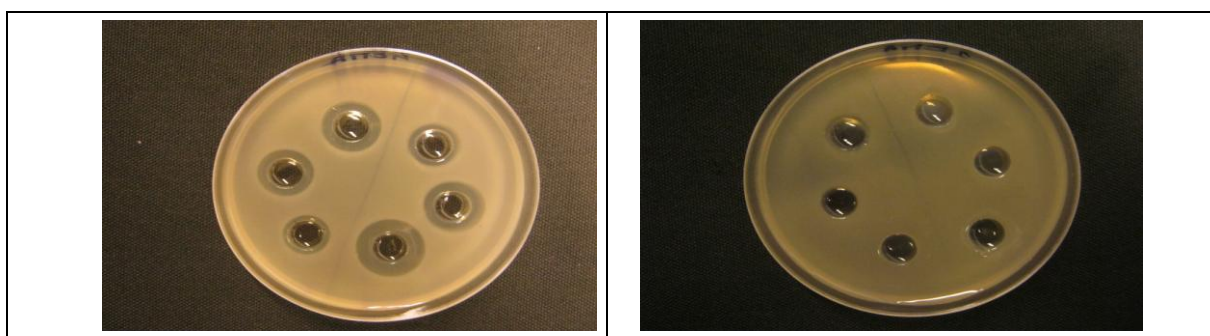
A felülrétegzéses (O/L) kísérletek nagy többségében pozitív eredményeket kaptunk. Legnagyobb jelentősége a burgonyapatogén *Ralstonia solanacearum* faj két törzsének érzékenysége (1. ábra). Rövid közleményünkben a felülrétegzéses és az agardiffúziós tesztek eredményei közül hely híján csak EMA-ra vonatkozó adatokat (2. és 4. ábrák). mutatjuk be, előadásunkban valamennyi adat szerepel. Látható, hogy az egy évvel később elvégzett agardiffúziós technikákkal viszont a *Pseudomonas* törzsek vonatkozásában részben eltérő eredményeket kaptunk. A *P. fluorescens* NCAIM B1665 és B 1699 törzsei (3. ábra) közül az egyik mindkét EPB antagonista hatására érzékeny, a másik pedig rezisztens. Az 1. táblázat korábbi (első ízben itt közölt) eredményeinket foglalja össze. A *S. aureus* polirezisztens (MRSA) és érzékeny (MSSA) törzsei egyaránt érzékenyek az EMA és az EMC antimikrobiális peptidjeire (Furgani és mtsai, 2008).



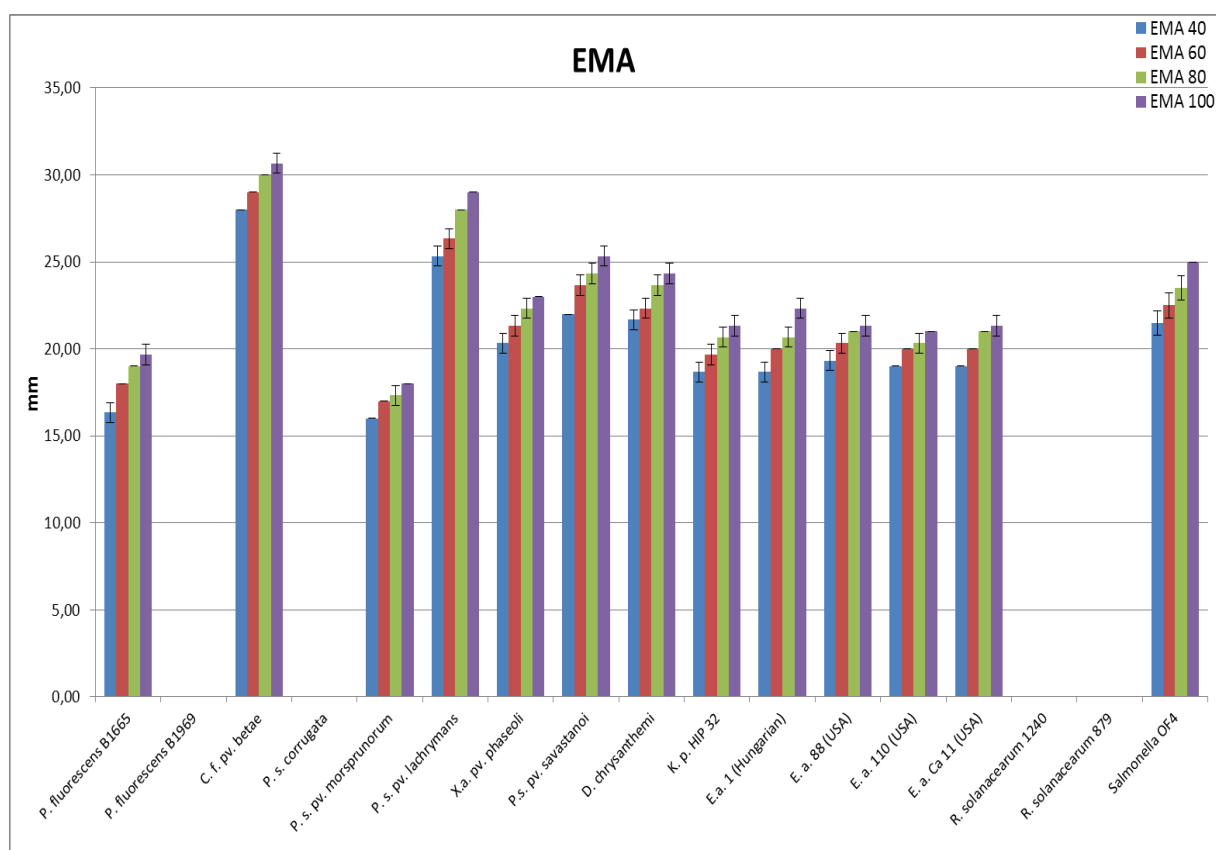
1. Ábra. *Ralstonia solanacearum* 1226 törzsének érzékenysége EMA antibakteriális anyagaira – felülrétegzéses teszt. Fotó: Hevesi Mária.



2. Ábra. EMA – felülrétegzéses teszt eredményei. Inaktivációs zóna átmérők (mm).



3. Ábra. *Pseudomonas fluorescens* NCAIM B1665 (bal) és B 1699 (jobb) törzseinek eltérő érzékenysége EMC (a Petri csészék baloldala) és EMA (Petri csészék jobb oldala) CFCM-ainak antagonista aktivitásaira. Az érzékeny törzsnél mindkét hatás dóziszfüggő. A B 1699 a multirezisztenciát példázza. Fotó: Hevesi Mária.



4. Ábra. EMA: Agardiffúziós teszt eredmények. Inaktivációs zóna átmérők (mm).

1. Táblázat. EMA, EMC és *X. innexii* CFCM antimikrobiális aktivitásai

CM	Biochemistry			Anti-microbial activity									
	Heat	P-K	Centricon	bacteria						parasite		fungi	
				MS	MR	FN	ST	EC	PA	LA	TC	CA	Tox
1	+	+	<3 Kda	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
2	+	-	>3 Kda	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
3	nd	nd	nd	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

Notes: CM 1-3, conditioned-medium from three different *Xenorhabdus* species; Heat, autoclaved under standard conditions; Prot K, proteinase K digestion at RT for 24 hrs then subject to heat inactivation; Centricon, indicates fraction containing anti-bacterial activity; Tox, host toxicity determined microscopically and using MTT metabolism using J-line murine macrophages exposed to indicated CM at 37° C for 72 hrs. Microbes used: MS and MR, methicillin-sensitive and -resistant *Staphylococcus aureus*, respectively; FN, *Francisella novicida*; ST, *Salmonella typhimurium*; EC, *E. coli*; PA, *Pseudomonas aeruginosa*; LA, *Leishmania amazonensis*; TC, *Trypanosoma cruzi*; CA, *Candida albicans*. Activity assays were performed using microbes grown in 25-100 µL CM (Luria-Bertani based) overnight then plated on appropriate medium for CFU-reduction assays (for bacterial or fungal pathogens) or using MTT utilization assays (parasites). +, retains activity; -, devoid of activity; nd, not determined.

Megvitatás

Az EMA és EMC folyadék-antimikrobiális anyagai számos növénypatogén fajra, (pl. *E. amylovora*, *E. coli* és *Klebsiella pneumoniae*) polirezisztens változataira is hatékonyak. (ld. Csanádi és mtsai). Megerősítik ezt a *Staphylococcus aureus* MRSA törzsén kapott eredményeink (1. Táblázat) is. Az EMA és EMC antimikrobiális peptidjei (Furgani és mtsai, 2008) potenciális eszközök a *polirezisztens* patogének elleni küzdelemben, *Pseudomonas* fajokkal kapcsolatos eredményeink tanúsága szerint viszont a sejtpumpák működésén alapuló multidrug-rezisztenciával szembeni hatékonyságnak korlátai vannak.

Köszönetnyilvánítás

Az itt ismertetett anyag az ERFA keretében működő Ausztria-Magyarország Határon Átnyúló Együttműködési Program 2007-2013 által támogatott CEPO (ATMOS LO'2) – Baromfi Kiválósági Központ projekt keretében létrejött eredmények része.

Hivatkozások

Agrios<https://battlefield.play4free.com/en/playnow>, G.N. 1997. Control of plant diseases. In: Plant Pathology 4th edn, pp. 200-216. California: Academic Press.

Böszörményi, E., Érsek, T., Fodor, A., Fodor, A. M., Földes, S., Hevesi, M., Hogan, J. S., Katona, Z., Klein, M. G., Kormány, A., Pekár, S., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., & Taylor, R. A. 2009. *J. Appl. Microbiol.* **107**. 746-759.

Furgani, G., Böszörményi, E., Fodor, A., Fodor, A.M., Forst, S., Hogan, J., Katona, Z., Klein, M.G., Stackebrandt, E., Szentirmai, A., Sztaricskai, F., Wolf, S. 2008. *J. Appl. Microbiol.* **104**. 745-758.

Toxintermelő gombákkal szembeni ellenállóság és toxinszennyezés kukoricában, kiemelten az *A. flavus*-ra és az aflatoxinokra

Mesterházy Ákos^{1*}, Tóth Beáta¹, Toldi Éva¹, Varga János²

¹*Gabonakutató Kft Szeged, Alsókikötősor 9.*

²*Szegedi Tudományegyetem, Mikrobiológiai Tanszék, Szeged, Közép Fasor 52.*

**e-mail: akos.mesterhazy@gabonakutato.hu*

A kukorica csőbetegségei hosszú ideig alig érték el az ingerküszöböt. Sok okból, és leginkább a gombatoxinok felfedezése és a határértékek (kötelező vagy ajánlott) a helyzetet alapvetően megváltoztatták. Bár a termés még mindig első helyen van, de a toxinszennyezés határérték alatti szinten tartása egyre fontosabb lesz és már ma is megkerülhetetlennek kellene értékelni. Ráadásul olyan szabályszerűség sincs, miszerint a nagyobb termőképesség és az ellenállóság egymást kizáró tényezők lennének.

Magyarországon a *Fusarium graminearum* (DON, zearalenon) és a *F. verticillioides* (fumonizinek) régóta ismertek. E toxinoknak ma már számos változata ismert, amelyek ugyancsak komoly problémákat okozhatnak. Ezek felelősek a csőfertőzöttség túlnyomó részéért, de ezen túl, főként hűvösebb időjáráskor számos más toxintermelő faj is előfordul, természetesen eltérő toxinprofillal. Korábban az *A. flavus*-t, ill. az aflatoxinokat raktári problémának tartottuk. Mára kiderült, hogy bár a raktárban is komoly további fertőződés jöhet létre, az inokulum legfontosabb forrása a szántóföld, és a frissen betakarított terményben is lehet már jelentős mennyiségű aflatoxint találni, és az *A. flavus* fertőzött csövek aránya fogékony hibrideken könnyen elérheti az 5-10 %-ot. Gyakori a *Fusarium* spp. és az *A. flavus* kevert fertőzés is.

Rezisztenciavizsgálatok a *Fusarium* fajokkal szemben hosszú évek óta folynak, míg az *A. flavus*-sal szemben csak néhány éve. Az eddigi adatok azt mutatják, hogy a fajta-, vagy fajtajelölt különbségek sokszorosak, és a természetes fertőződésű adatok is (MSZH, GOSZ) is igen jelentős különbségekről adnak számot amellet, hogy igazán ellenálló hibrid vagy törzs, amely a legfertőzöttebb helyen is nulla közeli fertőzést mutatna, nem létezik. Bár vannak adatok máshol is és nálunk is arra, hogy a különböző *Fusarium* fajokkal szembeni ellenállóság lehet kapcsolt, ideértve adott esetben az *A. flavus*-t is, de számos olyan hibrid is van, ahol ezek nem kapcsolódnak. Ez a nemesítés helyzetét ez nehezíti, mivel több kórokozóval kell párhuzamosan dolgozni. Ami a rezisztencia öröklődését illeti, túlnyomórészt kis, legfeljebb közepes hatású

QTL-ek örökítik az ellenállóságot. Többségük nem validált, azaz a marker támogatta szelekció inkább álom, mind való lehetőség.

Kulcsfontosságú a beltenyésztett vonalak ellenállóságának javítása, ill. ellenállóbb vonalak előállítása, de a vonal rezisztenciája alapján a hibrid ellenállósága nem jelezhető előre, legfeljebb annyira, hogy az ellenállóbb, vagy ellenálló vonalakkól előállított hibridek ellenállósága nagy biztonsággal jó lesz. A hibridhatás igen jelentős, átlagosan 70%-a a két szülővonal átlagának. Ezért kiterjedt szántóföldi rezisztencia vizsgálatokra van szükség mind mesterséges, mind természetes fertőzőttségi viszonyok között. A toxintartalom és a tüneterősség közepes összefüggést mutat ($r = 0.60-0.70$), azaz a rezisztencia, mint búzában, a legfontosabb toxin felhalmozódást szabályozó tényező.

Az eredményekből az következik, hogy a takarmánybiztonság gyors növelése érdekében a fajtaminősítésnél figyelembe kell venni a természetes fertőződésen túl a mesterséges fertőzések eredményeit is, és ezzel párhuzamosan a toxinméréseket. Így a fogékony-nagyon fogékony hibridek már eleve nem kerülhetnének köztermesztésbe., és végre komolyan kellene venni a rezisztencianemesítés felfuttatását és ezzel párhuzamosan a számos tudományos probléma megoldását is.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik a Magyar-Szerb ToxFreeFeed az EU FP7 MycoRed (KBBE-2007-2-5-05 pályázatok támogatását.

Napraforgó-genotípusok rezisztencia-vizsgálatának eredményei fajta - és provokációs kísérletekben, 2012

Gergely László*, Birtáné Vas Zsuzsanna, Poós Bernát

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, NKI, Budapest

**e-mail: gergelyl@nebih.gov.hu*

A napraforgó-termesztés jövedelmezőségét az agrotechnikai, időjárási és közgazdasági környezeten túl jelentős mértékben meghatározza a *fajtaválasztás*.

A 2012. év tenyészidőszakát a rendkívül magas havi középhőmérsékletek (átlagosan + 2 °C a sokévi átlaghoz viszonyítva!) és a csapadékszegénység jellemezte, aminek következtében a rekordnagyságú, 617.293 ha betakarított vetésterületen az országos termésátlag alig haladta meg a 2 t/ha-t. Az aszályon és a hősökön kívül (a Dél-Alföldön 59 hőségnapot regisztráltak!) néhány *melegigényes gombabetegség* is hozzájárult a mérsékeltebb terméshozamhoz.

2012-ben a NÉBIH Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóságának fajtakísérleti állomá-sain és néhány kihelyezett kísérletben 66 napraforgó-genotípus (fajta, hibrid) betegség-ellenállóságát vizsgáltuk természetes és provokációs fertőzési körülmények között.

A kifejezetten melegigényes gomba-kórokozók (*Macrophomina phaseolina*, *Alternaria* spp., *Puccinia helianthi*) kívül a gyakorlatilag minden évben károsító fehérpenészes szár-tőrothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*) okozott néhány kísérleti helyen olyan mértékű fertőzést, amely lehetővé tette a fogékonyság-különbségek megállapítását. Az egyes kísérlet típusok fajtásoraiban a *fertőzöttségi szélsőértékek* kiemelésével jellemeztük a genetikai növényvédelem lehetőségeit. A napraforgó-peronoszpórával (*Plasmopara halstedii*) és – száddorral (*Orobanche cernua/cumana*) szembeni viselkedést üvegházi provokációs tesztekben értékeltük. Az előbbi tesztben az ún. teljes csíranövény-bemártásos (WSI) inokulációs módszert, míg az utóbbiban a korai száddor-diagnosztikai eljárást (Horváth 1986) alkalmaztuk.

A rezisztenciavizsgálatok fontosabb eredményei és következtetések:

- A szabadföldi fajta- és provokációs kísérletekben valamennyi vizsgált gazda-parazita kapcsolatban számottevő fogékonyság-különbségeket állapítottunk meg, ami lehetőséget nyújt a fajta-ellenállóság (genetikai védelem) hasznosítására az integrált növényvédelemben.

- A napraforgó-peronoszpóra provokációs tesztekben az összes mintából ($n = 31$) a rezisztens (R) és fogékony (F) genotípusok aránya (R/F) 71%-nak és 29%-nak bizonyult.
- A szádor-tesztekben vizsgált mintáknál ($n = 66$) az R/F arány 70 : 30 % volt, vagyis a genotípusok 1/3-a fogékonyságot mutatott az agresszív E-rasszt is magában foglaló hazai szádor-populáció iránt.
- A sokéves átlagnál melegebb és csapadékban szegényebb, aszályos évjáratok gyakoriságának növekedése miatt a melegigényes gombakórokozók kártételének fokozódása várható, ezért a fajtaválasztásnál célszerű figyelembe venni a betegség-ellenállóbb fajták/hibridek nyújtotta növényvédelmi előnyöket.

Szarvasgomba ültetvények növényvédelmi kérdései

Bendiné Bencze Beatrix¹*, Szeglet Péter²

¹*Vas Megyei Kormányhivatal Növény-és Talajvédelmi Igazgatósága*

9763 Vasszécseny, Vörösmarty u. 28.

²*Pannon Egyetem Georgikon Kar*

Növénytani- és Biotechnológiai Tanszék

**e-mail: benczeb@nebih.gov.hu*

Összefoglaló

Kutatási céllal, 2006 és 2007-ben a veszprémi HM VERGA Zrt. közreműködésével egy hektár nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált extenzív- és negyed hektár intenzív gombatermő ültetvényt telepítettünk. Célunk e két ültetvény éghajlati- és talajadottságainak megismerése, a talaj néhány tulajdonságának módosítása a nyári szarvasgomba igényeihez igazítva, valamint a termesztés során fellépő problémák orvoslása.

A szarvasgomba termesztésében a legfontosabb a talaj állapotának vizsgálata, a gomba micélium-növekedéséhez szükséges feltételek biztosítása, valamint az ültetvény rendszeres ápolása.

Ami ennél is fontosabb, az ültetés utáni kritikus 3-4 évben a csemeték életben tartása, hiszen a fent felsoroltak mit sem érnek, ha nincs életképes gazdanövényünk.

Telepítés után minden évben megfigyeltük az ültetvényekben jelentkező károsítókat. Főleg a lisztharmat megjelenése volt rendszeres évről évre, a tölgy- (*Microsphaera alphitoides*), a mogyoró- (*Phyllactinia corylea*) és a gyertyánok (*Oidium carpini*) körében. A gyertyánon a nyár végére előfordult a levélfoltosság (*Asteroma carpini*). A késői megjelenése miatt nincs jelentősége a kórokozónak.

Kártevők közül a tölgyön több faj is megjelent, köztük a tölgy földibolha (*Haltica quercetorum*) és a tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella*), melyek 2008-ban tömegesen fordultak elő, kártételükkel csökkentve a növények asszimilációs felületét. Az évek során szentgáli ültetvényünkben - valószínű az erdő közelségének köszönhetően - a tölgyet károsító gubacsdarazsak szinte minden faja betelepült. Nagy számban jelentek meg 2011-es évben a levéltetvek. A felsorolt károsítók megjelenésének és kártételüknek következményeként, a

csemeték legyengültek, nem tudtak megfelelően felkészülni a télre, így életben maradási esélyük is csökkent.

A gyomirtási problémákat is említve a szentgáli ültetvényünkben a gyomok visszaszorítása okozott nagyobb problémát, mely esetben 2009. kora tavaszán gyomirtó szeres beavatkozásra volt szükség.

Vizsgálataink során számos olyan problémával találkoztunk, melyek a csemeték életét nagyban befolyásolták, és ezekre a jövőben megoldást kell találnunk. Természetesen a lehetőségeinkhez mérten úgy, hogy a környezetet ne károsítsuk.

Abstract

In 2006 and 2007 with research objectives, with the contribution of HM VERGA Zrt., Veszprém, we installed one hectare extensive and a quarter hectare intensive plantation mycorrhized by summer truffle (*Tuber aestivum*). Our goal is to recognize the two plantation's climatic and pedologic conditions, to modify some parameters of the soil adjusted for the truffle's needs, and to solve the problems which emerge during the growing.

At truffle growing the most important factors are the identification of soil status, to secure the criterions needed to the mycelium-growing, and the usual care works on the plantation. It is even more important problem to keep the seedlings alive during the critical first 3-4 years after planting, because the things listed above are nothing if we have no viable host plants. After planting we observe the pests on the plantations. Mainly the appear of powdery mildew was systematic every year, between oaks (*Microsphaera alphitoides*), the hazelnuts (*Phyllactinia corylea*) and the hornbeams (*Oidium carpini*). On account of the late upturn the pathogen's effect is negligible.

Between pests many species appeared, including the oak leaf beetle (*Haltica quercetorum*) and the tischerid moth (*Tischeria ekebladella*), which were mass occurred in 2008, decreasing the plants' assimilation surface with their damage. Over the years to our plantation in Szentgál almost all species of oak damaging gall flies are settled – probably due to the proximity of the forest. In 2011 large number of the aphids appeared. As a consequence of the appearance and damage of the enumerated pests the seedlings became weak, they can't prepare for the winter duly, thus their chances of survival decreased.

Mentioned the weed control the biggest problem in our plantation in Szentgál was to suppress the weeds, in that case intervention with herbicide was required in the spring of 2009.

During our research we met many problems which influenced the life of the seedlings greatly, and we have to find solutions for these in the future. Naturally compared for our possibilities so that without harmful effect on the environment.

Az éghajlatváltozás aktuális hatásai néhány kórokozóra és kártevőre 2012-ben

Szakter Ferenc*, Wágner Gábor

SynTech Research Hungary Kft., 9761 Táplánszentkereszt, Rákóczi u.4.

**e-mail: fszakter@syntechresearch.com*

Összefoglalás

Magyarország évi középhőmérsékletét a 80-as évek elejétől intenzív emelkedés jellemzi. A melegedési tendenciát leginkább a nyarak tükrözik, a legutóbbi harminc évben csaknem 2°C-ot emelkedett a nyári középhőmérséklet (Lakatos et al., 2012). Emellett az elmúlt ötven évben az ország nagy részén az éves csapadék mennyisége 20%-kal csökkent. A szélsőségek erősödésének hatásait Magyarország különböző termőhelyein vizsgáltuk kórokozók és kártevők esetében a 2012-es évben Nyugat-Dunántúlon (Győr-Moson-Sopron, Vas és Zala megyében) illetve a Duna-Tisza közén (Bács-Kiskun megyében) kalászos, repce, burgonya, alma, szőlő, hagyma, fejes káposzta, uborka és paprika kultúrákban. Az éghajlatváltozás hatásai nem mindig számszerűsíthetők, azonban a növénykultúrákban szembetűnő változásokat figyeltünk meg. Az éghajlatváltozás következményeként kialakuló szélsőséges időjárási körülmények kártevőknél nemzedékszám növekedéssel (kukoricamoly esetében), egyedszám növekedéssel (kukoricabarkó esetében) párosulhatnak. A vértetű, dohánytripsz, takácsatkák károsításának növekedése összefügg a hőmérséklet emelkedésével. A szélsőségesen csapadékos években a gombabetegségek dominálnak (pl. szőlőperonoszpóra). A 2012-es száraz évben a nekrotrof típusú kórokozók váltak dominánssá. Őszi búzában szeptóriás levélfoltosság (*Septoria tritici*) esetén 20%-os levélfelület fertőzöttséget állapítottunk meg Vas megyében, ugyanakkor lisztharmatfertőzés érdemben nem jelent meg. Őszi káposztarepcében a főmés levélfoltosság és szárrák (*Leptosphaeria maculans*) tüneteit bonitáltuk, egyes parcellákon a növények 50 %-án száralapi fertőzés (barna bemélyedő, összeszáradó foltok) volt megfigyelhető. Almában három helyszín átlagában az almamoly a gyümölcsök 20 %-át fertőzte meg. A viszonylag alacsony kártétel oka az almamoly lárvák kelésekor uralkodó aszályos időjárás volt. A tarka szőlőmoly (*Lobesia botrana*) által fertőzött fürtök aránya elérte a 60 %-ot mindkét vizsgált helyszínen. Zöldségnövényeken tömegesen jelentkeztek a száraz levegőt jól tűrő kártevők, mint a dohánytripsz és a takácsatkák. Almafákon évek óta erősödő vértetű fertőzést állapítottunk meg.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, kukoricamolyle, vértetű, dohánytripsz, takácsatka

Abstract

The average temperature in Hungary increased from the beginning of the 1980's. The warm tendency is quite characteristic especially in the summer months. The average temperature of the summer months increased by 2°C in the last 30 years, besides the amount of yearly precipitation decreased by 20% in Hungary. We examined the influence of climate change to the diseases and insect pests of different crops like cereals, winter oilseed rape, potato, apple, grapevine, onions, cabbage, cucumber and green pepper in Western Hungary (county Győr-Moson-Sopron, Vas and Zala) and Southern Hungary (county Bács-Kiskun). The climate change can increase the number of generations (*Ostrinia nubilalis*) and the number of individuals (*Tanymecus dilaticollis*) in case of insects. The increasing temperature relate to the damage of woolly apple aphid, tobacco thrips, spider mites. In humid years the damage of fungal diseases significantly increases. In 2012 about 20% *Septoria tritici* infestation were assessed in winter wheat in county Vas while *Blumeria graminis* infection was very low. The symptoms of *Leptosphaeria maculans* were assessed and about 50% stem infection was noticed. *Cydia pomonella* infected the 20% of fruits in three examined sites in the country. The reason of the low damage is the very dry weather conditions during the hatching of the pest larvae. In case of *Lobesia botrana* the ratio of the damage clusters reached 60% in two grapevine vineyards. In vegetables tobacco thrips, spider mites, which like the arid conditions, were present at a high infestation level. In apple trees increasing woolly apple aphid infection was assessed.

Keywords: climate change, European corn borer, woolly apple aphid, tobacco thrips, spider mite

Bevezetés

Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján a 80-as évek elejétől egészen a 90-es évek első feléig a nyári időszakban krónikus csapadékhiány volt Magyarországon. Magyarország évi középhőmérsékletét a 80-as évek elejétől intenzív melegedés jellemzi. Az 1971 és 2000 közötti időszak tavaszi középhőmérséklete jelentősen, 1,75 °C-kal nőtt. A melegedési tendenciát leginkább a nyarak tükrözik, a legutóbbi harminc évben csaknem 2°C-ot emelkedett a nyári középhőmérséklet (Lakatos et al., 2012). Az ősz és a tél tekintetében a változás pozitív, de statisztikai értelemben nem szignifikáns. A fagyos napok száma csökken, a hőség napok száma

nő. Az elmúlt ötven évben az ország nagy részén az éves csapadék mennyisége jelentősen csökkent. Legnagyobb csapadékcsökkenés tavasszal következett be, ami az utóbbi száz évet tekintve közel 20%-os csökkenés. Az őszi és a téli csapadéka szintén csökkenő tendenciát mutat (Lakatos és mtsai, 2012). A 2011-es, de főként a 2012-es esztendő minden tekintetben negatív rekordot döntött. A 90-es évek közepétől bekövetkezett egyfajta szélsőséges ciklikusság, ami egyrészt időszakonkénti rendkívüli aszályt (2000, 2003, 2007, 2011 és 2012-es évek) másrészt időszakonkénti rendkívüli csapadéktöbbletet (2004, 2005, 2006 és 2010-es évek) jelentett (Ripka, 2009). Aszály tekintetében 2012, csapadék tekintetében, pedig 2010 jelentette a legnagyobb szélsőséget. A túl sok, vagy túl kevés csapadék hatására (belvíz és aszály) számottevően csökken a mezőgazdaságilag érdemben hasznosítható terület, ami élelmiszerdráguláshoz és élelmiszerhiányhoz vezethet. Az egyes szakaszok térben és időben (régióként, országonként illetve időszakonként) rendszerint eltérnek. A megfigyelt változások gyakran nehezen számszerűsíthetők, azonban alapos kutatással tetten érhetők. Az éghajlatváltozás e módja együtt jár a károsítók nem szokványos felszaporodásával illetve későbbi visszaszorulásával is (Veisz, 2009). Ezek a változások a növényvédelmi szakember napi munkáját nehezítik, néhány esetben ellehetetleníthetik, ezért az erre való felkészülés szükséges és elengedhetetlen. A két szélsőség közül az aszály ellen öntözéssel, talajjavítással, nedvességmegőrző talajműveléssel, a gyakran hirtelen lezúduló csapadéktöbblet ellen azonban csak megelőző jellegű vízgazdálkodással tudunk védekezni. (Ligetvári, 2007). 2011-ben és 2012-ben észlelhető volt a napsütéses órák számának növekedése, a hőségnapok számának emelkedése, a magas UV - sugárzás, az alacsony páratartalom miatt bekövetkező légköri aszály; egyes területeken fűsivataghoz hasonló körülmények uralkodtak. A közvetlen éghajlati hatások mellett olyan közvetett hatások is felléphetnek, amelyek más környezeti tényezőkön, folyamatokon keresztül szintén befolyásolják a mezőgazdasági termelést. Ilyenek pl. a növényi betegségek és kártevők (Racskó, 2005). Keszthelyi (2007) vizsgálatai alapján a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) esetében Magyarország területén általánossá vált két csúccsal megjelenő rajzásképe. A második rajzáscsúcs utóbbi években megfigyelt hirtelen megjelenése és erősödése az évi középhőmérséklet emelkedésére vezethető vissza. Aszályos években a szárazság mellett súlyos növénykártételt okoznak az óriási egyedszámban megjelenő kártevő rovarok. Vörös és munkatársai (2004) a kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis*) súlyos kártételét figyelték meg kelő félben lévő növényeken a 2003-as aszályos évben. A kukoricamoly szintén erős fertőzést mutatott és mindkét nemzedéke rendkívül népes volt. Az elmúlt években a vértetű (*Eriosoma lanigerum*) nagymértékű felszaporodását láthatjuk almafákon. Aszályos években a dohánytripsz (*Thrips tabaci*), a takácsatkák (*Tetranychus urticae*) valamint az üvegházi molytetű (*Trialeurodes vaporariorum*) szabadföldi

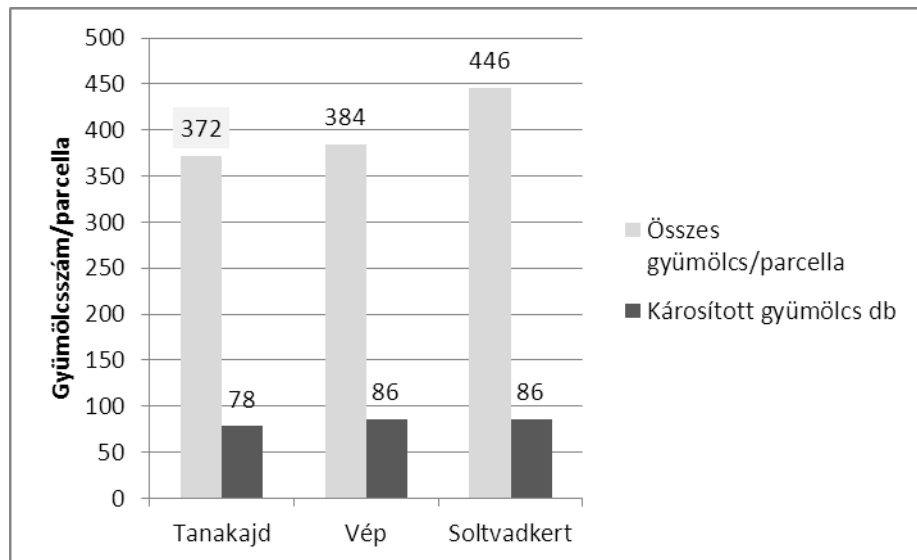
kártétele szintén jelentős. A csapadékos 2010-es évben a gombabetegségek kártétele jelentette a legnagyobb kihívást növényvédelmi szempontból. A szőlőperonoszpóra ellen a magas fertőzöttség és a gyakori csapadékos időjárás miatt nehéz volt a védekezés és súlyos kártételt okozott az egész országban. A szőlő feketerothadását okozó *Guignardia bidwelii* a csapadékos időjárás következtében eddig nem látott mértékű fertőzést okozott (Dula, 2011; Varga és Mikulás, 2011).

Anyag és módszer

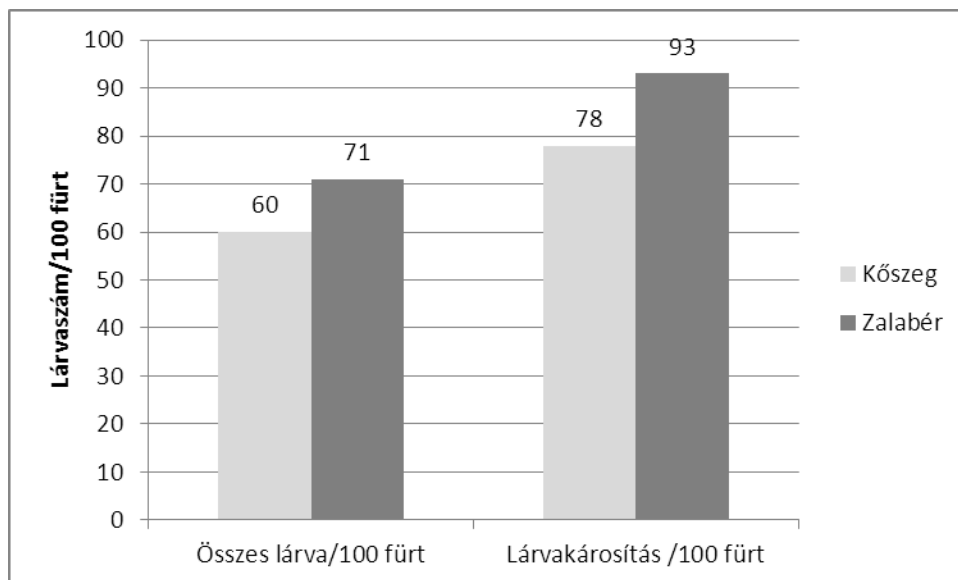
2012-es évben Nyugat Dunántúlon (Győr-Moson-Sopron, Vas és Zala megyében) illetve a Duna-Tisza közén (Bács-Kiskun megyében) kalászos, repce, burgonya, alma, szőlő, hagyma, fejes káposzta, uborka és paprika kultúrákban végeztünk megfigyeléseket, illetve szexferomon csapdával követtük nyomon a kártevők rajzását.

Eredmények

A rendkívül száraz 2012-es évben őszi búzában közepes szeptóriás levélfoltosság (*Septoria tritici*) fertőzés (10-20% levélfelület fertőzöttség) volt megfigyelhető, azonban a lisztharmat (*Blumeria graminis*) csak alacsony fertőzöttséget (2-5% levélfelület) ért el. Repcében erős fómás levélfoltosság és szárrák (*Leptosphaeria maculans*) fertőzés volt tapasztalható, egyes parcellákon a növények 50 %-án szárfoltosság fordult elő. A száraz időjárásnak köszönhetően az általában mindig fellépő fehérpenészes rothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*) jelenléte alacsony maradt. Burgonyában az alternáriás szárazfoltosság kórokozója (*Alternaria solani*) okozott levélszáradásos tüneteket. A gomba meleg és fénykedvelő tulajdonsága miatt jelentős károkat okozott szabadföldi területeken. A burgonyavész kórokozója (*Phytophthora infestans*) csak alacsony fertőzési szintet produkált. Almában három helyszínen (1. ábra) almamoly (*Cydia pomonella*) és szőlőben két helyszínen (2. ábra) a tarka szőlőmoly (*Lobesia botrana*) károsítását követtük nyomon szexferomon csapdákkal, a fertőzés mértéke közepes volt.



1. Ábra. Almamoly által károsított gyümölcsök száma különböző termőhelyeken



2. Ábra. Szőlőmolylárvák és károsításuk a fürtökben két helyszínen

Az almamoly esetében 20 % körüli károsítást tapasztaltunk, ami alacsonynak számít. Valószínűleg a lárvák kelésekor uralkodó aszályos időjárás okozta az alacsony kártételt. Szőlőmoly esetében magasabb volt a fertőzöttség, a fürtök átlag 70 %-a fertőzött volt, a károsítás arányban áll a fürtökben jelenlévő lárvák számával is.

Az alacsony páratartalom miatt több szívó kártevő tömeges megjelenése volt megfigyelhető pl. levélatkák almán és szilván, kétfoltos takácsatka (*Tetranychus urticae*) zöldségnövényeken; szabadföldi és hajtattott uborka, paprika, dísznövények pl. keleti tuja. Továbbá dohánytripsz (*Thrips tabaci*) tömeges károsítása volt jellemző hagymaféléken, káposztaféléken valamint az üvegházi molytetű jelentős károkat okozott káposztaféléken. Hagymaféléken súlyos kártétele a

levélzet kifehéredését okozta. Zala megye délnyugati részén, fejes káposztán a szokásos levélparásodás tünetein felül a foltok összeolvadása következtében a levélzet elfeketedését okozta.

Zala megye déli részén (Lenti környékén) és Vas megyében (Tanakajdon) nagyon erős vértetű fertőzést tapasztaltunk almafákon.

Megvitatás

Az idei évben megfigyelt károsítók előfordulása alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált kórokozók közül a szárazság stressznek kitett növényeken a nekrotróf (pusztulóval táplálkozó) típusú kórokozók (*Septoria tritici*, *Lepthospaeria maculans*, *Alternaria solani*) jutottak nagyobb szerephez, ugyanakkor azok a kórokozók, melyek több nedvességet, páratartalmat igényelnének a fertőzéshez, illetve szaporodáshoz (*Blumeria graminis*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora infestans*), kisebb szerephez jutottak a 2012-es növényvédelmi szezonban. A kártevők esetében a száraz levegő és a magas hőmérséklet hatására a jó alkalmazkodó képességű kártevők (takácsatkák, dohánytripsz, vértetű) szaporodtak el tömegesen. Az almamoly alacsony szintű károsítása véleményünk szerint az alacsony páratartalom okozta magas tojáspusztulásnak tudható be, ugyanakkor a szőlőmoly viszonylag magas szintű jelenléte a kártevő arid körülményekhez való jobb alkalmazkodóképességét mutatja. A megfigyelt egyéb károsítások okaként egyértelműen megnevezhető az erős napsugárzás, a tartósan magas hőmérséklettel párosuló légköri aszály, a szokatlanul kevés csapadék és az ennek következtében legyengült növényállomány. Az általunk megfigyelt területeken a károsítók közül a legnagyobb kárt az alternáriás szárazfoltosság, a takácsatkák, a dohánytripsz és a vértetű okozta. Hasonló időjárási körülmények között ezekre a károsítókra a jövőben is számítani lehet, sőt más újonnan megjelenő fajok (nyugati levéllábú poloska – *Leptoglossus occidentalis*, zöld vándorpoloska – *Nezara viridula*) elszaporodása is várható, ezért a növényvédelmi szakember feladata az, hogy a növényvédelmi technológiákat ennek figyelembe vételével rugalmasan kezelje. A növénykultúrákban javasolt alkalmazni a növénykondicionálás azon formáit (startertrágyázás, levéltrágyázás, oldattrágyázás), melyek közvetve segítik a növényeket a kedvezőtlen körülmények átvészelésében.

Hivatkozások

- Dula B.-né 2011. 2010 - Az elmúlt ötven év legcsapadékosabb és súlyos járványok éve. *Agrofórum extra.* **38.** 86-87.
- Keszthelyi S. 2007. A kukoricamolyle (Ostrinia nubilalis) Hbn. 2006-os magyarországi rajzásának vizsgálata az elmúlt évek klímajellemzőinek tükrében. *Agrofórum.* **11.** 49-51.
- Lakatos M., Bihari Z., Szentimrey T., Németh Á., Kovács T., Moring A., Nagy A. és Vincze E. 2012. A Magyarországon tapasztalt változások a mérések tükrében. Klímaváltozás - miről fecseg a felszín és miről hallgat a mély? OMSZ, Éghajlati osztály.
- Ligetvári F. 2007. Az éghajlatváltozás okozta terhek és csökkentésük. *Mag. Kutatás, Fejlesztés és Környezet.* **6.** 32-37.
- Varga M. és Mikulás J. 2011. A feketeterhadás (Guignardia bidwellii) a 2010-es év jelentős szőlőbetegsége. A szőlő jövőjének könyve ünnepségsorozat. 2011. április 15-25.
- Racskó J. 2005. A globális klímaváltozás és várható hatásai a növénytermesztésben. *Mezőhír.* **6.** 52-54.
- Ripka G. 2009. A kukoricabogár magyarországi elterjedése és kártétele. A kukoricabogár terjedése és a védekezés módszerei. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete Martonvásár. 3-5.
- Veisz O. 2009. Klímaváltozás – növényvédelem. Kihívás a növénykutatók és – nemesítők számára. *Növényvédelem.* **12.** 629-632.
- Vörös G. és Maros P. 2004. Aszályos 2003. év – Súlyos növényvédelmi gondok a tolna megyei kukoricákban. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2004. évi kiadványa. 69.

A ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya hatása gombatenyészetek fejlődésére

Sepsi Eszter^{1*}, Pelczéder Tibor¹, Kondor Zsófia², Szabó Bence², Takács András Péter² és Kadlicskó Sándor²

¹Organit Kft. H-8184 Balatonfüzfő Pf. 9.

²Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, H-8360 Keszthely Deák F. u. 16.

*e-mail: sepsi.eszter@organit.hu

Összefoglalás

A fitopatogén gombák jelentős mennyiségi és minőségi kárt okoznak. Az ellenük történő védekezés minden módját ajánlott kihasználni. A fungicidek káros mellékhatásainak kiiktatása érdekében az integrált és ökológiai szemléletet fontos szem előtt tartani. A környezet kímélése érdekében az agrotechnikai, biológia védekezés és az alkalmazott tápanyagok pozitív mellékhatásai sem elhanyagolhatók. Laboratóriumi kísérletünkben burgonya dextróz agar táptalajon vizsgáltuk a ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya (0,5% és 1,0% töménység) *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* és *Fusarium graminearum* tenyészeire gyakorolt hatását. Mindhárom gomba esetében észlelhető volt a telepnövekedés gátlása. Ennek mértéke az *A. alternata* esetében a legnagyobb, míg *B. cinerea*-nál kevésbé volt kifejezett. Az idő múlásával (4., 7., 13. nap értékelés) a gátló hatás csökkent.

Kulcsszavak: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya

Abstract

Phytopathogenic fungi cause severe yield losses by different crops. The fungicide control can cause environmental pollution. Using integrated disease control can reduce the amount of pesticides.

The effect of a ZÖLDPAJZS[®] EK-fertilizer in 0.5% and 1.0% concentration was tested against *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* and *Fusarium graminearum* phytopathogenic fungi on potato dextrose agar. Reduction of mycelia growth was observed by the tested three fungi

species. The highest obstructive effect was described on *A. alternata* and the lowest by *B. cinerea*. The inhibitory influence reduced by the march of time (4., 7., and 13. day).

Keywords *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, ZÖLDPÁJZS® EK-fertilizer

Bevezetés

A Föld népesség számának növekedésével egyre több élelmiszerre lesz szükség. Minden olyan tényező, amely ennek előállítását nehezíti, avagy lehetetlenné teszi, komoly problémát jelent. A növényeket károsító gombák jelentős mennyiségi és minőségi kárt tesznek. Az ellenük történő védekezés minden módját ajánlott kihasználni. Az integrált és ökológiai szemléletet fokozottan érdemes szem előtt tartani.

Az *Alternaria* nemzetség több fajának károsítása hazánkban és világviszonylatban is számottevő (Belisario és mtsai, 2010). A legnagyobb kárt a káposztafélék és a *Solanaceae* családba tartozó növények esetében okozzák (Hluchy és mtsai, 2005). Sok esetben tipikus a kerekded alakú, bársonyos barnás-fekete „penésszel” borított folt.

A *Botrytis* fajok közül a leggyakoribb a polifág *B. cinerea* (Karakaya és Bayraktar 2010). A szőlő egyik elterjedt, nagy veszteségekkel járó betegségét is előidézi. Legnagyobb kár az érésben lévő vagy az érett bogyók fertőzése esetében jelentkezik (termés csökkenés, minőség romlás), sajnos a szaporítóanyagok is károsodnak (Hluchy és mtsai, 2007).

A *Fusarium* nemzetség számos faja változatos tüneteket okoz, és sokféle növényt fertőz (Liu és mtsai, 2010). Magyarországon és más országokban is gabonán és kukoricán károsítanak nagymértékben (Mesterházy 1988, Liu és mtsai, 2010; Fischl és Békési 2011). Virágzás időszakában csapadékos fülledt meleg időjárás esetén, gyakori a kalászfertőzés (Reineri és mtsai, 2010). Az általuk termelt toxinok emésztőszervi és ivarszervi károsodást okozhatnak (Szécsi és mtsai, 2005). A fuzariózist előidéző gombák gyengültségi, fél szaprofiton (nekrotrof) szervezetek. Többféle áttelelő képlettel rendelkeznek. Ivaros (*Gibberella* sp.) és ivartalan spóráik is fertőznek. Polifágok, de az egyes növényfajokra specializálódott „*forma specialis*”-ok is kialakultak (Mesterházy, 1988).

A védekezésben egyre nagyobb jelentősége van a biológiai és agrotechnikai módszereknek (Longa és Pertot, 2010; Raspor és mtsai, 2010; Békési, 2011).

Vizsgálatunk célja a ZÖLDPÁJZS® EK műtrágya fitopatogén gombák növekedésére gyakorolt hatásának laboratóriumi kísérletekben történő tanulmányozása volt.

Anyag és módszerek

A ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya különböző fitopatogén gombafajok (*Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*) fejlődésre gyakorolt hatását burgonya-dextróz agar táptalajon tanulmányoztuk.

A tenyészetek nevelésére alkalmazott táptalajok 0,5 % és 1 % koncentrációban tartalmaztak ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágyát. Gombafajonként 10-10 db ismétlésben állítottuk be a kísérleteket. A vizsgálatokat 90 mm átmérőjű Petri csészékben végeztük. A ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágyának a tenyészetek átmérőjére gyakorolt hatását a leoltást követő 4., 7. és 13. napon felvételeztük. A növekedés mértékét a kezeletlen kontroll átmérőjéhez viszonyítva %-ban adtuk meg.

Eredmények és következtetések

Az *Alternaria alternata* esetében BDA táptalajon a kontrollhoz viszonyított telep növekedés gátlás átlagos mértéke a „ZÖLDPAJZS EK” 1 %-os töménységénél volt a nagyobb. A 7. napi vizsgálatkor megközelítette az 50 %-ot. Mindkét kezelés gátló hatása csökkent az idő múlásával (1. táblázat).

A *Botrytis cinerea* gombafajnál a gátló hatás mérsékelte. Ez a második értékeléskor (7. nap) már csak az 1 %-os töménységnél volt észlelhető (2. táblázat).

A *Fusarium graminearum*-nál BDA-n a gátló hatás mindkét kezelés esetében kifejezett, bár ennek mértéke egyre csökkenő tendenciájú (3. táblázat).

1. Táblázat. ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya gátló hatása az *Alternaria alternata* micélium növekedésére

Ellenőrzés napja	Kezelések/alkalmazott töménység		Kontroll /mm/
	0,5%	1%	
4. nap	62,53	53,45	39,66
7. nap	60,61	50,95	65,00
13. nap	79,44	66,33	90,00

2. Táblázat. ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya gátló hatása a *Botrytis cinerea* micélium növekedésére

Ellenőrzés napja	Kezelések/alkalmazott töménység		Kontroll /mm/
	0,5%	1%	
4. nap	81,22	63,70	86,10
7. nap	98,26	85,44	90,00
13. nap	100,00	99,66	90,00

3. Táblázat. ZÖLDPAJZS® EK-műtrágya gátló hatása a *Fusarium graminearum* micélium növekedésére

Ellenőrzés napja	Kezelések/alkalmazott töménység		Kontroll /mm/
	0,5%	1%	
4. nap	57,96	53,98	22,60
7. nap	73,39	68,18	33,00
13. nap	81,04	73,13	67,00

A beállított kísérletek bizonyították, hogy a ZÖLDPAJZS®-nak gátló hatása van az *Alternaria alternata*, a *Botrytis cinerea* és a *Fusarium graminearum* micélium növekedésére. További célunk szabadföldön először kisparcellás körülmények között különböző gazdanövények és fitopatogén gombák jelenlétében a hatás vizsgálata.

Köszönetnyilvánítás

A kísérletek a TÁMOP-4.2.2./B-10/1-2010-0023 és TÁMOP 4.2.2./A-1/1/KONV-2012-0064 pályázatok támogatásával valósultak meg.

Hivatkozások

- Belisario, A., Santori, A., Potente, G., Fiorin, A., Saphy, B., Reigne, J. L., Pezzini, C., Bortolin, E. and Veiler, A. 2010. Brown apical necrosis (BAN): a fungal disease causing fruit drop of English walnut. *Acta Horticulture*. **861**. 449-452.
- Fischl G. és Békési P. 2011. A búza és kukorica fuzáriózisa. *Agrofórum*. **22**. 36-42.
- Békési P. 2011. Minden eszközzel a fuzárium ellen. *Agrofórum*. **22**. 20.
- Hluchy M., Ackermann P., Zacharda M., Z. Lastuvka M., Bagar M., Jetmarová E., Vanek G., Szőke L. és Plísek B. 2007. A gyümölcsfák és a szőlő betegségei és kártevői Biocont, Budapest 498.
- Hluchy M., Ackermann P., M. Zacharda P., Lastuvka Z., Bagar M., Jetmarová E., Vanek G., Szőke L. és Plísek B. (2005): A zöldségfélék betegségei és kártevői Biocont, Budapest 400.
- Karakaya, A. and Bayratkar, H. 2010. Botrytis disease of tea in Turkey. *Journal of Phytopathology*. **158**. 705-707.
- Liu, H. M., Guo, I. H., Cheng, Y. J., Luo Li, Liu Pu, Wang, B. Q., Deng, B. X. and Long, C. A. 2010. Control of gray mould of grape by *Hanseniaspora uvarum* and its effects on postharvest quality parameters. *Annals of Microbiology*. **60**. 31-35.

- Longa, C. M. O. and Pertot, I. 2010. Biopesticid based on *Trichoderma* spp. and others antagonistic fungi. *Mikologia Italiana*. **39**. 66-75.
- Mesterházy Á. 1988. Gabonafélék rezisztenciára nemesítésének kórtani és módszertani alapjai fuzáriózissal szemben. Akadémiai Doktori ért. Szeged 1988.
- Raspor, P., Miklic-Milek, D., Avbelj, M. and Cadez, N. 2010. Biocontrol of gray mould disease on grape caused by *Botrytis cinerea* autochthonous wine yeasts. *Food Technology and Biotechnology*. **48**. 336-343.
- Reineri, A., Scudellari, D., Blandino, M., D'Egidio, M. G. and Plizzari, L. 2010. Wheat with the optimum preceding crop. *Informatore Agrario*. **66**. 61-63.
- Szécsi Á., Bartók T., Varga M., Magyar D. és Mesterházy Á. 2005. A 8-ketotrichotecén típusú mikotoxinok kemotípusainak azonosítása a hazai *Fusarium graminearum* populációban. *Növényvédelem*. **41**. 45-50.

Kalászfertőzést okozó *Fusarium* fajok összehasonlító vizsgálata őszi búzán

***Puskás Katalin*^{1*}, *Veisz Ottó*¹, *Marc Lemmens*², *Hermann Bürstmayr*²,
*Vida Gyula*¹**

¹MTA ATK Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár, Brunszvik u. 2.

²IFA-Tulln, Ausztria, Tulln, Konrad Lorenz Str. 20.

*e-mail: puskas.katalin@agrar.mta.hu

Összefoglalás

Mesterségesen fertőzött szántóföldi kísérletben két kalászfuzáriózist és egy feketecsírájúságot okozó *Fusarium* faj hatását vizsgáltuk és hasonlítottuk össze őszi búza genotípusokon. A *F. graminearum* és *F. culmorum* a búzafajták többségén jól látható tünetet idézett elő a kalászon. A fajták átlagában a búzaszemek 20, illetve 26%-ának felületén volt a fuzáriumfertőzés egyértelműen felismerhető. A kontrollhoz képest jelentősen csökkent a kifejtett szemek száma a kalászokban, valamint a szem-, a térfogat- és az ezerszemtömeg.

A *F. proliferatum* faj nem okozott statisztikailag igazolható terméseszkökenést a kontrollhoz viszonyítva. A kalászok és a szemek felülete a vizuális értékelés során tünetmentes volt, azonban a csíráztatási próbával jelentős belső szemfertőzöttséget mutattunk ki (9,31% a fajták átlagában).

A különböző *Fusarium* fajok által okozott károkat összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a *F. graminearum* és *F. culmorum* fertőzése a búzafajtákon hasonló volt. A *F. proliferatum* izolátum által okozott fertőződés szignifikánsan kisebb volt a másik két fuzáriumfajénál, azonban összefüggés-vizsgálattal a kalásonkénti szemszámban ($r=0,85^{***}$) és szemtömegben ($r=0,73^{**}$) a *F. proliferatum* és a *F. graminearum* faj, a csírázási fertőzöttségben pedig mindhárom fuzáriumfaj hatása között szoros korrelációt (*F. proliferatum* – *F. graminearum*: $r=0,90^{***}$; *F. proliferatum* – *F. culmorum*: $r=0,76^{***}$) állapítottunk meg.

Kulcsszavak: *Triticum aestivum*, kalászfuzárium, *Fusarium proliferatum*

Summary

The effects of two *Fusarium* head blight and one kernel black point causing *Fusarium* species were compared in an artificially inoculated field experiment on winter wheat genotypes. *F. graminearum* and *F. culmorum* caused clearly visible head blight symptoms and kernel infection on the majority of wheat varieties. There was a substantial decrease in the number of grains developed in the spikes, and in the grain mass, test weight and thousand grain mass compared with the control.

The species *F. proliferatum* did not cause significant yield reduction. No symptoms were visible on the spikes or grains, but the germination test indicated that a substantial proportion (9.31%) of the grains were internally infected.

A comparison of the damage caused by the various *Fusarium* species showed that the infection of wheat varieties, caused by *F. graminearum* and *F. culmorum*, was similar. The infection caused by *F. proliferatum* were significantly lower than obtained for the other two species, but correlation analysis revealed a close correlation between *F. proliferatum* and *F. graminearum* for the number of grains per spike ($r=0.85^{***}$) and the grain mass ($r=0.73^{**}$) and between all three *Fusarium* species for the infection observed during germination (*F. proliferatum* – *F. graminearum*: $r=0.90^{***}$; *F. proliferatum* – *F. culmorum*: $r=0.76^{***}$).

Keywords: *Triticum aestivum*, *Fusarium* head blight, *Fusarium proliferatum*

Bevezetés

A kalászfuzárium-fertőzés tüneteit mutató búzán számos *Fusarium* fajt azonosítottak (Mesterházy, 1984) Magyarországon járványos években a *F. graminearum* fajnak legnagyobb a jelentősége (László és mtsai, 2011). A legnagyobb károkat okozó *Fusarium* fajokkal szembeni ellenállóság a búzában horizontális, azaz az egyes búzafajták a különböző gombatorzsek támadására hasonlóan reagálnak (van Eeuwijk és mtsai, 1995).

A természetes úton fertőződött búzakaralászból kis százalékban a búzaszemek feketecsírájúságát okozó *Fusarium proliferatum* faj is kimutatható (Desjardins és mtsai, 2007), mellyel mesterséges fertőzési körülmények között jelentős szemfertőzöttséget lehet elérni (Conner és mtsai, 1996; Puskás és mtsai, 2002). Magyarországon Szécsi (1994) számolt be első alkalommal a *F. proliferatum* előfordulásáról kukoricában. Későbbi tanulmányában említést tesz egy búzáról származó *F. proliferatum* izolátumról is (Szécsi és Vágújfalvi, 1995). A faj jelentőségét az

mutatja, hogy rendkívül ártalmas mikotoxinok számos formáját termelheti (Desjardins és mtsai, 2007; Proctor és mtsai, 2010), miközben a búzaszemekben szinte észrevétlenül, fuzáriumos fertőzöttségre utaló jellegzetes tünetek nélkül van jelen (Puskás és mtsai, 2002).

Kísérletünk célja annak megállapítása volt, hogy a *Fusarium proliferatum*, *F. graminearum* és *F. culmorum* fajok kártétele között van-e összefüggés, és a *F. proliferatum* fajjal szembeni rezisztencia illeszkedik-e a horizontális ellenállóság elméletébe.

Anyag és módszer

A *Fusarium* izolátumok által okozott fertőzést 15 őszi búza genotípuson vizsgáltuk, melyeket ismétlésként három különböző időpontban vetettük el 1 m²-es parcellákba. Három *Fusarium* faj egy-egy izolátumát használtuk inokulumként. A *F. graminearum* és *F. proliferatum* izolátumokat mungóbab folyékony táptalajban, a *F. culmorum* izolátumot autoklávozott búza-zab (3:1) magkeveréken tenyésztettük.

A búza virágzásakor a parcellákban kalászcsoportokat kötöttünk, melyeket a 3 *Fusarium* faj konídiumszuspenziójával külön-külön permeteztünk. Kontrollként a parcella ¼-ét kezeletlenül hagytuk. A gomba fejlődéséhez szükséges magas páratartalmat öntözéssel biztosítottuk. Az inokulációt követő 10-26. napig felvételeztük a kalászfertőzöttséget, majd kiszámoltuk a járványgörbe alatti területet (AUDPC). Aratáskor csokronként tíz kalászt gyűjtöttünk be, melyek szemtermését részletesen értékeltük. A szemfertőzöttség felmérésére először a láthatóan fertőzött búzaszemek arányát határoztuk meg, majd felületi fertőtlenítést követően a mintákból száz szemet nedves szűrőpapírra helyeztük, és 2-3 nap inkubációt követően megszámoltuk a búzaszemek mennyiségét, melyeken fuzáriumos fertőzés volt látható. Az adatokat kéttényezős varianciaanalízissel és összefüggés-vizsgálattal értékeltük.

Eredmények

A *Fusarium proliferatum* fertőzése a kalászon nem volt értékelhető, a szántóföldi adatokat csak a *F. graminearum* és *F. culmorum* izolátummal inokulált csokrokon felvételeztük. E fajokra kiszámolt AUDPC értékek között igen szoros összefüggést mutattunk ki (1. táblázat), ehhez hasonlóan más tulajdonságok esetén is szoros volt a korreláció. A kontroll növényekhez képest a *F. proliferatum* hatására nem változott meg jelentősen egyik terméskomponens sem (2. táblázat). A kalászonkénti szemszám és szemtömeg összehasonlításával azonban szignifikáns korrelációt mutattunk ki mindhárom fuzáriumfaj között. A két szemfertőzöttséget értékelő módszer közül

csak az inkubációs teszt során figyeltünk meg szoros – igen szoros korrelációt a *F. proliferatum* és a *F. graminearum* ill. a *F. culmorum* fajok izolátumai között.

Abban az esetben, ha kizárólag a *F. graminearum* és *F. culmorum* fajok adataival végeztük a varianciaanalízist, egyetlen vizsgált tulajdonság esetében sem volt szignifikáns fajta×izolátum kölcsönhatás. Ha a *F. proliferatum* faj adatait is az elemzésbe vontuk, csak a kaláшонkénti szemszám analízise során kaptunk hasonló eredményt.

1. Táblázat. A különböző *Fusarium* fajokkal inokulált minták fertőzöttségi adatainak összefüggése

Tulajdonság	<i>F. culmorum</i> – <i>F. graminearum</i>	<i>F. culmorum</i> – <i>F. proliferatum</i>	<i>F. graminearum</i> – <i>F. proliferatum</i>
AUDPC	0,94***	-	-
térfogattömeg	0,69**	0,39	0,50
szemtömeg/kalász	0,93***	0,61*	0,73**
szemszám/kalász	0,82***	0,59*	0,85***
ezerszemtömeg	0,95***	0,13	0,09
szemfertőzöttség	0,96***	0,32	0,41
csírázási fertőzöttség	0,93***	0,76***	0,90***

Megjegyzés: A korrelációs együttható szignifikáns *P=5%, **1%, illetve ***0,1%-os szinten.

2. Táblázat. A vizsgált tulajdonságok és a kontrollhoz viszonyított termés átlagértékei *Fusarium* fajonként

Tulajdonság	Mérték- egység	Kontroll	<i>Fusarium proliferatum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	SzD _{5%}
Szemtömeg/10kalász	g	19,34	19,18	13,76	12,77	0,71
	%	-	99,72	72,11	67,41	4,23
Térfogattömeg	kg/hl	79,77	79,89	69,70	67,47	1,09
	%	-	100,16	85,56	84,60	1,66
Szemszám/10kalász	db	443,36	443,20	389,87	378,80	13,34
	%	-	100,15	87,94	85,75	3,74
Ezerszemtömeg	g	43,97	43,58	34,83	33,33	0,92
	%	-	99,28	80,15	76,55	2,43
Szemfertőzöttség	%	0,72	0,89	20,06	25,87	2,74
Belső szemfertőzöttség	%	1,36	9,31	22,00	33,13	2,88

Megvitatás

Az eredmények összesítéséből megállapítható, hogy bár a *Fusarium proliferatum* faj kalászfertőzése jelentős termésvesztést nem okoz búzában, a szemek nagy százalékában jelen lehet a gomba. Míg az agresszív törzsek esetén számos tulajdonságot vizsgálhatunk a fertőzés súlyosságának felmérésére, addig kis fertőzőképességű izolátumnál kizárólag a belső szemfertőzöttség meghatározása bizonyult hatékonynak. Ennek összefüggése más fuzáriumfajok által előidézett szemfertőzöttséggel felveti annak lehetőségét, hogy a *F. proliferatum* és más *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztenciának is hasonló a háttere. A *F. graminearum* és *F. culmorum* izolátumok esetében eredményeink megegyeznek van Eeuwijk és mtsai (1995) megfigyeléseivel, mely szerint a kalászfuzárium-ellenállóság nem fajspecifikus. Az egyéves adatsor azonban nem bizonyult elegendőnek arra, hogy a horizontális ellenállóságot a *F. proliferatum* fajra is leírjuk, ennek igazolása további vizsgálatokat igényel.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Európai Közösség Marie Curie Fellowship (QLK2-1999-50629) támogatta.

Hivatkozások

- Conner, R. L., Hwang, S. F., Stevens, R. R. 1996. *Fusarium proliferatum*: a new casual agent of black point in wheat. *Can. J. Plant Pathol.* **18**. 419-423.
- Desjardins, A. E., Busman, M., Proctor, R. H., Stessman, R. 2007. Wheat kernel black point and fumonisin contamination by *Fusarium proliferatum*. *Food Addit. Contam.* **24**. 1131-1137.
- László, E., Varga, B., Veisz, O. 2011. Composition of *Fusarium* species causing natural spike infection in wheat. *Acta Agron. Hung.* **59**. 255-260.
- Mesterházy, Á. 1984. *Fusarium* species of wheat in South Hungary, 1970-1983. *Cereal Res. Commun.* **12**. 167-170.
- Proctor, R. H., Desjardins, A. E., Moretti, A. 2010. Biological and chemical complexity of *Fusarium proliferatum*. In: Strange, R. N., Gullino, M. L. (Eds.) The role of plant pathology in food safety and food security. Springer. 97-111.
- Puskás K., Vida Gy., Cséplő M., Veisz O. 2002. Tünetmentes búzakaralások fuzáriumos szemfertőzöttsége. In: Sutka J., Veisz O. (Szerk.) A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában. MTA MGKI, Martonvásár. 269-274.

Szécsi Á. 1994. A *Liseola* szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991. és 1992. évben. *Növényvédelem* **30**. 313-318.

Szécsi Á., Vágújfalvi A. 1995. Fumonisin mikotoxinok kimutatása ELISA módszerrel *Fusarium moniliforme* és *Fusarium proliferatum* tenyészetekben. *Növényvédelem* **31**. 317-321.

van Eeuwijk, F. A., Mesterhazy, A., Kling, Ch. I., Ruckebauer, P., Saur, L., Bürstmayr, H., Lemmens, M., Keizer, L. C. P., Maurin, N., Snijders, C. H. A. 1995. Assessing non-specificity of resistance in wheat to head blight caused by inoculation with European strains of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* using a multiplicative model for interaction. *Theor. Appl. Genet.* **90**. 221–228.

A búzalisztharmat-populáció változása 40 év alatt

Komaromi Judit*, Szunics László, Szunics Ludmilla, Vida Gyula

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár Brunszvik u. 2.

**e-mail: komaromi.judit@agrar.mta.hu*

Összefoglalás

Martonvásáron 1971 óta folyamatosan követjük a búzalisztharmat-populációban bekövetkező változásokat. Üvegházunkban 40 év alatt 7354 izolátum alapján 99 fiziológiai rasszt azonosítottunk. Évenként meghatároztuk a domináns rasszokat, vizsgáltuk a virulencia komplexitását, és a rezisztenciagének hatékonyságát. Öt lisztharmat rassz gyakorisága legalább egy évben meghaladta a harminc százalékot (51, 72, 76, 77, 85). A virulencia komplexitása 1973-ben volt a legkisebb (2,03) és 2007-ben a legnagyobb (6,18). A 2001-2011 évek átlagában egy lisztharmat rezisztenciagén két különböző allélját hordozó differenciáló fajtán (Chul/8*CC: Pm3b és Ralle Pm3d) figyeltünk meg 40%-nál kisebb virulenciát. Az izolátumok több mint 90%-a virulens volt a Pm2, Pm3c, Pm4a, Pm5, Pm6 és Pm8 rezisztenciagénekre.

Kulcsszavak: búza, búzalisztharmat, rezisztencia, virulencia felmérés

Abstract

Changes in wheat powdery mildew pathogen population have been followed in Martonvásár since 1971. A total of 99 races were identified on the basis of 7354 isolates. Frequency of five races (54, 72, 76, 77, 85) exceeded 30% at least one year. The virulence complexity was the lowest in 1973 (2.03) and the highest in 2007(6.18). According to the mean data from the 2001-2011 period, the virulence was less than 40% only for two genotypes carrying two different alleles of one resistance gene (Chul/8*CC: Pm3b and Ralle: Pm3d). In all years an outstandingly high virulence was recorded in the case of resistance genes Pm2, Pm3c, Pm4a, Pm5, Pm6 and Pm8.

Keywords: wheat, wheat powdery mildew, resistance, virulence survey

Bevezetés

A *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* okozta búzalisztharmat világszerte a búza egyik legjelentősebb betegsége. Magyarországon, bár korábban is észlelték, először 1961-ben figyelték meg járványszerű megjelenését (Podhradszky és Csuti 1962). A kórokozó átlagos évjáratban 5-8%, erős fertőzéskor akár 40%-os termés kiesést is okozhat.

A búza genotípusok lisztharmat-ellenállóságát ismert nagyhatású gének és/vagy kvantitatív jellegű, additív hatású rezisztenciagének határozzák meg. Különböző fajtákban és törzsekben eddig 45 lokuszon (Pm1-Pm44) 67 lisztharmat rezisztenciagént / allélt azonosítottak és helyeztek el a búza és a búza rokon fajok különböző kromoszómáin. (McIntosh és mtsai, 2012). E géneket hordozó gazdanövények többsége, valamint a kórokozó között egyértelműen bizonyítható a Flor (1955) által elsőként leírt gén-génnel szembeni hatás. Búza - búzalisztharmat kapcsolat esetén először Powers és Sando (1960) igazolta, hogy a gazdanövény rezisztenciagénjének a kórokozóban megtalálható a megfelelő avirulenciagén párja.

Eddigi tapasztalatok szerint a kizárólag egy-egy nagyhatású gén által kialakított rezisztencia a búzalisztharmat esetén nem biztosít tartós védelmet a gazdanövény számára (Roberts és Caldwell, 1970). A nagygénes rezisztenciát hordozó fajták által okozott rassz specifikus szelekciós nyomás következtében a kórokozó populációban rövid időn belül felszaporodhatnak azon patotípusok, amelyek képesek megfertőzni az adott rezisztenciagént hordozó fajtákat.

A termesztett fajták, valamint keresztezési programokban felhasznált szülők lisztharmat-ellenállóságát meghatározó genetikai háttérének ismerete értékes információ a nemesítési programok számára. Ennek, valamint a kórokozó virulencia spektrumának ismeretében a fajták rezisztenciája hosszú időn keresztül megőrizhető (Hsam és Zeller, 2002). A lisztharmat populáció folyamatosan változik. Általános tendenciaként Szunics és mtsai (2000) által közölt közel harmincéves adatok alapján megállapítható, hogy az utóbbi évtizedekben jelentősen megnőtt a komplex virulenciát hordozó patotípusok aránya a kórokozó populációban. Dolgozatunkban 40 év adatai alapján ismertetjük Martonvásáron üvegházban nevelt búzafajták és –törzsek lisztharmat-ellenállóságával kapcsolatos kutatásaink eredményét.

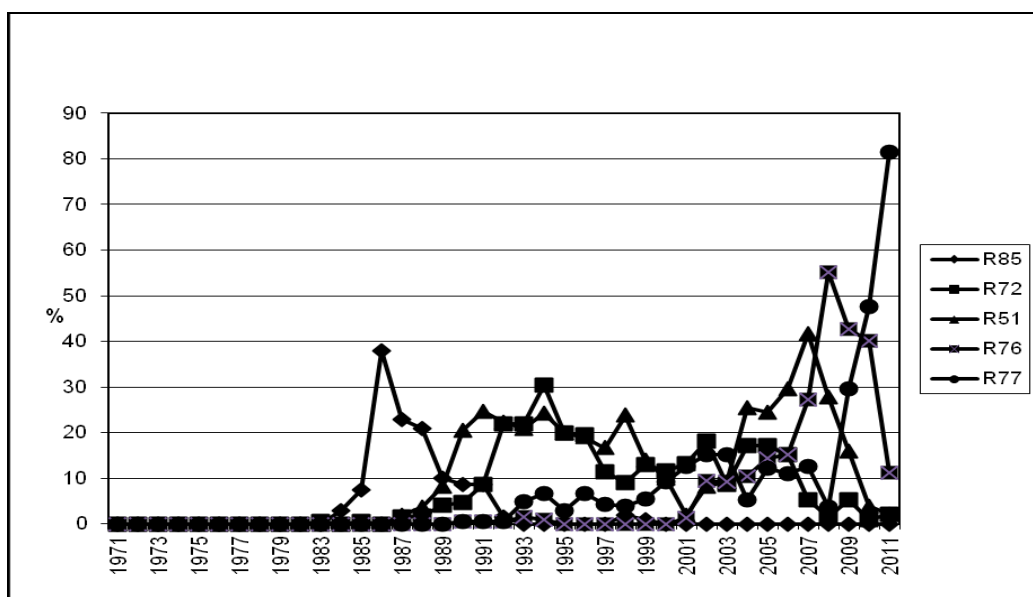
Anyag és módszerek

Üvegházi kísérletekben meghatároztuk a lisztharmat populáció rassz összetételét, minek alapján azonosítottuk a domináns patotípusokat, vizsgáltuk a kórokozó virulenciáját és meghatároztuk a lisztharmat rezisztenciagének hatékonyságát. A csíranövény-kori tesztben 1971-2011 között összesen 7354 búzalisztharmat izolátumot vizsgáltunk. A lisztharmat telepek különböző,

régebben vagy jelenleg is nagy területen termesztett őszi búzafajtákról származtak. A domináns rasszokat a Nover-féle tesztszortimenttel határoztuk meg. A virulencia felmérés során a COST Action 817 által javasolt tesztszortiment 16 fajtáját (Clarkson, 2000), valamint az e fajtákban nem található rezisztenciagéneket hordozó további 6 genotípust használtunk. A kísérleteket minden évben az ősztől tavaszig terjedő időszakban végeztük.

Eredmények

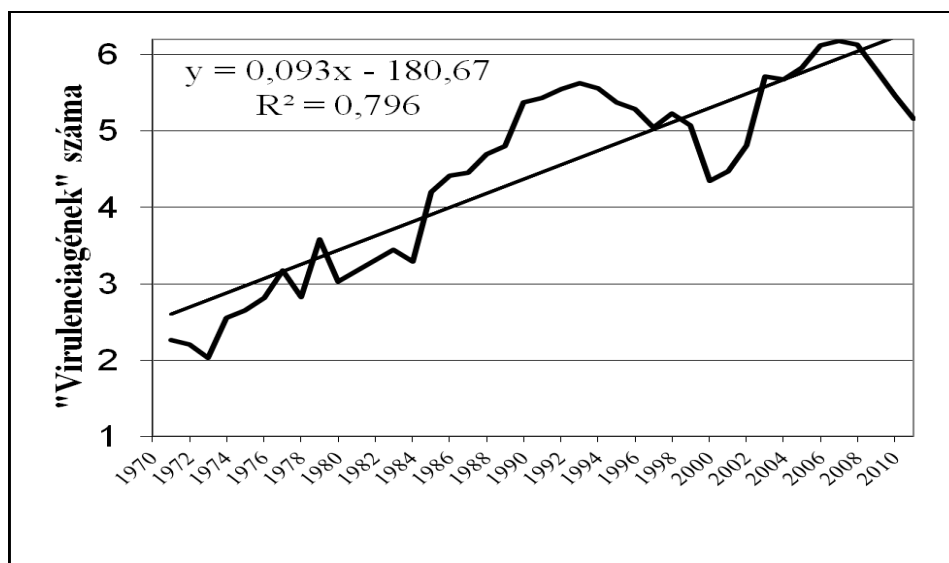
A 7354 izolátumból összesen 99 lisztharmat rasszt azonosítottunk. Vizsgálataink eredménye alapján a búzalisztharmat-populáció nagyon heterogén. Közülük 28 volt olyan, amely elterjedése legalább egy évben meghaladta a 10%-ot az összes rasszon belül. Öt olyan rasszt azonosítottunk, amelyek aránya a populáción belül a 30%-ot is meghaladta. Ezek a következők voltak: a 85-ös rassz 1986-ban, a 72-es 1994-ben, az 51-es 2007-ben, a 76-os 2008-ban, 2009-ben és 2010-ben illetve a 77-es rassz, amelyik elterjedése 2009-óta meredek növekedést mutat, 2011-ben meghaladta a 80%-ot (1. ábra).



1. Ábra. Prevalens búzalisztharmat rasszok előfordulása a kórokozó populációban Martonvásár, 1971-2011.

A búzalisztharmat-populáció változatossága az utóbbi időben csökkent. Ennek az lehet az oka, hogy az elmúlt évek meteorológiai viszonyai nem kedveztek a lisztharmat terjedésének és a fertőzés nem volt jelentős a szántóföldeken. Ezzel párhuzamosan hirtelen megnőtt a 77-es rassz aránya a teljes búzalisztharmat populációban.

Vizsgálataink során meghatároztuk a búzalisztharmat populáció a virulencia komplexitását („virulenciagének” száma) is. Az adatok összehasonlíthatósága végett ezt a számítást a Nover-féle tesztszortiment fajtáin megfigyelt virulencia adatokból végeztük. A tesztszortiment 8 fajtát tartalmaz, melyek közül az egyik a Pm rezisztenciagént nem hordozó Carsten V. fajta, így a virulencia komplexitás maximális értéke 7 lehet. A kétezres évek elején és az elmúlt két a virulencia komplexitás valamelyest csökkent, de a hosszú távú trend alapján folyamatos növekedés figyelhető meg (2. ábra).



2. Ábra. A virulencia komplexitásának változása 1971-2011 között Martonvásáron

Az elmúlt évtizedekben folyamatosan bővült a tesztelésbe vont, ismert lisztharmat rezisztenciagéneket (Pm gének) hordozó genotípusok száma. A 2001/02-es évtől kezdődően a COST 817 Action által javasolt differenciáló fajtákat is elvetjük a kísérletünkbe, így a vizsgálatokra használt fajtákban és törzsekben összesen 17 különböző Pm gént/allélt, vagy e gének kombinációinak hatását értékeljük. A tíz év (2001-2011) átlagában 40%-nál kisebb virulenciát egy rezisztenciagén (Pm3) két különböző alléjét hordozó búzafajtán (Chul/8*CC: Pm3b és Ralle: Pm3d) figyeltünk meg. Ezek közül a Pm3b, a 2002/03-ban tesztelt izolátumokkal szemben nem biztosított hatékony védelmet. A tíz év átlagában kimagaslóan nagy (90% feletti) virulenciát mutattunk ki a Pm2, Pm3c, Pm4a, Pm5, Pm6 és Pm8 rezisztenciagénekre.

A fajták többségénél nem találtunk a kórokozó virulenciájában jelentős változást. Az általános megállapítás alól kivételt képez a Pm3b (Chul/8*CC), a Pm4b (Ronos), a Pm17 (Amigo) gén, valamint a Pm1,2,9 (Normandie) génkombináció, ahol a virulencia évjárattól függő jelentős változását figyeltük meg.

Következtetések

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az általunk vizsgált lisztharmat populáció mind a rasszösszetételt, mind pedig a patotípusok virulenciagénjeit tekintve rendkívül összetett, ami megnehezíti a nagyhatású rezisztenciagének felhasználását a nemesítésben.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a Jedlik Ányos DTR_2007 (OM188/2007) pályázat támogatta.

Hivatkozások

- Clarkson, J.D.S. 2000. Virulence survey report for wheat powdery mildew in Europe, 1996-1998. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin <http://www.crpmb.org/2000/1204clarkson>;
- Flor, H.H. 1955. Host-parasite interaction in flax rust – its genetics and other implications. *Phytopathology*. **45**: 680-685.
- Hsam, S.L.K. and Zeller, F.J. 2002. Breeding for powdery mildew resistance in common wheat (*Triticum aestivum* L.). In: R.R. Bélanger, W.R. Bushnell, A.J. Dick and T.L.W. Carver: The powdery mildews A comprehensive treatise. APS Press St. Paul, Minnesota.
- McIntosh, R.A., Devos, K.M., Dubcovsky, J. and Rogers, W.J. 2012. Catalogue of gene symbols for wheat. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolListPageAction.do?page=-1>;
- Podhradszky J.–Csuti I.-né: 1962. Búza- és árpa lisztharmatjárvány 1961. évben Magyarországon. *Növénytermelés*. **11**. (3) 249-254.
- Powers, H.R. and Sando, W.J. 1960. Genetic control of the host-parasite relationship in wheat powdery mildew. *Phytopathology*. **50**. 454-457.
- Roberts, J.J.–Caldwell, R.M. 1970. General resistance (slow mildewint) to *Erysiphe graminis* sp. *tritici* in Knox wheat. *Phytopathology*. **60**. 1310.
- Szunics L.–Szunics Lu.–Vida Gy. 2000. A búzalisztharmat-populáció virulenciaváltozása közel három évtized alatt. *Növénytermelés*. **49**. (1-2) 13-25.

A hajtatott fűszerpaprikában is a fitofág *Thysanoptera* fajok lesznek a növényvédelmet meghatározó kártevők?

Farkas Péter^{1*}, Farkas Ádám¹, Slezák Katalin² és Pénzes Béla¹

¹*Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék,
1118 Budapest, Ménesi út 44. "A" épület, II. emelet 201.*

²*Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék
1118 Budapest, Ménesi út 44. "A" épület, I. emelet 104.*

**e-mail: peter.farkas4@uni-corvinus.hu*

A új fűszerpaprika fajták megjelenésével párhuzamosan a szántóföldi termesztés mellett az intenzív növényházi, fűtetlen fóliás termesztési módszerek is terjednek. Az új termesztési technológiák változása magában hordozza a növényvédelmet meghatározó kártevő együttes változásának lehetőségét is. A fóliás fűszerpaprika termesztés előnye a hosszabb tenyészidő és a nagyobb termésmennyiség lehetősége. Hátránya lehet a paprikán, szabadföldön is jelenlévő, de számottevő kártételt nem okozó tripszek megjelenése, esetleg kártétele. Ugyanakkor nem zárható ki, hogy hasonlóan a hajtatott étkezési paprika növényvédelméhez, a növényházi termesztésnél a behurcolt tripsz fajok jelentősége is megnő.

Vizsgálatainkat a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzemében Soroksáron, szabadföldön és hidegfóliás hajtatásban termesztett Délibáb F1 fűszerpaprika állományban végeztük. Mindkét növényállományban 2011- és 2012-ben június elejétől október közepéig a paprika virágok kéthetente történő begyűjtésével figyeltük meg a tripsz fajok megjelenését.

A szabadföldi technológiában a fitofág tripszek július közepén, illetve szeptembertől jelentek meg nagymértékben, elérve a 11 egyed/virág átlagos értéket. A hidegfóliás hajtatásban a tripszek tömeges előfordulása már augusztusban elkezdődött (szeptember közepén virágonként 28 tripsz volt) és a termesztés végéig jellemző maradt. A fűszerpaprika állományokból begyűjtött tripsz fajok közül a nyári hónapok során a *Frankliniella intonsa* (Trybom) bizonyult domináns fajnak. Szeptembertől már mindkét termesztési mód esetében a *Frankliniella occidentalis* (Pergande) volt meghatározó. A hidegfóliás termesztésben a hatástalan rovarölőszeres kezelések eredményeként leveleken és termésen is nagymértékű károsítás jelentkezett, amely a termés mennyiségi és minőségi csökkenését okozza.

Kulcsszavak: fűszerpaprika, Délibáb F1, szántóföldi termesztés, hidegfóliás hajtás, fitofág tripsz, *Frankliniella intonsa*, *Frankliniella occidentalis*

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.1.B-09/1/KMR-2010-0005 és TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0023 támogatásával valósult meg.

A dohánytripsz két biotípusa (*Thrips tabaci communis* és *T. tabaci tabaci*) differenciálódásának egyik lehetősége

Jenser Gábor^{1*}, Almási Asztéria¹, Tóbiás István¹, Bujdos László²

¹MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest Herman O. u. 15.

*e-mail: jenser.gabor@gmail.com

²Sz.- Sz.- B. megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság, 4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 33.

A vírusátvitel képességének illetve hiányának felismerése révén állapította meg Zawirska a dohánytripsz két biotípusának létezését. Bizonyított, hogy a *T. tabaci tabaci* populációi a dohányon, a *T. tabaci communis* populációi hagymán és több más növényen táplálkoznak és szaporodnak, de tápnövény körükről további információk nem állnak rendelkezésre. Feltételezhető, hogy a két biotípus differenciálódása több millió évvel korábban történt. Azonban a *T. tabaci tabaci* ez ideig ismert tápnövényét, a dohányt a faj eredeti elterjedési területén, a palearktikumban mindössze 500 évvel ezelőtt honosították meg. Feltételeztük, hogy a *T. tabaci tabaci* biotípus differenciálódásának alapja a palearktikumban elterjedt *Solanaceae* családba tartozó vad fajon élő populáció lehetett.

Molekuláris vizsgálataink alkalmával vadon tenyésző növények közül a *Solanum nigrum*-on és a dohányon élő populációk egyedei a riboszomális DNS ITS2 régiójának bázissorendje alapján azonosnak bizonyultak. Ez bizonyítéka a korábbi differenciálódás egyik lehetőségének, amely alapot szolgáltat a két biotípus tápnövény körének további pontosításához.

Kulcsszavak: *Thrips tabaci*, biotípus, DNS ITS2 régiója

A *Scaphoideus titanus* Ball jelenlegi helyzete Magyarországon

Zsolnai Balázs^{1*}, Orosz Szilvia²

¹Fejér Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága

²NÉBIH, Központi Károsító Diagnosztikai Laboratórium

*e-mail: zsolnaib78@gmail.com

Több mint ötven évvel ezelőtt, 1960-ban jelent meg a *Scaphoideus titanus* Ball kabócafaj Franciaországban. Őshazájából, Észak-Amerikából szaporítóanyaggal hurcolták be tojás alakban, ahol a termesztett szőlőn kívül számos más lág- és fásszárú növényen is előfordul. Az Európai Növényegészségügyi Szervezet (European Plant Protection Organisation, EPPO) által zárlati károsítónak nyilvánított szőlő arany színű sárgaság (Flavescence dorée, FD) fitoplazma jelenleg ismert egyetlen, a betegséget természetes körülmények között terjesztő vektora. A Franciaországi észlelése után gyorsan elszaporodott Európa számos más országában is, úgymint Olaszországban, Svájcban, Szlovéniában, Spanyolországban, Portugáliában, Szerbiában és Ausztriában. Magyarországon 2006-ban észleltük egy Somogy megyei szőlőültetvényben sárga színcsapdán. A Flavescence dorée fitoplazmát ez idáig azonban csak Franciaországban, Olaszországban, Spanyolországban, Portugáliában, Szerbiában, Svájcban és Szlovéniában mutatták ki szőlőültetvényekből. A kártevő magyarországi megjelenése után a megyei Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságok azonnal megkezdték a kabóca terjedésének vizsgálatát sárgalapos színcsapdázással és helyszíni fűhálózással, valamint a szőlőültetvényekből származó mintákat felküldték a Központi Károsító Diagnosztikai Laboratóriumba molekuláris vizsgálatra. A vizsgálatok megkezdése óta a Flavescence dorée fitoplazma a vizsgált mintákban nem fordult elő, azonban a *Scaphoideus titanus* kabócafaj megkezdte terjedését az országban. 2006-ban csak a 8 fontosabb szőlőtermesztő megyékben folyt felderítés, melyek közül Somogy, Zala és Bács-Kiskun megyében fordult elő a kabócafaj. A 2007-ben *S. titanus* megjelent Baranya és Csongrád megyében is. 2008-ban már Baranya, Bács-Kiskun, Csongrád, Jász-Nagykun-Szolnok, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Somogy és Tolna megyében is jelezték a csapdák a kártevőt. A csapdázott egyedek 52%-a Bács megyében, 32,4%-a Jász-Nagykun-Szolnok megyében fordult elő. 2009-ben sajnos már 11 megyében fordult elő az amerikai szőlőkabóca, jelentős egyedszámban továbbra is a déli megyékben fogták a csapdák a kártevőt. 2010-es és 2011-es adataink alapján a fertőzött megyék száma nem növekedett. Jelenleg tehát Fejér, Komárom-Esztergom és Veszprém

megye kivételével az ország össze megyéjében előfordul a *Scaphoideus titanus* kabócafaj, legnagyobb egyedszámban 2 éve Csongrád megyében.

Az amerikai szőlőkabóca elterjedése, évenkénti egyedszáma és előfordulása az adott megyékben jelentősen függ az időjárástól, az ültetvény termesztés-technológiájától, növényvédelmi kezeléseitől, valamint a csapdázott helyszínek és a kihelyezett csapdák számától is. A kártevő tényleges elterjedéséről és egyedszámáról pontosabb és átfogóbb képet csak jóval nagyobb számú felderítéssel és csapdázással kaphatnánk, amire jelenleg sajnos nincs elég kapacitás, pedig egy fontos és veszélyes kártevőről van szó, amely a Flavescence dorée fitoplazmát rendkívül gyors mértékben képes terjeszteni monofág életmódja miatt.

Kulcsszavak: *Scaphoideus titanus*, helyzetkép, Flavescence dorée, fitoplazma

Szipókás rovarok (Auchenorrhynca, Heteroptera) felmérése *Lonicera*, *Symphoricarpos* és *Viburnum* dísznövényeken

Varga Ákos^{1*}, Karap Anita², Orosz András³, Haltrich Attila¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest,
Villányi út 29-43. 'A' épület, 2. emelet

²Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai
Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43, 'K' épület, 3. emelet

³Magyar Természettudományi Múzeum, Állattár, 1088 Budapest, Baross u. 13

*e-mail: akos.varga@uni-corvinus.hu

Az elmúlt másfél évtizedben számos új kártevő ízeltlábú jelent meg Magyarországon, melyek kisebb-nagyobb mértékű károkat okoztak a zöldfelületek fásszárú növényein. Vannak olyan rovarfajok, mint az ezüstfenyő levéltetű, amelynek volt egy jelentős tömegszaporodása, de azóta sem fordult elő, míg mások folyamatosan károsítanak, így a vadgesztenyelevél-aknázómoly és a platán csipkésposloska fajok.

A Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában *Lonicera*, *Symphoricarpos* és *Viburnum* fajokon és fajtákon végeztünk felméréseket azért, hogy kiderítsük, mely szúró-szívó szájszervű rovar fajok vannak jelen a növényeken és az egyes növényfajok és fajták milyen mértékben ellenállóak vagy épp fogékonyak a kártevőkre.

A mintavételezéseket két évben, 2011-ben és 2012-ben végeztük májustól október közepéig, 10-14 naponta. A rovarok begyűjtésére kopogtatásos módszert alkalmaztunk, majd a vizsgált növényekről begyűjtött állatokat kloroformmal kezeltük és ezt követően kiválogattuk a kabócákat és posloskákat.

A vizsgált dísznövényeken 5361 kabócát találtunk, melyek közül a *Metcalfa pruinosa* (Say) faj volt a domináns, ezen kívül gyakoribb fajok voltak még a *Fieberiella florii* (Stal), *Agalmatium flavescens* (Olivier), *Acericerus ribauti* (Nickel & Remane) és az *Acericerus vittifrons* (Kirschbaum). A fajok azonosítása során a hazai faunára nézve új kabócafajok is kerültek elő.

A 264 posloska egyed közül *Palomena prasina* (Linnaeus), *Nezara viridula* (Linnaeus), *Rhaphigaster nebulosa* (Poda) és *Aelia acuminata* (Linnaeus) fajok voltak nagyobb mértékben jelen.

Kulcsszavak: kabóca, posloska, *Lonicera*, *Symphoricarpos*, *Viburnum*

Csökkenteni lehet-e a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) hernyói által okozott kártétel mértékét az imágók tömeges feromon-csapdázásával szeder-ültetvényben?

Torzsa Sarolta¹, Szántóné Veszélka Mária^{1*}, Szőcs Gábor^{2*}

¹Nógrád Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, 2660 Balassagyarmat, Mártírok útja 78.

*e-mail: VeszélkaM@nebih.gov.hu

²MTA ATK Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman Ottó u. 15.

*e-mail: szocs.gabor@agrar.mta.hu

Összefoglalás

Feromon tömegcsapdázásos kísérletben azt vizsgáltuk, hogy csökkenthető-e ezzel a módszerrel a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) kártétele szeder-ültetvényben. Ötven darab varsás feromoncsapdát (Csalomon[®]) működtettünk a vegetációs periódus folyamán egy 0,16 hektáros parcellában (Nógrád, 2012). A fertőzés mértékét három alkalommal mértük (május 8., augusztus 8., október 24.), és hasonlítottuk össze az azonos méretű, szomszédos, kezeletlen kontroll parcelláéval. A május 8-i felvételezéskor nem találtunk különbséget a kezelt és kontroll parcella között. Az augusztus 8-i kártétel felvételezési eredmények viszont már azt mutatták, hogy a tömegcsapdázásos parcellában a tövek szignifikánsan kisebb százaléka volt fertőzött, mint a kontroll parcellában (26% az 54%-kal szemben). Hasonló irányultságú szignifikáns különbséget állapítottunk meg az október 24-i felvételezés során is (36% a 72%-kal szemben). Ezek az első évi eredmények arra utalnak, hogy a vizsgálatokat érdemes jövőre folytatni és lehetőség szerint további parcellákra is kiterjeszteni.

Kulcsszavak: tömegcsapdázás, tőpusztulás, vesszőfertőzöttség, bogyós kultúra, rejtett életmódú kártevő

Is it possible to reduce infestation level, caused by larvae of the yellow-legged clearwing moth (*Synanthedon vespiformis*), by mass trapping of adults, in blackberry plantations?

In a pilot study, a small-scale mass trapping trial was performed in order to investigate its effectiveness in reduction of infestation level of the yellow-legged clearwing moth (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae), an upcoming pest of blackberry plantations, at Nógrád, Hungary. Fifty funnel type of pheromone traps (Csalomon[®]) were operated in a 0.16 hectare plot in course of the season of 2012. Infestation levels in the treated plot were measured three times (8 May, 8 August, 24 October), and compared to that of an adjacent untreated plot of the same size. Results show that, in contrast to the starting stage with no difference in the level of infestations between the treated and the control plots, at 8 August the number of infested blackberry bushes was significantly lower in the treated plot than in the untreated one (26% versus 54%). At 24 October the difference was also significant, showing the same tendency (36% vs. 72%). These first year's results seems to be promising and indicate that these studies should be continued in the next year, and possibly extend them on further plots, as well.

Keywords: mass trapping, dying out of bushes, die-back of shoots, small fruits, cryptic pest

Bevezetés

A kártevő rovarok populációinak gyérítésére alapvetően kétféle, feromonokon alapuló technológiát fejlesztettek ki: a légtértelítést, amely a párosodást akadályozza és ezáltal mérsékli az utód populáció által okozott kártétel mértékét, valamint a tömeges csapdázást, amely arra hivatott, hogy a kártevő populációjának olyan jelentős hányadát csapdázza ki, hogy a megmaradt populáció ill. utódaik már ne legyenek képesek gazdaságilag jelentős kártételt okozni. Szitkárók esetében az előbbi módszer terjedt el (lásd pl. Yonce és Gentry, 1982; Quisumbing és Kydonieus, 1989), elsősorban az Amerikában fontos kártevők ellen. Tudomásunk szerint hazánkban jelenleg egyetlen egy szitkárfa ellen sincs még engedélyezett légtértelítési technológia. Új kártevők ellen a légtértelítés gyors bevezetését többek között az is megnehezíti, hogy speciális kémiai technológiát és vegyipari háttérrel igényel, míg a tömeges csapdázáshoz szerencsés esetben akár az előrejelzéshez használatos csapdák is alkalmasak lehetnek.

A szederültetvényekben az utóbbi években kulcskártevővé vált darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) monitorozásához hazai előállítású csapdák állnak rendelkezésre (Csalomon[®], MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest). Ezek a csapdák jól alkalmazhatók a kártevő rajzásának nyomonkövetésére (Szántóné Veszélka és Szócs, 2008) és nagy-fogókapacitású kivitelben bizonyították, hogy nagy számban képesek a hímeket befogni (Szántóné Veszélka és mtsi, 2009). Korábbi közleményeinkben felvetettük, hogy a

monitorozáson túlmenően a védekezésre kínálkozó lehetőségeket is meg kellene vizsgálni (Szántóné-Veszélka és mtsai, 2010; Szántóné-Veszélka és mtsai, 2011).

Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy tömeges csapdázással van-e lehetőség arra, hogy a darázsszitkár kártételét mérsékeljük tüskétlen szeder ültetvényben.

Anyag és módszerek

A kísérletek Nógrád község határában egy tüskétlen szeder ültetvényben folytak 2012-ben. Az ültetvényen belül kijelöltünk 5 egymás melletti sort, amelyek hossza 100 m volt. Ez a terület szolgált a tömeges csapdázás helyszínéül. Minden egyes sorra körülbelül 1,5 m magasságban, egymástól körülbelül 10 m távolságban 10-10 db feromoncsapdát helyeztünk ki (összesen tehát 50 db csapdát). A csapdák nagy fogókapacitású, varsás típusúak voltak (*S. vespiformis* VARL+, Csalomon[®], MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest). A csapdákat május 3-án helyeztük ki és október 24-ig működtettük. A fogott lepkéket hetente eltávolítottuk a csapdák gyűjtőedényéből, és számukat feljegyeztük. Két alkalommal újra cseréltük a kibocsátókat. A csapdák heti fogási adatai alapján megszerkesztettük és hetente frissítettük a rajzásgörbét.

Az ültetvényben kijelöltünk továbbá egy szintén 5 egymás melletti sorból álló, 100 m hosszú területet, amely kezeletlen kontrollként szolgált. Sem a tömegcsapdázásos, sem a kontroll részen a gazdálkodó nem végzett inszekticides permetezést, és a metszéstől is tartózkodott a teljes vizsgálati időszak folyamán.

A szitkárhernyók okozta károsítás mértékét a kísérlet során három alkalommal mértük fel. Az első felmérésre május 8-án, a másodikra augusztus 8-án míg a harmadikra október 24-én került sor. A felvételezésekkor a tömegcsapdázásos és a kontroll területen is 50-50 db, véletlenszerűen kiválasztott tövet vizsgáltunk. Feljegyeztük, hogy hány törvön volt megfigyelhető károsítás, megszámoltuk, hogy egy törvön hány vesszőt nevel, és hogy az egy törvön fakadó vesszők közül hány töből elszáradt vessző (jellegzetes kárkép) volt megfigyelhető. Az eredményeket χ^2 próbával értékeltük ki (P=5% szinten).

Eredmények

Az ültetvényben az első darázsszitkárokat május 8-án fogták a feromoncsapdák. A fogott hímek száma egy kiugró csúcsot mutatott május 24-én (ekkor az átlagos fogás: 7,7 db/csapda volt), majd ezt követően június-július folyamán folyamatosan rajzott ugyan a kártevő, de viszonylag kis egyedszámban (2,2-6,0 db/hét/csapda). A következő időszak, amikor a tömeges fogásokat

tapasztaltunk, augusztus 8-tól szeptember 12-ig tartott. A rajzáscsúcsot az augusztus 16-i leolvasáskor észleltük, amikor is 10,3 db/hét/csapda fogási értéket regisztráltunk. Még az október 24-i leolvasás során is találtunk néhány példányt a csapdákból. A teljes csapdázási időszakban az összes csapda együttes fogása 5302 db szitkár volt.

A fertőzöttség felmérésekor az első, május 8-i időpontban azt találtuk, hogy a tömegcsapdázásos és a kezeletlen kontroll kísérleti területen a fertőzött tövek százaléka nem különbözött egymástól szignifikánsan (44% szemben a 24%-kal). A második, augusztus 8-i értékeléskor a fertőzött tövek százaléka szignifikánsan kisebb volt a tömegcsapdázásos területen a kontrollhoz viszonyítva (26% szemben az 54%-kal). A harmadik, október 24-i értékelés során is kisebb volt a tömegcsapdázásos területen a fertőzött tövek százaléka, mint a kontroll területen (36% szemben a 72%-kal).

A fertőzött töveken található fertőzött vesszők százalékát tekintve szintén nem találtunk szignifikáns különbséget az első értékelési időpontban (35,4% szemben a 42,3%-kal). A második értékeléskor viszont a tömegcsapdázásos területen már szignifikánsan kisebb volt a fertőzött vesszők százaléka a kontrollhoz képest (2,7% szemben a 20,4%-kal). A harmadik értékelés hasonló eredményre vezetett (tömegcsapdázásos terület: 6,7% szemben a kontroll: 15,8%-ával).

Megvitatás

Az eredményeket első, biztató jelzésnek tekinthetjük arra vonatkozóan, hogy a tömeges csapdázás csökkenteni képes a fertőzés mértékét. A csapdák május 3-i kihelyezését követően május 16-30. között észleltünk tömeges rajzást. Már az augusztus 8-i fertőzöttségi értékelésig eltelt több, mint két nyári hónap alatt a május második felében lerakott petékből fejlődő hernyók észlelhető kárt okozhattak, bár meg kell jegyeznünk, hogy arra a metodika nem kínált lehetőséget, hogy az áttelelő hernyónépesség és az idei népesség által okozott vesszőpusztulást elkülönítsük. Az október 24-i felmérés azonban már minden bizonnyal döntő mértékben az idei hernyónépesség kártételét tükrözte.

Eredményeink természetesen előzetes jellegűek, hiszen egyetlen vegetációs szakaszra korlátozódnak. Tervezzük, hogy a kísérletet a következő évben ugyanazon a helyen megismételjük. Kíváncsi lenné továbbá jövőre több ismétlésben (több parcella bevonásával) is elvégezni a kísérletet. Ennek azonban korlátot szab, hogy az ültetvényekben folyamatos a termelés, és a gazdálkodók nem veszélyeztethetik a jól jövedelmező termesztést azzal, hogy a kísérlet érdekében lemondjanak az inszekticides permetezésről, a metszésről és a fertőzött tövek eltávolításáról.

Amennyiben több éves kísérletsorozattal sikerül megerősíteni, hogy a tömeges csapdázás eredményes módszer a kártevő visszaszorítására, bizonyára előtérbe fog kerülni az a kérdés is, hogy vajon érdemes-e a légtértelítéssel foglalkozó cégeknek a darázsszitkár elleni technológiát kidolgozni és bogyós (szeder, málna) kultúrában engedélyeztetni. A darázsszitkár elleni első, ígéretes légtértelítési kísérlet eredményeit csonthéjas kultúrákban nemrégiben közzétették (Levi-Zada és mtsai, 2011).

Összegezve, a 2012 évi kísérletünk eredménye azt jelzi, hogy érdemes tovább vizsgálni, hogy a tömeges csapdázás mennyire hatékony módszer a darázsszitkár ellen szederültetvényben.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Dr. med. vet. Kakukk Attila ültetvénytulajdonosnak, hogy szederültetvényében helyet biztosított a kísérletünkhöz, és hogy a kísérleti területen kérésünkre nem alkalmaztatott inszekticides kezelést, és nem végeztetett metszést.

Hivatkozások

Levi-Zada, A., Ben-Yehuda, Sh., Dunkelblum, E., Gindin, G., Fefer, D., Protasov, A., Kuznetsowa, T., Manulis-Sasson, Sh., Mendel, Z. 2011. Identification and field bioassays of the sex pheromone of the yellow-legged clearwing *Synanthedon vespiformis* (Lepidoptera: Sesiidae). *Chemoecology*, **21**. 227-233.

Quisumbing, A. R., Kydonieus, A. F. 1989. Plastic laminate dispensers p 149-172., In: Jutsum, A. R., Gordon, R. F. S. (eds): Insect pheromones in plant protection. *John Wiley et Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore*.

Szántóné Veszélka M., Szőcs G. 2008. A tüskétlen szeder új kártevője, a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) most már feromoncsapdával is előrejelezhető. *Keszthelyi Növényvédelmi Fórum* **18**. 134-135.

Szántóné Veszélka M., Kakukk A., Szőcs G. 2009. A darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) rajzásának nyomonkövetése ragacsos és varsás feromoncsapdákkal. *Keszthelyi Növényvédelmi Fórum* **19**. 133-134.

Szántóné-Veszélka, M., Poós, B., Szőcs, G. 2010. Blackberry and raspberry, new hosts of the yellow legged clearwing moth, *Synanthedon vespiformis*: What can the recently developed sex attractant offer in monitoring and beyond? *IOBC Working Group, Integrated Plant Protection in*

Fruit Crops Subgroup „Soft Fruits“, 7th Workshop on Integrated Soft Fruit Production, 20-23 September 2010, Budapest, Hungary, Programme, Abstracts and Delegates List, p. 11.

Szántóné-Veszelka, M., Poós, B., Szócs, G. 2011. Blackberry and raspberry, new hosts of the yellow legged clearwing moth, *Synanthedon vespiformis*: What can the recently developed sex attractant offer in monitoring and beyond? *Integrated Plant Protection in Soft Fruits. IOBC/wprs Bulletin* **70**. 11-17.

Yonce, C. E., Gentry, C. R. 1982. Disruption of mating of peachtree borer. p 99-106. In: Kydonieus, A. F., Beroza, M. (eds), *Insect suppression with controlled release pheromone systems. Vol.II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.*

A tű-feltöltögetés, mint új agrotechnikai védekezési módszer a darázs szitkár (*Synanthedon vespiformis*) ellen szeder-ültetvényben

Szőcs Gábor^{1*}, Torzsa Sarolta², Szántóné Veszélka Mária²

¹MTA ATK Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman Ottó u. 15.

²Nógrád Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, 2660 Balassagyarmat, Mártírok útja 78.

*e-mail: szocs.gabor@agrar.mta.hu

Összefoglalás

A szeder tövek talajjal történő feltöltögetésének, mint a darázs szitkár (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) elleni, általunk javasolt új, környezetbarát, agrotechnikai védekezési módszernek a hatását vizsgáltuk egy tűskétlen szeder ültetvényben (Nógrád, 2012). Hipotézisünk szerint ez a módszer megakadályozza a nőtényeket abban, hogy az általuk preferált, gyökérnyaki részre rakhassák le petéiket. A fertőzöttséget a vegetációs szakasz kezdetekor, közepén és végén vizsgáltuk egy körülbelül 0,16 hektáros parcellában és egy szomszédos, hasonló méretű, kezeletlen kontroll parcellában. A kísérlet kezdetekor nem mutatkozott szignifikáns különbség a kezelt és a kontroll parcella fertőzöttsége között. A szezon közepén azonban a kezelt parcellában a fertőzött szeder tövek százaléka már szignifikánsan kisebbnek bizonyult, mint a kontrolléban (16% szemben az 54%-kal), és hasonló irányultságú különbséget mértünk a szezon végén is (30% szemben a 72%-kal). A kísérlet tehát biztatónak mutatkozott, így érdemes folytatni. Megemlítendő, hogy a módszer könnyen kivitelezhető, gazdaságos, és a környezetre kémiai kockázatot nem jelent.

Kulcsszavak: agrotechnika, mechanikai védekezés, művelés technológia, bogyósgyümölcsűek, xylofág kártevő

Earthing up root-collars, as a new agrotechnical method against the yellow-legged clearwing moth (*Synanthedon vespiformis*) in blackberry plantations. Earthing up root collars, as a new, environmentally-sound agrotechnical method proposed by us against an upcoming pest, the yellow legged clearwing moth (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) was tested in a blackberry plantation at Nógrád, Hungary. The concept was that

earthing up root-collars would hamper females to lay eggs, as root-collar is their exclusive site for oviposition. Infestation levels were measured three times: before, in the middle of, as well as after the vegetational season of 2012, in a ca. 0.16 ha experimental (earthing up) plot versus an adjacent, untreated control plot of the same size. At the start of the test there was no significant difference in the level of infestation between the treated and control plot. Results showed that earthing up significantly reduced the number of infested blackberry bushes (by the middle of the season: 16% in the earthing up *versus* 54% in the control; by the end of the season: 30% vs. 72%, respectively). It is suggested that trials should be continued to corroborate results, as this new method seems to be promising in controlling the pest, while is easily applicable, free from risk of using chemical pesticides, and economic.

Keywords: mechanical protection, growing technology, small-fruits, xylophag pest

Bevezetés

A darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) váratlan, 2006 évi felbukkanása óta (Szeőke és mtsi, 2007; Szántóné Veszélka és Szőcs, 2009a) a szederültetvények legfontosabb kártevőjévé vált Nógrád-megyében. Jellemző, hogy teljes tőpusztulást okozhat, mégpedig sokszor a lombfakadást követően. A megtámadott tő egy-két héten belül teljesen elszáradhat. A tőpusztulás mértéke akkora lehet, hogy az egész ültetvény létét (gazdaságos fenntartását) veszélyeztetheti. Jóllehet, a lepkék rajzását feromoncsapdával nyomon követhetjük (Szántóné Veszélka és Szőcs, 2008; Szántóné Veszélka és mtsi, 2009b) a védekezést megnehezíti, hogy a gyökérnyakban a hernyók rejtve fejlődnek, a tünetek jelentkezésekor pedig már késő beavatkozni. További gondot jelent, hogy a bogyós kultúrákban számos peszticid lekerült az engedélyezett növényvédőszeres listájáról, így szinte nem maradt olyan szer, amellyel hatékonyan lehetne védekezni a darázsszitkár ellen.

Hipotézisünk, hogy ha a töveket földdel (az ültetvény talajával) feltöltögetjük (felhantoljuk), úgy a nőtény lepkék nem férnek hozzá a gyökérnyakhoz, hogy lerakják petéiket, és ezzel megelőzhetjük a károsítást.

Anyag és módszerek

A kísérletek helyszínéül egy körülbelül 1,5 hektáros 'Loch Ness' tüskétlen szeder ültetvény (Nógrád) szolgált (2 m-es támrendszer, csepegtető öntözés), amelynek egyik parcellájában kijelöltünk két, egyenként körülbelül 0,16 hektáros (5 sor) kísérleti területet. Az egyik kísérleti

területen a töveket 2012 kora tavaszán, a vegetációs periódust megelőzően a gazdálkodóval földdel feltöltöttük, míg a másik kísérleti terület kezeletlen kontroll maradt. A feltöltést a vegetációs periodus során egy alkalommal megismételtettük. 2012 folyamán sem a feltöltött, sem a kezeletlen kontroll részen inszekticides védekezés nem történt. Ugyancsak nem végeztek a kísérlet során metszést.

Mindkét kísérleti területen az év során három alkalommal mértük fel a károsítás mértéket. Az első, kiindulási állapotfelmérést 2012. május 8-án végeztük. Ez a kártevő 2012. évi tömeges peterakását megelőző időpont, ugyanis a felmérés a már a tövekben fejlődő, áttelelő hernyók addigi károsításának mértékére irányult. A második felmérést augusztus 8-án végeztük. Ekkora az áttelelő hernyók kártételéhez a tavaszi tömeges peterakásból származó hernyók kártétele már hozzáadódik. A harmadik felmérésre a vegetációs periódust követően október 24-én került sor. Mindazonáltal, hogy kumulatív kártételt mérünk, ennek a szezon végi kártételnek a jelentős részét már az idei hernyónépeség okozza. A felvételezések során mind a kezeletlen, mind pedig a kontroll kísérleti területen 50-50 véletlenszerűen kiválasztott tövet vizsgáltunk. Feljegyeztük, hogy hány tövön volt kárkép megfigyelhető, továbbá, hogy hány vessző volt egy-egy tövön, és ebből mennyi volt károsított (a darázsszitkár károsítására jellemző teljes vessző-száradási kárkép). Az eredményeket χ^2 próbával értékeltük ki (P=5% szinten).

Eredmények

Az első értékelési időpontban (kiindulási állapot) a feltöltött és a kezeletlen kontroll kísérleti területen a fertőzött tövek előfordulási gyakorisága nem különbözött egymástól szignifikánsan (26% szemben a 24%-kal). A második értékeléskor a fertőzött tövek gyakorisága szignifikánsan kisebb volt a feltöltött területen a kontrollhoz viszonyítva (16% szemben az 54%-kal), és hasonló eredményt kaptunk a harmadik értékelés során is (feltöltött: 30% szemben a kontroll 72%-kával). A fertőzött töveken található fertőzött vesszők előfordulási gyakoriságát tekintve szintén nem találtunk szignifikáns különbséget az első értékelési időpontban (38,2% szemben a 42,3%-kal). A második értékeléskor viszont a feltöltött területen ez az érték szignifikánsan kisebbnek bizonyult, mint a kontroll területen (2,8% szemben a 20,4%-kal). A harmadik értékeléskor a különbség bár nem volt statisztikailag szignifikáns, jóllehet a tendencia változatlanul mutatkozott (6,7% szemben a 15,8%-kal).

Megvitatás

Az eredmények azt mutatják, hogy a szeder tövek földdel történő feltöltögetése már az első évben jelentős mértékben képes csökkenteni a fertőzött tövek számát. Feltételezzük, hogy a feltöltött parcellában a fertőzött tövek számában a szezon derekától tapasztalt nagymértékű csökkenés azt mutatja, hogy a feltöltés képes volt jelentős mértékben meggátolni a nőstény lepkéket abban, hogy a gyökérnyakhoz lerakják petéiket. Ugyanerre utalhat az az eredményünk is, hogy a fertőzött töveken a fertőzött vesszők száma is csökkent.

Hangsúlyozzuk azonban, hogy eredményeink egyetlen vegetációs szakaszra szorítkoznak, ugyanakkor a kártevő fejlődésben lévő hernyó alakban telel át, vagyis az idei hernyó populáció az elkövetkező év tavaszán még károsítani fog. Ezért az első évre vonatkozó végleges eredmény csak a 2013 tavaszán tervezett értékelés során várható. Azt is figyelembe kell venni, hogy részletes vizsgálatokhoz több, a mostanihoz hasonló, tavasztól tavaszig tartó kísérletre lenne szükség, és hogy kívánatos lenne egy kísérleti perióduson belül több ismétlésben (több kísérleti parcellán) folytatni a vizsgálatokat. A nőstény lepkék peterakó-hely választási szokását is érdemes lenne nyomon követni, ugyanis feltételezhető, hogy – különösen nagy populációsűrűség esetében – a nőstények, ha nem találják meg a gyökérnyaki részt, akkor közvetlenül a feltöltés felett, a vesszőkre fogják lerakni petéiket.

Összegezve, a szedertövek földdel történő feltöltése ígéretes, egyszerűen kivitelezhető, környezetkímélő és költségtakarékos módszernek tűnik a darázsszitkár kártételének visszaszorítására, amelyet érdemes tovább vizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Dr. med. vet. Kakukk Attila ültetvénytulajdonosnak, hogy szederültetvényében helyet biztosított a kísérletünkhöz, a kísérleti területen kérésünkre nem alkalmazott inszekticides kezelést, nem végeztetett metszést, továbbá, hogy a kijelölt területen a tő-feltöltést a kísérletek érdekében a saját költségére elvégeztette.

Hivatkozások

Szántóné Veszélka M., Szócs G. 2008. A tüskétlen szeder új kártevője, a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) most már feromoncsapdával is előrejelezhető. *Keszthelyi Növényvédelmi Fórum* **18**. 134-135.

Szántóné-Veszélka, M., Szőcs, G. 2009a. An unusual shift to new host-plants: Raspberry and blackberry plantations in Nógrád, Hungary threatened by the yellow-legged clearwing, *Synanthedon vespiformis*. „*Semio-chemicals without Borders*“ Joint Conf. Pheromone Groups IOBC WPRS – IOBC EPRS, Abstracts, p. 63.

Szántóné Veszélka M., Kakukk A., Szőcs G. 2009b. A darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) rajzásának nyomonkövetése ragacsos és varsás feromoncsapdákkal. *Keszthelyi Növényvédelmi Fórum* **19**. 133-134.

Szeőke K., Dér Zs., Szántóné Veszélka M. 2007. A darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis* Linnaeus) kártétele tüskétlen szeder ültetvényben. *Keszthelyi Növényvédelmi Fórum* **17**. 139.

Mulcsozott és mulcsozatlan burgonyaparcellák ragadozó ízeltlábú együtteseinek az összehasonlítása

Dudás Péter*, Ambrus Gergely, Piltz Magdolna, Tóth Ferenc

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Növényvédelmi Intézet,
Gödöllő

*e-mail: Dudas.Peter@mkk.szie.hu

Összefoglalás

Talajcsapdázással sikerült feltérképeznünk a burgonyaparcellákon előforduló, futóbogár, százlábú és pók-együttesek leggyakoribb fajait, és az említett fajok egyedszámának nagyságát mulcsozatlan kontroll, valamint széna és lombmulccsal kezelt parcellákon. Futóbogarak esetében a hidegkúti helyszínen a *Harpalini* nemzetség fajai fordultak elő a legnagyobb számban, viszont a budaörsi helyszínen a nagy pöfögőfutrinka *Brachinus crepitans* (L.) jelent meg tömegesen. A százlábú fajok közül a *Lithobius* fajok tették ki mindkét vizsgálati terület begyűjtött egyedeinek a legnagyobb részét. A pókfajok esetében mindkét vizsgálati területen a *Pardosa* fajok jelentek meg a legnagyobb egyedszámban.

A kutatás eredményeként elmondható, hogy a széna és a lombmulccsal fedett burgonyaparcellák futóbogár, százlábú és pók-együttesei mind faj-, mind egyedszámban felülmúlták a mulcsozatlan kontroll parcellákeit mind a két vizsgálati területen.

Kulcsszavak: *Chilopoda*, *Carabidae*, *Arachnida*, mulcs, ragadozó ízeltlábú

Abstract

Our team trapped and examined the occurrence and the number of individuals of the most frequent species of carabid, chilopod and arachnid assemblages of potato plots. Some plots were left un-mulched, while others were treated with hay and leaf mulch. Among Carabid beetles, the most frequent species belonged to tribe Harpalini at Hidegkút, while on the other location (Budaörs), the most frequent species was the Bombardier beetle (*Brachinus crepitans* L.). In both locations, the most frequent Chilopod genus was *Lithobius*. As for spiders, the largest number of individuals belonged to genus *Pardosa*.

Our results reveal that the number of species and individuals of carabid, chilopod and arachnid assemblages of mulched potato fields exceeded those of un-mulched ones in both study locations.

Keywords: *Chilopoda*, *Carabidae*, *Arachnida*, mulch, predatory arthropods

Bevezetés

A téma aktualitását az adja, hogy a világon megtermelt burgonya összes mennyisége közel 1540 milliót. A rovarkártevők elleni növényvédelem hiánya erősen veszélyezteti a burgonyatermesztés jövedelmezőségét (Boiteau, 2010). A világ összes burgonya termőterülete 2009-ben 18 326 242 ha volt (FAOSTAT, 2011). Magyarországon a burgonya termőterülete 2011-ben 20966 ha volt és az összes burgonya termés 600123 t volt (KSH, 2011).

A burgonya talajtakarásos termesztésmódjával több kutatómunkában is foglalkoztak már. Egyik kísérletben a szalmával végzett talajtakarás várható előnyei mellett (mint például az erózió mérséklése, gyomnövények számának a csökkenése) a vírusfertőzött növények aránya is visszaesett a takaratlan kontrolléhoz képest. Ennek az oka feltehetően a talajművelések során keletkezett mechanikai sérülések elkerülése volt (Döring és mtsai, 2005; Smets és mtsai, 2008). Továbbá nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a megfelelő talajtakarás jelentős mértékben javíthatja a talaj vízgazdálkodását is, így akár jelentős hozamnövekedésre is lehet számítani. Ezt támasztja alá egy bangladesi kísérlet is, melyben mesterséges és természetes eredetű talajtakaró anyagok hatékonyságát hasonlították össze burgonyatáblákon (Jalil és mtsai, 2004).

Anyag és módszerek

Kutatásaink helyszínéül két települést választottunk: Pest megyében Budaörsöt és Veszprém megyében Hidegkutat. Az említett helyszíneken azonos méretű vizsgálati parcellákat jelöltünk ki a következő paraméterekkel:

A vizsgált területek teljes mérete művelőutakkal együtt helyszínenként 168 m² volt. A vizsgálati helyszíneken 12 db, 3 m x 4 m nagyságú parcellát állítottunk be. Az ismétlések száma 4 volt, a kezelések száma pedig 3 (szénamulccsal takart, lombmulccsal takart és takaratlan).

Mintavételezéseinket talajcsapdázással végeztük. A talajcsapdákat 2012. június és szeptember között egyhetes intervallumokban ürítettünk. Ölfolyadéknak 5%-os ecetsavat használtunk. A százlábúakat, és a pókokat a begyűjtést követően 70%-os alkoholban tároltuk, futóbogarakat viszont szárított preparátumként.

Eredmények

Hidegkúton 52 ragadozó ízeltlábúfaj 636 egyedét csapdáztuk, Budaörsön 41 faj 262 egyedét. A vizsgált területeken a futóbogarak esetében a hidegkúti parcellákon a *Harpalus rufipes* (De Geer) fordult elő a legnagyobb számban. A gyakoribb fajokat az **1-2. táblázat** foglalja össze. A következő futóbogár fajok csak alacsony egyedszámban jelentek meg Hidegkúton: *Brachinus crepitans* (L.), *Harpalus affinis* (Schränk), *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher), *Amara equestris* (Duftschmid), *Amara aenea* (De Geer), *Ophonus signaticornis* (Duftschmid), *Trechus quadristriatus* (Schränk), *Harpalus serripes* (Quensel), *Ophonus cribricollis* (Dejean), *Poecilus cupreus* (L.), *Harpalus smaragdinus* (Duftschmid), *Pterostichus melas* (Creutzer), *Ophonus azureus* (Fabricius), *Calathus erratus* (Sahlberg), *Syntomus pallipes* (Dejean), *Calathus fuscipes* (Goeze), *Zabrus tenebrioides* (Goeze).

A budaörsi helyszínen a nagy pöfögőfutrinka *Brachinus crepitans* (L.) jelent meg tömegesen. Az elterjedtebb fajokat az **1-2. táblázat** foglalja össze. Budaörsön kisebb létszámban megjelent futóbogár fajok: *Licinus cassideus* (Fabricius), *Cylindera germanica* (L.), *Callistus lunatus* (Fabricius), *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan), *Ophonus azureus* (Fabricius), *Acupalpus meridianus* (L.), *Harpalus serripes* (Quensel), *Harpalus calceatus* (Duftschmid), *Ophonus cribricollis* (Dejean), *Poecilus cupreus* (L.), *Harpalus tardus* (Panzer).

A százlábú fajok közül Hidegkúton a *Lithobius mutabilis* (L.) egyedszáma volt magas a többi fajéhoz képest, de csak a mulcsozott parcellákon mivel a takaratlan parcellákon meg sem jelent. Budaörsön a *Lithobius forficatus* (L.) volt az uralkodó százlábú faj. A két vizsgálati terület százlábúfajait a **3-4. táblázat** foglalja össze.

A pókszabású fajok esetében mindkét vizsgálati területen a *Pardosa* fajok jelentek meg a legnagyobb egyedszámban **5-6. táblázat**. A többi pókfaj csak alacsony egyedszámban jelent meg mindkét területen. Az utóbbi fajok Hidegkúton: *Aulonia olbimana* (Walckenaer), *Zora* sp., *Trochosa* sp., *Drassyllus praeficus* (L. Koch), *Diplostyla concolor* (Wider), *Oedothorax apicatus* (Blackwall), *Xysticus* sp., *Amaurobius* sp., *Amaurobius* sp., *Xerolycosa miniata* (Dahl), *Drassodes pubescens* (Thorell), *Alopecosa* sp., *Alopecosa accentuata* (Latreille), *Phrurolithus minimus* (C.L.Koch), *Zacheus crista* (Brullé), *Ozyptila claveata* (Walckenaer), *Drassodes cupreus* (Blackwall), *Haplodrassus dalmatensis* (L. Koch), *Trochosa terricola* (Thorell), *Coelotes* sp., *Drassyllus pusillus* (C.L.Koch), *Meioneta rurestris* (C.L.Koch), *Atypus affinis* (Eichwald), *Drassyllus* sp.

Budaörsön: *Trochosa* sp., *Gnaphosa lucifuga* (Walckenaer), *Titanoeca veteranica* (Herman), *Zacheus crista* (Brullé), *Urocoras* sp., *Urocoras longispinus* (Kulczynski), *Xerolycosa miniata*

(Dahl), *Gnaphosidae* sp., *Arctosa* sp., *Philodromus longipalpis* (Simon), *Gnaphosa* sp., *Thanatus arenarius* (L. Koch), *Trochosa robusta* (Simon), *Phrurolithus* sp., *Alopecosa* sp., *Aulonia albimana* (Walckenaer), *Coelotes* sp., *Meioneta rurestris* (C.L.Koch), *Erigone dentipalpis* (Wider), *Drassodes lapidosus* (Walckenaer), *Trochosa terricola* (Thorell), *Hogna radiata* (Latreille), *Hogna* sp., *Drassyllus pusillus* (C.L.Koch).

A széna és a lombmulccsal fedett burgonyaparcellák futóbogár, százlábú és pók-együttese mind faj-, mind egyedszámban felülmúlták a mulcsozatlan kontroll parcellákeit mind a két vizsgálati területen.

1-2. Táblázat. Magas egyedszámban csapdázott futóbogár fajok

Hidegkút 2012.			
Kezelések	Szénmulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer)	130	112	102
<i>Harpalus griseus</i> (Panzer)	18	14	11
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid)	12	31	12
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer)	16	18	10

Budaörs 2012.			
Kezelések	Szénmulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Brachinus crepitans</i> (L.)	30	11	4
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid)	9	10	6

3-4. Táblázat. Magas egyedszámban csapdázott százlábú fajok

Hidegkút 2012.			
Kezelések	Szénmulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	0	0	1
<i>Lithobius mutabilis</i> (L.)	7	4	0
<i>Cryptops anomalans</i> (Newport)	2	1	1
<i>Clinopodes flavidus</i> (C.L.Koch)	0	0	1
<i>Geophilus flavus</i> (De Geer)	0	0	1

Budaörs 2012.			
Kezelések	Szénmulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	8	5	4
<i>Cryptops anomalans</i> (Newport)	1	0	0

5-6. Táblázat. Magas egyedszámban csapdázott pók fajok

Hidegkút 2012.			
Kezelések	Szénamulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Pardosa</i> sp.	53	69	31
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck)	4	4	8
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring)	0	2	0
Budaörs 2012.			
Kezelések	Szénamulccsal kezelt	Lombmulccsal kezelt	Mulcsozatlan kontroll
<i>Pardosa</i> sp.	125	110	76
<i>Pardosa amentana</i> (Clerck)	8	1	1

Megvitatás

Annak ellenére, hogy az agrárrendszerekben általában a talaj rovarfaunája csak 20%-át teszi ki a helyi rovarfauna összes fajának (Kozár, 1992), a talajközeli kultúráknál például a burgonyatermesztés esetében megnőhet a szerepe az itt élő rovarfajoknak és az ezeket fogyasztó predátor ízeltlábúfajoknak is. A szántóföldi területeken élő ragadozó ízeltlábú-együttesek egyedszámának a növekedése fokozható például megfelelő mennyiségű szerves-trágya kijuttatásával agrárterületekre (Hance és Gregoire, 1987). A szerves mulcs takarás alkalmazása a talajlakó ragadozó ízeltlábú szervezetek egyedszámának a megnövelésére ígéretes eredményeket mutat az eddigi vizsgálataink alapján.

A talajtakarásban megtelepedő hasznos futóbogár fajok további kutatásának a fontosságát támasztja alá az is, hogy például a mulcsozott burgonyaparcelláinkon megjelenő rezes gyászfutó (*Poecilus cupreus* L.) elfogyasztja a burgonyabogár tojásait és lárváit is (Merkl és Vig, 2011).

A pókfajok egy részét is a különböző agrárkörnyezetekben károsító rovarfajok elég jelentős predátorainak tartják (Nyffeler és Sunderland, 2003). Ennek ellenére a közvetlen felhasználásuk a biológiai növényvédelem területén nem elterjedt. Ennek két fő oka ismert. A pókok döntő hányada polifág ragadozó, többféle ízeltlábút fogyasztanak így annak az esélye, hogy egy kártevő fajt drasztikusan lecsökkentsenek igen kicsi. A másik fontos tényező, hogy generációs idejük hosszabb a korlátozandó rovarokénál, tehát ha egy adott kártevő hirtelen felszaporodásnak indul a pókpopuláció ezt nem fogja követni, rendszerint csak jobban táplált példányokkal fogunk találkozni. Mivel a különféle pókfajok vadászati stratégiája igen eltérő lehet, ezért az ökológiai rendszerekben betöltött szerepeik is igen eltérőek erre akár még azonos családon belül is akadhat példa (Bogya és Mols, 1996).

Mezőgazdasági területeken eddig még kevésbé vizsgálták a százlábúak előfordulását, hiszen a legtöbb faj általában kevésbé bolygatott területeken fordul elő, jellemzően avar- és

korhadéklakók. Ezért természetes talajtakaró anyagokkal (széna- és lombmulcs) igyekeztünk számukra mesterséges környezetben is életteret biztosítani. A szerves mulcsozás kétféleképpen is elősegítheti a százlábúak felszaporodását: megfelelő környezetet biztosíthat számukra, valamint a növénytakarót elhagyó, főleg éjszaka aktív fajoknak nappalra búvóhelyet adhat.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0011 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat támogatásával valósult meg.

Hivatkozások

- Bogya, S. and Mols, P. J. M. 1996. The Role of Spiders as Predators of Insect Pests with Particular Reference to Orchards: A Review. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **31** (1-2) 83-86.
- Boiteau, G. 2010. Insect Pest Control on Potato: Harmonization of Alternative and Conventional Control Methods. *American Journal of Potato Research* **87** (10) 412-415.
- Döring F.T., Brandt M., Heiß J., Frinck R.M. and Saucke H. 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research* **94** (19) 238-240.
- FAOSTAT 2011. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Jalil M.A., Azad M.A.K. and Farooque, M.A. 2004. Effects of different mulches on the growth and yield of two potato varieties. *Journal of Biological Sciences* **4** (3) 331-333.
- Kozár, F. 1992. Organization of Arthropod Communities in Agroecosystems. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **27** (1-4) 365-373.
- KSH 2011. http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn002a.html
- Merkl O., Vig K. 2011. Adephaga alrend. In: Merkl O., Vig K. Bogarak a pannon régióban Szombathely Platina Nyomda és Kiadó Kft. 104.
- Nyffeler M. and Sunderland, K. D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spidercommunities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **95** (2-3) 579-612.
- Smets T., Poesen, J. and Knapen, A. 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. In: *Earth-Science Reviews* **89** (8) 1-4.

A ragadozó atkák betelepítésének dinamikája egy fiatal almaültetvénybe

Hajdú Zsuzsanna*, Péntes Béla

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék,
Budapest, Villányi út 29-43.

*e-mail: zsuzsanna.hajdu@uni-corvinus.hu

A fitofág atkák almaültetvényeinkben jelentős károk okozói lehetnek, ha nem fordítunk kellő figyelmet megjelenésükre és az indokolt növényvédelmi beavatkozások megtételére. Az integrált növényvédelem szemléletében, egy károsító elleni védekezés nem kizárólag a növényvédő szerek kezeléseket jelenti, hanem a természetes ellenségek megkímélését is. Ugyanis a hazai ültetvényekben előforduló ragadozó atkák képesek a fitofág atkapopulációkat korlátozni, és károsításuk mértékét a gazdasági küszöb érték alatt tartani. Munkánk során egy újonnan telepített almaültetvényben és azt szegélyező idősebb alma- szilva- és cseresznye- ültetvényekben vizsgáltuk, három éven keresztül a ragadozó atkafauna összetételét. Célkitűzésünk az volt, hogy képet kapjunk az újtelepítésű ültetvény atkafaunájának kialakulásáról továbbá a környező ültetvények befolyásoló hatásáról.

Vizsgálatunkat a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzemének 2009 őszén telepített fiatal almaültetvényében végeztük, 2010-től 2012-ig, három éven keresztül a vegetációs időszakban. A vizsgálatban központi szerepet játszó fiatal (frissen telepített) almaültetvényt 24 blokkra osztottuk, az ültetvényt határos idősebb gyümölcsösökben pedig 22 szegélyező parcellát hoztunk létre. A tenyésztésben kéthetenkénti mintavételezések során minden blokkból 10 levelet gyűjtöttünk be, így alkalmanként 460 levelet értékeltünk. A levelekről az atkákat a Rovartani Tanszék akarológiai laboratóriumában mosásos eljárással távolítottuk el. A ragadozó atkákat határozás céljából tárgylemezre preparáltuk.

Vizsgálatunk során az almaültetvényekben összesen hat ragadozó atkafaj fordult elő, nevezetesen az *Amblyseius andersoni*, *Euseius finlandicus*, *Anthoseius occiduus*, *Kampimodromus aberrans*, *Paraseiulus triporus* (Phytoseiidae) és a *Zetzellia mali* (Stigmaeidae) fajok.

2010-ben az első tenyésztésben a fiatal almaültetvényben begyűjtött mintákban két faj dominált, az *Amblyseius andersoni* 68%-ban míg a *Zetzellia mali* 29%-ban fordult elő. Az *Euseius finlandicus*, *Anthoseius occiduus*, fajok előfordulása ritkának bizonyult a mintákban. A ragadozó

atkák azonban kis egyedszámban jelentek meg a fiatal ültetvényben a szomszédos idősebb almaültetvényekhez képest.

2011-ben a *Zetzellia mali* egyedszáma ugrásszerűen megemelkedett a fiatal ültetvényben, átlagos levelenkénti egyedszáma meghaladta az idősebb ültetvényekben tapasztaltakat, így ebben az évben már három ragadozóatka faj volt jelen nagyobb egyedszámmal a fiatal almaültetvényben. A *Zetzellia mali* relatív gyakorisága 80,8% az *Amblyseius andersoni* fajé 10,5% míg az *Euseius finlandicus* relatív gyakorisága 8,5% volt. A *Kampimodromus aberrans* csupán két egyeddel képviseltette magát a fiatal almásban.

2012-ben a vizsgálat harmadik évében az *Amblyseius andersoni* vált a domináns ragadozó atkafajjává, a *Zetzellia mali* volt a második leggyakoribb ragadozó atka. Ekkor észleltük először a *Paraseius tripolus* faj megjelenését az immár harmadik éves fiatal ültetvényben. A vizsgálatunk harmadik évében nem tapasztaltunk nagyobb különbségeket a különböző korú ültetvények között, ragadozóatka egyedsűrűséget tekintve.

Kulcsszavak: ragadozó atkák, Phytoseiidae, *Zetzellia mali*, betelepítési dinamika, almaültetvény

Köszönetnyilvánítás

A jelen kutatás a TÁMOP 4.2.4.A-1 kiemelt projekt keretében meghirdetett ösztöndíj-támogatásnak köszönhetően valósult meg, a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023jelű pályázat támogatásával.

A ZÖLDPAJZS[®] EK-MŰTRÁGYA hatása liszteske, levéltetű és kétfoltos takácsatka ellen használt természetes ellenségekre

Sepsi Eszter^{1*}, Pelczéder Tibor¹, Gombai Balázs², Benczés Bálint², Keresztes Balázs² és Marczali Zsolt²

¹Organit Kft. H-8184 Balatonfüzfő Pf. 9.

²Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, H-8360 Keszthely Deák F. u. 16.

*e-mail: sepsi.eszter@organit.hu

Összefoglalás

A biológiai kontroll szervezetek közé tartoznak azok a hasznos ízeltlábúak, amelyeket ragadozó vagy parazitoid életmódjuk miatt használunk fel kártevők elleni védekezésre. Ezek biotermesztésben való sikeres felhasználása nagy hozzáértést és figyelmet igényel. Kijuttatásuk akkor hatékony, ha azt már az első kártevőegyedek észlelésekor megkezdjük. Laboratóriumi kísérleteinkben a ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya (0,5- és 1,0%-os koncentrációjának) hatását vizsgáltuk molytetvek (*Encarsia formosa*), levéltetvek (*Orius laevigatus*, *Harmonia axyridis*) és takácsatkák elleni (*Amblyseius swirskii*) biológiai védekezésben használt természetes ellenségekre. A vizsgálatok bizonyították, hogy mind a négy természetes ellenség felhasználása esetén biztonsággal alkalmazható a ZÖLDPAJZS[®] zárt termesztő berendezésekben.

Kulcsszavak: *Encarsia formosa*, *Orius laevigatus*, *Harmonia axyridis*, *Amblyseius swirskii*, ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya

Abstract

Some useful arthropods belong to the biological control agents that can be used against pests owing to their predatory or parasitoid lifestyle. In organic production, their successful application requires skill and experience. Their application may only be effective when started at the time of detection of the first pest specimens. Effect of ZÖLDPAJZS[®] EC fertilizer (in 0.5 and 1.0% concentrations) on the natural enemies used in the biological control of whiteflies (*Encarsia formosa*), aphids (*Orius laevigatus*, *Harmonia axyridis*) and two spotted spider-mite (*Amblyseius*

swirskii). According to our experiments it can be laid down as a fact that ZÖLDP AJZS[®] can be used with great confidence in a closed growing environment.

Keywords: *Encarsia formosa*, *Orius laevigatus*, *Harmonia axyridis*, *Amblyseius swirskii*, ZÖLDP AJZS[®] EK- fertilize

Bevezetés

A biológiai növényvédelem egyik fő előnye, hogy csökken a peszticidek nagyfokú felhasználása, így nem szennyezik különböző szermaradványok a növényt. Az utóbbi években nőtt az igény a vegyszermentes zöldségek iránt. E káros hatások felismerése vezetett a biológiai védekezés integrált növényvédelemben (integrated pest management) betöltött központi szerepéhez (Naylor és Ehrlich 1997).

Az egyes bioágensek és -védekezési stratégiák sikeres alkalmazásához azonban megfelelő tudásbázisra van szükség. Rosszul kivitelezett biológiai védekezés esetén az alkalmazni kívánt természetes ellenség maga is könnyen kártevővé válhat az ember számára hasznos élőlények pusztításával (Standovár és Primack 2001). A biológiai védekezés alkalmazása során tehát mind a kártevő, mind a természetes ellenség biológiájáról és ökológiájáról több információra van szükség, mint a kémiai eljárások esetén (Hajek 2004).

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a ZÖLDP AJZS[®] biztonsággal alkalmazható-e a biológiai növényvédelem során, van-e esetleges gyérítő hatása a „természetes ellenségekre”?

Anyag és módszer

A kísérleteket laboratóriumi körülmények között, 15 cm átmérőjű Petri-csészékben végeztük, 0,5 és 1,0% ZÖLDP AJZS[®], négy ismétlésben, kezeletlen kontrollal. A teszt beállítására minden esetben 2012. június 23-án került sor. A kezelések után az általános zoocid vizsgálati módszertant követve, 4, 24, 48 és 96 órával végeztük a kiértékeléseket.

- ZÖLDP AJZS[®] kezelés hatása molytetvek elleni biológiai védekezésben használt természetes ellenségekre (*Encarsia formosa*)

Tesztállat: *Trialeurodes vaporariorum*, *Encarsia formosa*

A kísérlet leírása:

Paradicsom tápnövényen előzetesen molytetveket szaporítottunk fel, majd kolóniákat tartalmazó hajtásokat gyűjtöttünk. Előzőleg az Árpád Biokontroll 2003 Kft. segítségével, a Biobest Biological Systems-től szereztük be a parazitoid fürkészdarázs bábjaikat tartalmazó tenyészetet. Minden Petri-csészébe szárnyatlan molytetű egyedeket tartalmazó tápnövény levelet, majd 10 db fürkész bábót tartalmazó fekete molytetű nimfát helyeztünk el.

- ZÖLDPAJZS® kezelés hatása levéltetvek elleni biológiai védekezésben használt természetes ellenségekre (*Orius laevigatus*)

Tesztállat: *Hyalopterus pruni*, *Aphis fabae*, *Orius laevigatus*

A kísérlet leírása:

Szilva valamint fehér libatop tápnövényről levéltetű kolóniákat tartalmazó hajtásokat, ill. leveleket gyűjtöttünk. Előzőleg az Árpád Biokontroll 2003 Kft. segítségével, a Biobest Biological Systems-től szereztük be a ragadozó virágpoloska imágóit tartalmazó tenyészetet. Minden Petri-csészébe a szárnyatlan levéltetű egyedeket tartalmazó tápnövény levele mellé edényenként 5 db virágpoloska imágót helyeztünk.

- ZÖLDPAJZS® kezelés hatása levéltetvek elleni biológiai védekezésben használt természetes ellenségekre (*Harmonia axyridis*)

Tesztállat: *Hyalopterus pruni*, *Aphis fabae*, *Harmonia axyridis*

A kísérlet leírása:

Szilva valamint fehér libatop tápnövényről levéltetű kolóniákat tartalmazó hajtásokat, leveleket valamint harlekinkatica imágókat gyűjtöttünk. Minden Petri-csészébe a szárnyatlan levéltetű egyedeket tartalmazó tápnövény levele mellé edényenként 1 db katica imágót helyeztünk.

- ZÖLDPAJZS® kezelés hatása takácsatkák elleni biológiai védekezésben használt természetes ellenségekre (*Amblyseius swirskii*)

Tesztállat: *Tetranychus urticae*, *Amblyseius swirskii*

A kísérlet leírása:

Bab és oleander tápnövényeken előzetesen takácsatka tenyészeteket hoztunk létre. Előzőleg az Árpád Biokontroll 2003 Kft. segítségével, a Biobest Biological Systems-től szereztük be a ragadozó atka imágóit tartalmazó tenyészetet. Minden Petri-csészébe a takácsatka egyedeket tartalmazó tápnövény levele mellé edényenként körülbelül 10-20 db ragadozó atka imágót

tartalmazó tenyésztő közeget helyeztünk. Az atkák rendkívül kis testmérete, mozgékonyága és a tenyésztő közegüktől való nehézkes elválaszthatósága miatt döntöttünk a közeggel együtt való kihelyezésük mellett, így azok petri-csészénkénti számát csak becsülni tudtuk. A Biobest tenyésztő tasak kb. 200-300 atka egyedet tartalmaz, aminek tartalmát arányos osztással helyeztük a Petri-csészékbe.

Eredmények

- A fürkészek a kezelés idején még bábállapotban voltak. Csak a 96 óra elteltével végzett értékeléseknél lehetett megfigyelni az imágók fekete nimfákból való előbújását. A kísérlet értékelése során, a kártevő természetes ellenségére nézve káros hatást nem tapasztaltunk. Kísérletünk alapján a ZÖLDPAJZS[®] készítmény biológiai védekezést folytató zárt termesztő berendezésekben, az *Encarsia formosa* használata mellett is alkalmazható.

1. Táblázat. előbújt/ebből élő/ebből elpusztult *Encarsia formosa*

	0 h	0 h	4 h	4 h	24 h	24 h	48 h	48 h	96 h	96 h
Kezelések	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%
1	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	4/4/0	6/6/0
2	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	1/1/0	4/3/1
3	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	3/3/0	3/3/0
4	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	1/1/0	4/4/0
Kontroll	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	3/3/0	4/3/1

- A ragadozó virágpoloskák kezelés előtti száma néhány esetben a 48 és 96 órai értékeléseknél csökkent, miközben számos Petri-csészében a természetes ellenség levéltetveket gyérítő hatását is megfigyeltük. A csökkenés oka ezen esetekben feltehetően nem a kezelés, hanem a rendelkezésre álló szűk élettér és a tápállatok alacsony száma lehetett. Kísérletünk alapján a ZÖLDPAJZS[®] készítmény biológiai védekezést folytató zárt termesztő berendezésekben, az *Orius laevigatus* használata mellett is alkalmazható.

2. Táblázat. elpusztult/élő *Orius laevigatus*

	0 h	0 h	4 h	4 h	24 h	24 h	48 h	48 h	96 h	96 h
Kezelések	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%
1	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	1/4	1/4	3/2
2	0/5	0/5	0/5	0/5	1/4	1/4	1/4	3/2	1/4	3/2
3	0/5	0/5	0/5	0/5	1/4	1/4	1/4	1/4	3/2	1/4
4	0/5	0/5	0/5	0/5	1/4	1/4	3/2	1/4	3/2	1/4
Kontroll	0/5	0/5	0/5	0/5	1/4	1/4	1/4	1/4	3/2	1/4

- A kísérlet értékelése során a kártevő természetes ellenségére nézve káros hatást nem tapasztaltunk az idő előrehaladtával. A ragadozó katicabogarak kezelés előtti száma megegyezett az értékelés végén tapasztalttal, miközben néhány Petri-csészében a természetes ellenség levéltetveket gyérítő hatása mellett, a nőstény imágók tojásrakását is megfigyeltük. Mindössze két esetben tapasztaltunk a kezelést követő 96 órai értékelés során imágópusztulást. Ennek oka azonban valószínűleg nem a kezelés volt, hanem a hím ivarú imágók rövidebb élettartama lehetett. A többi Petri-csészében lévő imágók kivétel nélkül nőstények voltak. Kísérletünk alapján a ZÖLDPAJZS[®] készítmény biológiai védekezést folytató zárt termesztő berendezésekben, a katicabogarak használata mellett is alkalmazható.

3. Táblázat. elpusztult/élő *Harmonia axyridis*

	0 h	0 h	4 h	4 h	24 h	24 h	48 h	48 h	96 h	96 h
Kezelések	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%	0,5%	1%
1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1
2	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/0	0/1
3	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
4	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
Kontroll	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1

- A kísérlet értékelése során a kártevő természetes ellenségére nézve káros hatást nem tapasztaltunk az idő előrehaladtával. A ragadozó atkák az idő előrehaladtával is aktívan mozogtak, elpusztult példányt sem a kontrollban sem a kezelésekben nem találtunk. Néhány Petri-csészében a ragadozó atkák takácsatkákat pusztító hatását is megfigyeltük. Kísérletünk

alapján a ZÖLDPAJZS[®] készítmény biológiai védekezést folytató zárt termesztő berendezésekben, az *Amblyseius swirskii* használata mellett is alkalmazható.

Következtetések

A beállított kísérletek egyértelműek bizonyították, hogy a ZÖLDPAJZS[®] biztonsággal alkalmazható zárt termesztő berendezésekben biológiai védekezésben használatos „természetes ellenségek” kijuttatása mellett is.

Hivatkozások

- Hajek, A. (2004): Natural Enemies. An Introduction to Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Naylor, R. and Ehrlich, P. R. (1997): Natural pest control services and agriculture. In: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. (Daily GC, Ed) Island Press, Washington, USA, 151-174.
- Standovár T. és Primack R. B. (2001): A természetvédelem biológia alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Pendimetalin hatóanyagú (STOMP 330 EC) gyomirtó szer és a réz interakciós toxicitásának vizsgálata madárembriókban

Budai Péter^{1*}, Kormos Éva¹, Antal Diána¹, Somody Gergő¹, Lehel József², Szabó Rita¹

¹*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.*

**e-mail: budai-p@georgikon.hu*

²*Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és Méregtani Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.*

Összefoglalás

Vizsgálatunkban a STOMP 330 EC herbicid és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát fejlődő csirkeembriókra gyakorolt egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk. Kísérleti anyagként 0,01%-os réz-szulfát-oldatot és a STOMP 330 EC (33% pendimetalin) herbicid 1,25%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemeztési kezeléseket a keltetés 0. napján, a tojások feldolgozását a keltetés 19. napján végeztük el. Lemértük az embriók testtömegét, feljegyeztük az elhalások számát, továbbá rögzítettük a makroszkópos embrionális elváltozásokat. A kísérleti anyagokkal elvégzett egyedi és együttes kezelések során, a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei kisebbek voltak a kontroll értékekhez viszonyítva, de statisztikailag csak a réz-szulfát-oldattal kezelt csoportban volt igazolható. Az embriofetális csak a STOMP 330 EC herbiciddel egyedileg kezelt csoportban emelkedett jelentősebb mértékben, a többi kezelt csoport esetében nem volt számottevő. A deformitást mutató embriók előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt minden kezelt csoportban. A kísérletünkben felhasznált réz-szulfát-oldat és a STOMP 330 EC herbicid egyedi méreghatása embriotoxikus volt a tojásban fejlődő madár-szervezetre. Teratogén hatás nem volt igazolható. Ugyanakkor a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés (mely önmagában kismértékben embriotoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott STOMP 330 EC herbicides kezelés nem fokozta az embriotoxicitást.

Kulcsszavak: pendimetalin, réz-szulfát, interakció, ökotoxikológia, házityúk-embrió

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of STOMP 330 EC herbicide (33% pendimethaline) and copper sulphate on the development of chicken embryos. On the first day of incubation chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of the test materials for 30 minutes. Applied concentration of copper sulphate was 0.01% and of herbicide STOMP 330 EC was 1.25%. The chicken embryos were examined for the followings: rate of embryo mortality, body weight, type of developmental anomalies, macroscopic examination. Our teratogenicity study revealed that, the individual toxic effect of copper sulphate and pendimethaline containing herbicide formulation (STOMP 330 EC) were embryotoxic but not teratogenic in chicken. The combined administration of STOMP 330 EC and copper sulphate did not increase the embryotoxic effect.

Keywords: pendimethaline, copper sulphate, interaction, ecotoxicology, chicken embryo

Bevezetés

A fácán reprodukciós időszaka rendszerint egybeesik a tavaszi vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzésével, ami indokolja, hogy ökotoxiológiai szempontból értékeljük a növényvédő szerek fejlődő madárembrióra gyakorolt hatását. A környezeti rézterhelés forrásai között az ipari szennyezések mellett jelentős szerepet játszik a mezőgazdasági termelés, mivel a rézvegyületek felhasználásra kerülnek mikroelem trágyákban, valamint gombaölő szerek hatóanyagaiként is, amelyek lehetőséget biztosítanak a vadmadarak tojásainak expozíciójára (Jeng és Yang, 1995). A madárteratológiai vizsgálatok során alkalmazott bemerítéses kezelés lehetővé teszi a madárembrióra gyakorolt indirekt hatások tanulmányozását, és így megfelelően modellezi a környezetben érvényesülő egyedi és interakciós károsító hatásokat (Lutz és Oterag, 1973; Hoffman és Gay, 1981). Vizsgálatunkban egy herbicid (STOMP 330 EC) és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását vizsgáltuk bemerítéses kezelési módot alkalmazva. A gyakorlatban használatos ökotoxikológiai vizsgálati módszerek elsősorban csak az egyedi méreghatás vizsgálatára szorítkoznak, ezért a növényvédő szerek interakciós hatásaira vonatkozó adatok különösen madár-szervezetben hiánypótlónak tekinthetők.

Anyag és módszerek

A környezeti rézterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldatot (Reanal-Ker Kft., Magyarország) használtunk. A 33% pendimetalin hatóanyagú STOMP 330 EC (BASF Hungary Kft., Magyarország) gyomirtó szert, mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (1,25%) alkalmaztuk. A vizsgálathoz szükséges termékeny tyúktojások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) vegyes hasznosítású, Farm fajtájú tenyészetéből (apai és anyai vonal Farm) származtak. A tojások keltetését RAGUS[®] (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben végeztük. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról. A tyúktojásokat (n=50/csoport) a keltetés megkezdése előtt a vizsgálati anyagokból készült 37 °C-os hőmérsékletű oldatokba és emulziókba, valamint azok kombinációjába helyeztük 30 perces időtartamra, majd a kezelést követően megindítottuk a keltetést. A feldolgozásra a keltetés 19. napján került sor. A kórbonctani feldolgozás során lemértük és jegyzőkönyvben rögzítettük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elhalt embriók számát, továbbá értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát. Az élő embriók testtömeg adatainak eloszlását a Kolmogorov-Smirnov tesztel, statisztikai értékelését egytényezős variancia analízissel végeztük. Az embriomortalitás és a fejlődési rendellenességek értékeléséhez a RXC X^2 tesztet, utótesztként Fischer-féle egzakt tesztet használtunk (Baráth és mtsai, 1996). A statisztikai értékelés során a szignifikancia minimumértékének a $p < 0,05$ szintet tekintettük.

Eredmények

A réz-szulfát 0,01%-os oldatával történt egyedi bemerítéses kezelés eredményeként az embriók testtömeg értékei (átlag 21,44 g) szignifikánsan kisebbek voltak a kontroll értékekhez (átlag 24,31 g) viszonyítva. A pendimetalin hatóanyagú STOMP 330 EC egyedi toxicitásának vizsgálatakor a herbicidet a növényvédelemben felhasznált töménységben alkalmazva, a kezelés eredményeként kisebb testtömeg értékeket (átlag 24,16 g) mértünk a kontroll csoportban mért értékekhez (átlag 24,31 g) képest, a testtömeg eltérése azonban nem volt szignifikáns mértékű. A réz-szulfát és a pendimetalin hatóanyagú STOMP 330 EC herbicid együttes méreghatásának vizsgálata során a réz-szulfátot szubtoxikus – azaz 0,01%-os töménységben, a növényvédő szert gyakorlati permetlé töménységben alkalmazva azt tapasztaltuk, hogy a kezelés hatására a madárembriók testtömegei (átlag 23,82) kisebbek voltak a kontroll csoport adataihoz (átlag 24,31

g) viszonyítva, hasonló csökkenő tendencia volt megfigyelhető a STOMP 330 EC készítménnyel egyedileg kezelt csoport testtömeg értékeihez (átlag 24,16 g) viszonyítva, az eltérések statisztikailag nem voltak igazolhatók. Az egyedi méreghatás és az interakciós vizsgálat során tapasztalt embrió mortalitási adatok alapján elmondható, hogy a 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfáttal végzett teratológiai vizsgálatban az elpusztult embriók aránya (8%) a kontroll csoportban megfigyelt elhullásokhoz (6%) képest kis mértékben emelkedett. A pendimetalin hatóanyagú STOMP 330 EC herbicid egyedi toxicitásának vizsgálatakor a kezelés hatására fokozódott az embrió mortalitás, mértéke 12%-os volt. A 0,01%-os réz-szulfát és az 1,25%, STOMP 330 EC herbicid együttes méreghatásának vizsgálata során az embrió mortalitás aránya 8% volt.

A kontroll csoportban nem fordult elő fejlődési rendellenességet mutató embrió. A 0,01%-os réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban az élő embriók közül három (3/46) mutatott növekedési visszamaradást, közülük egynek volt rendellenes lába. A pendimetalin hatóanyagú STOMP 330 EC 1,25% koncentrációjú készítménnyel végzett egyedi kezelések során a kezelt csoportban az élő embriók közül egy (1/44) mutatott növekedési visszamaradást. A réz-szulfát 0,01%-os és a STOMP 330 EC 1,25%-os koncentrációjú oldatával együttesen kezelt csoportban egy élő embriónál (1/46) tapasztaltunk fejlődési rendellenességet, a fejlődési rendellenességek típusa növekedési visszamaradás és rendellenes láb volt.

Megvitatás

A réz-szulfát-oldat koncentráció-sorozatának (1,0%, 0,1%, 0,01%, 0,001%) házityúk embriókon elvégzett madárteratológiai vizsgálatában - légkamrába történő injektálásos kezelés esetében -, Fejes (2005) azt tapasztalta, hogy a 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldat (0,1 ml) hatására az embriók testtömegei szignifikáns mértékben kisebbek voltak, az embrió elhalás és a fejlődési rendellenességet mutató embriók aránya nőtt a kontrollhoz viszonyítva. Különböző réz-sók vemhes hörcsögökön elvégzett teratológiai vizsgálatában megállapították, hogy a réz-szulfát nagy dózisban fokozza a méhen belüli elhalásokat és a fejlődési rendellenességet mutató embriók arányát, a magzati deformitások közül a szívrendellenességek tekinthetők a rézvegyületek specifikus mérgező hatásának (Ferm, 1974).

Keserű és mtsai (2007) a gyakorlati permetlé töménységű STOMP 330 EC herbicid egyedi méreghatását vizsgálták madárteratológiai tesztben. A bemerítéses kezelés hatására az élő embriók testtömegének csökkenését és sporadikus embrióelhalást tapasztaltak. A fejlődési rendellenességek aránya viszonylag alacsony szinten maradt.

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat és a 1,25%-os STOMP 330 EC herbicid egyedi méreghatása embriotoxikus volt a tojásban fejlődő madár szervezetre. Teratogén hatás nem volt igazolható. Ugyanakkor a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés (mely önmagában kismértékben embriotoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott STOMP 330 EC herbicides kezelés nem fokozta az embriotoxicitást.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projekt keretében készült. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- Baráth Cs., Ittész A., Ugrosdy Gy. 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 37-217.
- Fejes S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreghatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. PhD. értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely. 39-42.
- Ferm V.H., Hanlon D.P. 1974. Toxicity of copper salts in hamster embryonic development. *Biology of Reproduction*, **11**. 97-101.
- Hoffmann D.J., Gay M.L. 1981. Embriotoxic effect of benzo(a)pyrene, chrysene and 7,12-dimethylbenz(a) anthrance in petroleum hydrocarbonmixtures in mallard ducks. *J. Toxicol. Environ. Hlth.* **7**. 777-787.
- Jeng S.L., Yang C.P. 1995. Determination of lead, cadmium, mercury and copper concentrations in duck eggs in Taiwan. *Poult. Sci.* **74** (1). 187-193.
- Keserű M., Juhász É., Szabó R., Tavaszi J., Várnagy L. 2007. Három növényvédő szer egyedi méreghatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. *Növényvédelem*. **43**. 113-119.
- Lutz H. , Oterag Y. 1973. Pesticides teratogenese et surric chez les oiseaux. *Arch. Anat. Hist. Embr.* **56**. 65-68.

Mezőgazdasági vegyi anyagok *in vitro* szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemen

Buda István^{1*}, Lehel József², Budai Péter³

¹*Toxi-Coop Zrt, 1124 Budapest, Deres u.10/A.*

**e-mail: istvan.buda@toxicoop.hu*

²*Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és Méregtani Tanszék, 1078
Budapest, István u. 2.*

³*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.*

Összefoglalás

A mezőgazdasági vegyi anyagokat forgalomba hozataluk előtt számtalan toxikológiai vizsgálatnak vetik alá. Ezen vizsgálatok közül a szemirritáció meghatározására a nyúlön végzendő Draize-féle primer szemirritációs tesztet használják, amely módszert nagyon sok kritika éri az eredmények szubjektív értékelése, de legfőképp a vizsgálatok során felhasznált emlőállatok szenvedése miatt. Ezért az utóbbi években egyre több olyan alternatív módszert dolgoztak ki, melyek egyelőre részben képesek kiváltani a Draize-féle eljárást. Ezen módszerek közé tartozik az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* szemirritációs eljárás.

A vizsgálatok során öt különböző mezőgazdasági vegyi anyagot tanulmányoztunk oly módon, hogy a vegyi anyagot közvetlenül a szaruhártya felszínére jutattuk, majd ezt követően a szaruhártya duzzadásának, opacitásának és károsodásának értékelése útján határoztuk meg a mezőgazdasági termékek irritációs potenciálját. Összefoglalva az eredményeket, az öt vizsgált készítmény közül egyik sem mutatkozott korrozív, illetve súlyosan irritáló tulajdonságúnak, amely eredmények megfelelnek a vizsgált készítményekről eddig rendelkezése álló nem korrozív tulajdonságúnak. Mivel az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* vizsgálat csak korrozív, súlyosan irritáló eredmény esetén alkalmas a vegyi anyagok veszélyességi kategóriába történő besorolásra, így ezen eredmények alapján a vizsgált anyagok tényleges irritációs kategóriába történő besorolásához további *in vitro* vagy a nyulakon végzett *in vivo* vizsgálatok szükségesek. Ez is jól tükrözi, hogy ezen *in vitro* módszer önmagában soha nem lesz képes teljesen kiváltani a Draize-féle *in vivo* módszert, a számtalan előnye (gyors, olcsó, egyszerű, megbízható stb.) ellenére sem. Viszont más *in vitro* módszerekkel (HET-CAM, CAM-TB, Skinethic HCE stb.)

együtt alkalmazva a jövőben lehetővé válhat a Draize-féle *in vivo* módszer teljes mértékű kiváltása.

Kulcsszavak: szemirritáció, korrozív, opacitás, *in vitro*, Draize teszt

Abstract

Agrochemicals must undergo numberless toxicological tests before marketing. The eye irritation test is part of this test packet. Nowadays, the method which can be used to get knowledge about eye irritation is only the *in vivo* Draize-test. The Draize-test is one of the most criticized methods because of the injuries of the test animals and subjective nature of the test in recording the results. Therefore, several *in vitro* tests have been developed to replace totally or partly the *in vivo* eye irritation testing. The isolated chicken eye test method, which we have been using, is one of these alternative methods.

Five different products were examined in such a way that: the test item was directly applied, that the entire surface of the cornea was covered with test substance. The damage by the test substance was assessed by determination of corneal swelling, opacity, and fluorescein retention.

In these *in vitro* eye corrosives and severe irritants studies, using the Isolated Chicken Eye model with five different products, no ocular corrosion or severe irritation potential were observed. These results correspond to the available information about the tested products, so these studies with isolated chicken eye are successful. However, this method only can be used to classify substances as ocular corrosives and severe irritants. Thus, to obtain a definitive classification in relation to the irritation potential of the examined products, a further *in vivo* rabbit or other *in vitro* studies are required.

Finally, the ICET (Isolated Chicken Eye Test) does not fully replace the *in vivo* rabbit eye test (OECD 405); however, the ICET can be used as part of a tiered testing strategy for regulatory purposes.

Keywords: eye irritation, ocular corrosives, opacity, *in vitro*, Draize test

Bevezetés

Mezőgazdasági vegyi anyagok engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatok többsége *in vivo* metodikán alapszik. Nincs ez másként az anyagok szemkárosító hatásának vizsgálata során

sem, ahol albínó házinyulat alkalmaznak a vegyi anyag szemirritációs, illetve esetleges szemkorrozíós hatásának vizsgálatára.

Jelenleg az *in vivo* szemvizsgálat alapja a 2002-ben elfogadott OECD 405 irányelv, amelynek fő lépéseit a Draize-féle primer szemirritációs teszt adja. Bár ezen eljárás során próbálták a nyulak fájdalmát csökkenteni azáltal, hogy a kezelés során a vizsgálati anyag mennyiségét tizedére csökkentették, valamint nem tartották zárva a nyulak kezelt szemhéjait, mint a Draize eljárás esetében. Továbbá, bizonyos esetekben lehetővé tették a tesztanyag kimosását egy rövid expozíciós időt követően. Az eljárás ennek ellenére továbbra is a vizsgálatban résztvevő állatok szenvedésével jár, és a pontozás is szubjektív módon történik, a Draize szerint megállapított kategóriák szerint.

Ezen fájdalmas és vitatott megbízhatóságú vizsgálati módszer részleges kiváltására született meg 2009-ben a primer szemirritáció területén két olyan *in vitro* vizsgálati módszer, amely technikák részben képesek kiváltani a jelenleg használatos OECD 405 irányelv szerint végzett *in vivo* szemirritációs teszteket. Az egyik eljárás a szarvasmarha szaruhártyáján (OECD 437), míg a másik eljárás az izolált csirkeszemen (OECD 438) végzett kezelésen, és azt követő megfigyelésen alapszik.

Kísérleteink során öt különböző, már használatban lévő mezőgazdasági vegyi anyag vizsgálatát végeztük el az *in vitro* izolált csirkeszemen történő vizsgálati módszerrel. Ezek során célul tűztük ki mind az öt vizsgálati anyag, *in vitro* vizsgálatokkal történő irritációs potenciáljának meghatározását.

Anyag és módszer

A vizsgálatok során a következő mezőgazdasági vegyi anyagok kerültek felhasználásra: DIAZIPOL G (cipermetrin, diazinon), PESGUARD B (cifenotrin, d-tetrametrin), RELDAN 22 (klórpirifosz-metil), LEOPARD 5 EC (quizalofop-P-etil), DECIS 2,5 EC (deltametrin, tetrapropilén-benzol-szulfonát). A kísérleti anyagokat az ICE tesztekben 100%-os töménységben alkalmaztuk.

Vizsgálatainkat az OECD 438 irányelv alapján végeztük el. A vizsgálatához használt csirkeszemek a vágástól számított két órán belül, az izolált körülményeket biztosító szuperfúziós készülékbe kerültek. Ezen készülék biztosítja az egész vizsgálat időtartalma alatt a szükséges $32 \pm 1,5$ °C-ot, továbbá a kamrákba elhelyezett csöveken keresztül a szaruhártyák megfelelő nedvesítését. A vizsgáló kamrákba helyezett szemek megfelelőségét a szaruhártyahomály és a 2 v/v%-os fluoreszein-oldat megtartásának mértékével ellenőriztük. A nem megfelelő szemeket

kicseréltük, majd mértük a szaruhártya-vastagságot minden szem esetében. A 45-60 perces akklimatizációt követően, de még a kezelés előtt szintén mértük a szaruhártya-vastagságot és meghatároztuk a homály és a fluoreszein-megtartást mindegyik szemnél. Az így felvett referencia értékek a kezelést követő mosás utáni 30., 75., 120., 180., 240., percben végzett megfigyeléseink során rögzített paraméterekkel való összehasonlítást biztosították, amelynek alapján meghatározható volt a vizsgált vegyi anyag szaruhártyára gyakorolt károsító hatása az adott időpontban.

A kezelés közvetlenül a referencia értékek felvétele után történt. A kezelési térfogat 30 µl, az expozíciós idő pedig 10 másodperc volt minden egyes szem esetében, amelynek lejárta után a tesztanyagot szobahőmérsékletű fiziológiás sóoldat segítségével távolítottuk el a szaruhártya felszínéről (kb. 20 ml/szem). Minden vizsgálat esetében párhuzamosan pozitív és negatív kontroll szemeket is alkalmaztunk. A kontroll szemek kiválasztása, akklimatizációja, kezelése és megfigyelése a vegyi anyagokkal kezelt szemekkel megegyező módon történt. Vegyi anyagokként három szemet, pozitív kontrollként szintén három szemet és negatív kontrollként pedig egy szemet alkalmaztunk vizsgálatonként. A vizsgálatok során alkalmazott pozitív (triklórecetsav 30 w/v%) és negatív (fiziológiás sóoldat) kontroll anyagok minden esetben a várt eredményt hozták. Így az elvégzett vizsgálatok érvényesnek tekinthetők.

Eredmények

Az alapadatok és a végpontok kombinációja alapján, a vizsgált öt különböző mezőgazdasági vegyi anyag egyike sem mutatkozott korrozív, illetve súlyosan irritáló tulajdonságúnak az eredmények értékelése során. Ezen eredmények megfelelnek a vizsgált készítményekről eddig rendelkezése álló nem korrozív tulajdonságnak.

A LEOPARD 5 EC esetében az eredmények arra utalnak, hogy a vegyi anyag enyhén irritáló tulajdonságú.

Az egyedi adatok és az általuk meghatározott végpontok alapján, a RELDAN 22 a nem irritáló és az enyhén irritáló tulajdonság határán helyezkedik el.

PESGUARD-B esetében a vizsgálati anyag enyhén irritáló tulajdonságúnak mutatkozott az értékelés alapján.

A DIAZIPOL G és a DECIS 2,5 EC vegyi anyagok esetében az eredmények értékelése alapján közepesen irritáló tulajdonságúnak mutatkoztak.

Megvitatás

Mivel az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* vizsgálat csak pozitív (korrozív, súlyosan irritáló) eredmény esetén alkalmas a vegyi anyagok veszélyességi kategóriájába történő besorolására, így a kapott eredmények alapján meghatározott irritációs hatás csak tájékoztató jellegű és nem alkalmas a készítmények korrozívnál enyhébb irritációs potenciáljának meghatározására. Ennek a legfőbb oka, hogy a módszer nem alkalmas a tapasztalt irritációs hatás reverzibilitásának (visszafordíthatóságának) vizsgálatára, az izolált rendszer korlátozott idejű fenntarthatósága miatt.

Ezekben az esetekben a végső irritációs besoroláshoz el kell végezni az *in vivo* Draize-féle primer szemirritációs tesztet vagy más az engedélyező hatóságok által részben elfogadott *in vitro* vizsgálatot.

Ebből is jól tükröződik, hogy ezen *in vitro* módszer önmagában soha nem lesz képes kiváltani a Draize-féle *in vivo* módszert, a számtalan előnye (gyors, olcsó, egyszerű, megbízható stb.) ellenére sem. Viszont más *in vitro* módszerekkel (HET-CAM, CAM-TB, Skinethic HCE stb.) együtt alkalmazva a jövőben lehetővé válhat a Draize-féle *in vivo* módszer teljes mértékű kiváltása.

Hivatkozások

http://en.wikipedia.org/wiki/Draize_test, Letöltés időpontja: 2012. 08. 20.

OECD 405, Acute Eye Irritation/Corrosion (2002): Guideline for the testing of chemicals. 1-14.

OECD 438, Isolated Chicken Eye Test Method for Identifying Ocular Corrosives and Severe Irritants (2009): Guideline for the testing of chemicals. 1-18.

Peszticidek szemirritációs hatásainak vizsgálata *in vitro* rendszerben

**Kormos Éva^{1*}, Szabó Rita¹, Antal Diána¹, Tavaszi Judit¹, Somody Gergő¹,
Lehel József², Budai Péter¹**

¹Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

*e-mail: kormos.eva@2003.georgikon.hu

²Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és Méregtani Tanszék, 1078
Budapest, István u. 2.

Összefoglalás

A növényvédő szerek engedélyeztetéséhez széleskörű toxikológiai vizsgálatokat kell elvégezni. A szemirritáció vizsgálatára a nyúlön végzendő *in vivo* Draize-féle primer szemirritáció tesztet használják. Az emlős teszteket sokszor kritizálják, elsősorban az emlős kísérleti állatok szenvedései miatt éri őket a legtöbb elmarasztalás. Az erősödő állatvédő mozgalmak hatására több olyan *in vitro* módszert is kidolgoztak, amely nem csak csökkentheti az emlős kísérleti állatok számát, hanem esetleg teljes mértékben ki is válthatja ezek felhasználását. A lehetséges alternatív módszerek közé tartoznak a tyúktojás chorioallantois membránját (CAM) használó tesztek. Vizsgálataink során növényvédő szerek irritációs potenciálját határoztuk meg az *in vitro* HET-CAM teszttel. Az összehasonlító szándékkal elvégzett *in vivo* Draize-féle primer szemirritációs vizsgálatból származó eredményeket összevetettük az *in vitro* eredményekkel. Az *in vitro* HET-CAM teszt eredményei általában jó korrelációt mutatnak az *in vivo* Draize-féle teszt szemirritációs adataival. A HET-CAM teszt nem alkalmas az *in vivo* Draize-féle primer szemirritációs vizsgálat teljes egészében történő kiváltására jelen formájában, mint szemirritációs elővizsgálati módszer javasolható, így alkalmazásával csökkenthető az emlős kísérleti állat felhasználás.

Kulcsszavak: szemirritáció, chorioallantois membrán, HET-CAM teszt, Draize teszt, növényvédő szerek

Abstract

Pesticides must undergo numerous toxicological tests before registration. The Draize rabbit eye irritation test is used for assessing ocular irritation. This test receives particular criticism because of the injuries inflicted on the test animals. Because of this fact, several various *in vitro* tests have been developed with a view to replacing *in vivo* eye irritation testing. One of these alternative methods is the HET-CAM test (Hen's Egg Test – Chorioallantoic Membrane), which uses the chorioallantoic membrane (CAM) of the embrionated chicken egg. In our study a comparative screening was performed with a set of pesticides to establish parallel data on *in vitro* (HET-CAM) and *in vivo* (Draize) results. In most cases a good correlation was found between results obtained by the HET-CAM test and those of the Draize rabbit eye test. The actual form of the HET-CAM test is a valuable pre-screen for determining the ocular irritation potential of chemicals, and can be used for substantially reducing the use of animals.

Keywords: eye irritation, chorioallantoic membrane, HET-CAM test, Draize test, pesticides

Bevezetés

A növényvédő szerek forgalomba hozatalát megelőző toxikológiai vizsgálatok esetén a szemirritációs tulajdonság meghatározására jelenleg még a Draize-féle szemirritációs vizsgálat eredményei az elfogadottak. A teszt költséges, sok időt vesz igénybe, sok kísérleti állat felhasználását igényli, és számukra fájdalommal járhat. Ezen hátrányok miatt különböző alternatív módszereket dolgoztak ki, melyekkel csökkenthető a kísérletbe vont állatok száma, illetve az okozott fájdalom erőssége.

Ilyen alternatív módszer az embrionálódott tyúktojás chorioallantois membránján vizsgált irritációs potenciál meghatározása (HET-CAM teszt), amely a nyúl szemének kötőhártyájához hasonlóan reagál a különböző kémiai anyagok károsító hatásaira. Ez kevésbé költséges, gyorsabban kiértékelhető, valamint kiváltható vele a tesztállatokon okozott fájdalom. A vizsgálat során a vegyi anyagot közvetlenül a chorioallantois membránra juttatjuk, és a makroszkóposan jelentkező elváltozások alapján határozzuk meg a növényvédő szer irritációs tulajdonságait (Leighton és mtsai, 1985).

Anyag és módszerek

A vizsgálataink során a következő növényvédő szerek kerültek felhasználásra: Decis 2,5 EC (deltametrin), Dual Gold (S-metolaklór), Galigan 240 EC (oxifluorfen), Proplant (propamokarb). A vizsgálati anyagokat a HET-CAM és a Draize tesztekben 100%-os töménységben alkalmaztuk. A Luepke (1985) által kifejlesztett HET-CAM tesztet az Invittox Protocol 47. száma (1990) alapján végeztük el. A vizsgálatban felhasznált tenyésztőtojások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) Farm fajtájú tenyészetéből származtak. A tojásokat Ragus (Wien, Ausztria) inkubátorban, 37 °C hőmérsékleten, 60-70%-os relatív páratartalom mellett, a letapadás elkerülése végett naponta forgatva, 10 napig keltettük. Kontrollként 2 tojást 0,9%-os NaCl oldattal, valamint 2 tojást standardként 1%-os Na-laurilszulfát (SDS) és 0,1 M NaOH oldattal kezeltünk. A vizsgálatot minden készítmény esetén 6 tojáson, 4 ismétléssel végeztük el 0,3 ml tesztanyaggal, amit közvetlenül a CAM-ra helyeztünk. A CAM-on az 5 perces megfigyelési időn belül bekövetkező elváltozásokat (érlízis, vérzés, koaguláció) másodperc pontossággal feljegyeztük. Az adatok feldolgozása az Invittox protokollban meghatározott algoritmus alapján történt.

A Draize tesztet (Draize és mtsai, 1944) az OECD 405-ös számú útmutatója (2002) alapján végeztük. Vizsgálati anyagoként 3-3 új-zélandi házi nyulat kezeltünk. A nyulak bal szemét kezeltük, a jobb oldali szem kontrollként szolgált. Az egyedileg elhelyezett állatok számára 22-25 °C-ot és 50-70%-os relatív páratartalmat biztosítottunk. Takarmányként egységes nyúltápot és vizet kaptak *ad libitum*. A bal szem kötőhártya zsákjába 0,1 ml vizsgálati anyagot helyeztünk, majd a kezelést követő 1 óra, 1, 2, 3, 4 és 7 nap után értékeltük a szem hátyáin jelentkező elváltozásokat. Az elváltozásokhoz tartozó értékelő pontokat összesítve határoztuk meg az irritációs indexet (Kay és Calandra, 1962).

Eredmények

HET-CAM teszt

A Decis 2,5 EC-vel történt kezelés után a 13-20. másodpercben lízist tapasztaltunk, majd a 40. másodpercben vérzést figyeltünk meg. A rovarölő szert a számított *in vitro* irritációs index alapján az erősen irritatív kategóriába soroltuk. A Galigan 240 EC szer esetén a 10-17. másodpercben lízist figyeltünk meg, amelyet a 160. másodpercben vérzés követett. A gyomirtó szert a számított *in vitro* értékek alapján a közepesen irritatív kategóriába soroltuk. A Proplant esetében a kezeléstől mért 20. másodpercben lízist, majd a 130. másodpercben gyenge vérzést

figyeltünk meg. A gombaölő szer a közepesen irritatív kategóriába sorolható az *in vitro* irritációs index alapján.

Draize teszt

A Decis 2,5 EC rovarölő szerrel kezelt állatoknál az első órai megfigyelés során, a kötőhártyán erős vérbőséget, erősen duzzadt szemhéjakat és erős váladékozást tapasztaltunk. A kísérlet időtartama alatt a tünetek fokozatosan enyhültek, a 7. napon minden állat tünetmentes volt. A szivárványhártyán és a szaruhártyán elváltozást nem figyeltünk meg. A számolt *in vivo* irritációs index alapján a készítmény közepesen irritatívnak bizonyult. A Galigan 240 EC-vel történt kezelés utáni első órai megfigyeléskor erős vérbőséget, duzzadást és váladékképződést állapítottunk meg a nyulak kezelt szemein, melyek a 7. kiértékelési napra jelentősen enyhültek. Szaruhártya homály szintén minden kezelt szemén fellépett. A szaruhártya elváltozások a 7. napi megfigyelésre megszűntek. A szivárványhártyán elváltozást nem észleltünk. A kapott *in vivo* irritációs index alapján a gyomirtó szert közepesen irritatív kategóriába soroltuk. A Proplant gombaölő szerrel történt kezelés hatására a kötőhártyán közepes vérbőséget tapasztaltunk a megfigyelés első órájában, amely a 3. napi kiértékelés során már nem mutatkozott. A szivárványhártyán és a szaruhártyán elváltozást nem volt megfigyelhető. A megfigyelés 7. napján minden állat tünetmentes volt. A számított *in vivo* irritációs index alapján a gombaölő szer enyhén irritatív kategóriába tartozik.

Megvitatás

A növényvédő szerekkel elvégzett *in vivo* és *in vitro* irritációs vizsgálatok eredményeit a 1. táblázat tartalmazza. A vizsgált növényvédő szerek közül a Galigan 240 EC gyomirtó szer esetében megegyezett az *in vitro* HET-CAM tesztből és az *in vivo* Draize tesztből kapott eredmény. A Decis 2,5 EC és a Proplant készítményeknél az *in vitro* teszt erősebb irritációt jelzett, mint az *in vivo* Draize vizsgálat, ami az *in vitro* teszt nagyfokú érzékenységevel magyarázható.

1. Táblázat. A HET-CAM tesztből és a Draize tesztből kapott eredmények összehasonlítása

Vizsgált anyag	HET-CAM tesztrel kapott irritációs kategória	Draize tesztrel kapott irritációs kategória
Decis 2,5 EC	erősen irritatív	közepesen irritatív
Galigan 240 EC	közepesen irritatív	közepesen irritatív
Proplant	közepesen irritatív	enyhén irritatív

A HET-CAM teszt számos előnnyel bír az *in vivo* módszerekkel szemben. Gyorsabb, olcsóbb, egyszerűbb, mint a Draize-teszt (Luepke és Wallat, 1987), eredményei jó korrelációt mutatnak az *in vivo* teszttel. Hátránya a szubjektivitás, és az, hogy színes anyagok esetén nem alkalmazhatók, mivel ezek elfedik a membránt. Hátrányként említhető az is, hogy a szilárd anyagok tesztelése körülményes. A vizsgált növényvédő szerek HET-CAM tesztből származó eredményei jól közelítik a Draize-féle vizsgálatból kapott *in vivo* eredményeket. A HET-CAM teszt elővizsgálati módszerként javasolható növényvédő szerek szemirritációs tulajdonságainak vizsgálatára, így alkalmazásával csökkenthető az emlős kísérleti állat felhasználás.

Irodalomjegyzék

- Draize, J.H., Woodard, G. and Calvery, H.O. 1944. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. **82**. 377–390.
- Invitox Protocol Number 47. HET-CAM test 1990.
- Kay, J.H. and Calandra, J.C. 1962. Interpretation of eye irritation tests. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*. **13**. 281-289.
- Leighton, J., Nassauer J. and Tchao, R. 1985. The chick embryo in toxicology: an alternative to the rabbit eye. *Food and Chemical Toxicology*. **23**. 293-298.
- Luepke, N.P. 1985. Hen's egg chorioallantoic membrane test for irritation potential. *Food and chemical toxicology*; **23**(2). 287-291.
- Luepke, N.P. and Wallat, S. 1987. HET-CAM - reproducibility studies. In: A. M. Goldberg (ed.): *Alternative methods in toxicology*. Mary Ann Liebert, Inc., New York. 353-363.
- OECD 2002. Test Guideline 405. OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Acute Eye Irritation/Corrosion.

Vadmadarak peszticid mérgezési esetei a Hortobágyi Madárparkban 2008-2012 között

Grúz Adrienn^{1*}, Budai Péter², Szabó Rita², Antal Diána², Lehel József³

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

²Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

³Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és Méregtani Tanszék, 1078
Budapest, István u. 2.

*e-mail: gruz.adri@gmail.com

Összefoglalás

A vizsgálatok alapján a 2008-2012 között a Hortobágyi Madárparkba szállított vadmadarak körében előforduló peszticidek okozta mérgezések legnagyobb részét inszekticidek és akut hatású rodenticidek okozták. Inszekticideken belül a kolinészteráz-bénítók közül kerülnek ki a mérgezést kiváltó anyagok, úgymint a szerves foszforsavészterek és inszekticid karbamátok. Míg rodenticidek közül a foszfidok és nedvesség hatására ezekből keletkező foszfin okoztak mérgezéseket. A beszállított 17 madár között 12 - a hazánkban védett – egerészölyv (*Buteo buteo*) volt, ami különböző természetvédelmi kérdéseket is felvet. A Madárkórházba szállított eseteknél megfigyelt tüneteket összehasonlítva a szakirodalomban leírtakkal, ugyanazokat a jegyezték le. Ezen eredmények által következtetéseket vontunk le a leggyakoribb mérgezést okozó peszticidekről és a leginkább veszélyeztetett fajokról.

Kulcsszavak: peszticid mérgezések, vadmadarak, rodenticidek, inszekticidek, Hortobágy

Abstract

Based on the studies, the pesticide-poisoned wild birds which were taken to the Bird Park in Hortobágy, were mainly poisoned by insecticides and acute rodenticides. Insecticides like cholinesterase inhibitors (organophosphates and carbamates) and rodenticides like phosphides are the most common toxic substances that caused poisoning between 2008 and 2012 in this area. Seventeen birds were taken to the hospital, 12 of these were the Common Buzzard (*Buteo buteo*) which is under protection in Hungary. This brings up different conservation problems too besides

the poisoning. The observed symptoms at the Bird hospital were the same as those were described in the literature. By these results we could make conclusions about the most common pesticides which cause poisoning among wild birds and about the most threatened species.

Keywords: pesticide poisoning, wild birds, rodenticides, insecticides, Hortobágy

Bevezetés

Az emberiség már évszázadok óta használ különböző kártevőirtó szereket annak érdekében, hogy kultúrnövényeiket és a raktározott terményeket megóvják a kártevők elpusztításával, elriasztásával vagy káros hatásuk csökkentésével.

A peszticidek okozta problémák folyamatosan fenn állnak, még akkor is, ha az erősen toxikus hatóanyagok használatát folyamatosan csökkentik, megszüntetik. Manapság is nagy mennyiségben állítanak elő ilyen készítményeket, sőt az elmúlt 3 évtizedben felhasználásuk a négyszeresére nőtt. A fő problémát az okozza, hogy a készítmények nagyrészt nem specifikusak az adott károsítóra, így a magasabb rendű állati szervezetekre és az emberekre is veszélyesek lehetnek (Lehel és Laczay, 2011).

Az alkalmazástól függően (permetezés, csalétek, granulátum stb.) többféleképpen juthat a madarak szervezetébe a növényvédőszer: inhaláció útján, bőrön keresztül vagy leggyakrabban elfogyasztás révén. Főleg a ragadozó madaraknál jellemző, hogy nem közvetlenül kerülnek kapcsolatba a növényvédő szerrel, hanem másodlagosan mérgeződnek meg a vadgazdálkodási szempontból nem kívánatos állatok elpusztítására illegálisan kihelyezett csalétek révén. Előfordulhat az is, hogy a táplálékállatok „szennyeződnek” a peszticiddel, és ezt elfogyasztva mérgeződnek a ragadozó madarak. Emellett a vadászható madarak (pl. fácán) szervezetébe kerülve akár közegészségügyi veszélyt is jelenthet a fogyasztóra (Augspurger és mtsai, 1996; Balcomb, 1983; Dietrich és mtsai, 1995; Lehel és mtsai, 2009; Mineau és mtsai, 1999).

Anyag és módszerek

Vizsgálatunkat a hortobágyi Madárparkba 2008 és 2012 között beérkezett valamilyen peszticid mérgezett madarak eseteinek retrospektív értékelésével végeztük, a kórlapokon feltüntetett adatok alapján (madárfajok, megtalálás helye és ideje, madarak kora, ivara, megfigyelt tünetek, mérgezést okozó peszticid, kezelés és az állatok további sorsa).

Eredmények

Az összegyűjtött 17 esetben 12 egerészölyv (*Buteo buteo*), 1 barna rétihéja (*Circus aeruginosus*), 1 rétisas (*Haliaeetus albicilla*), 1 sárgalábú sirály (*Larus cachinnans*), 1 kakukk (*Cuculus canorus*), 1 uráli bagoly (*Strix uralensis*), szenvedett el valamilyen peszticid által okozott mérgezést. Természetvédelmi szempontból az egerészölyv, a barna rétihéja és a kakukk hazánkban védett, a rétisas és az uráli bagoly pedig, fokozottan védett.

A Madárkórházba szállított madarak legnagyobb részét Hajdú-Bihar megyéből szállították be, emellett érkeztek madarak Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből, Jász-Nagykun-Szolnok megyéből, Békés megyéből, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyéből.

Mind tojók, mind hímek közül kerültek ki mérgezett madarak kortól függetlenül. Hat esetben fiatal volt a madár, 7-nél felnőtt, 4-nél pedig nem derült ki a kórlapból az állat kora.

A bevitt madarak legyengültek, mozgás- és röpképtelenek voltak, valamint a mérgezésekre jellemző tünetek voltak megfigyelhetők: nyálzás, hányás, hasmenés, tollazat borzolása, izomremegés, görcs, inkoordinált mozgás, széttárt szárnyon való támaszkodás, ujjak marokba szorítása (Déri, 2007, 2008; Grue és mtsai, 1991; Wobeser és mtsai, 2004). Bizonyított mérgezés esetén általános és specifikus gyógykezelést végeztek. Inszekticidek esetében speciális antidotumként atropin adható, mind karbamát, mind szerves foszforsavészter miatt kialakult mérgezésnél. Foszidmérgezés és egyéb akut hatású rodenticidek okozta mérgezéseknél speciális antidotum általában nem áll rendelkezésre. Ha nem volt pontosan megállapítható, hogy mi okozta a mérgezést, a feltételezett mérgező anyagnak megfelelő kezelést kaptak az állatok.

Hat esetben valamilyen kolinészteráz-bénító állt a mérgezés hátterében. Egy esetben karbofurán (inszekticid karbamát) és 5 esetben szerves foszforsavészter volt a méreg. Két madárnál nem lehetett eldönteni a beszállításkor, hogy szerves foszforsavészter késői idegrendszeri hatása áll fenn vagy foszfidmérgezés történt. Ezeken kívül 4 foszfid-mérgezéssel beszállított madár lett dokumentálva. Három esetben csak a mérgezési gyanú lehetősége állt fenn. Továbbá 1 metaldehid (molluskicid) mérgezés volt és 1 madárnál csak annyit lehetett megállapítani, hogy valamilyen akut hatású rodenticid volt a kiváltó ok.

Közülük 4 egyed lett elengedve, 4 madárról nincs információ, 9 pedig, elhullott a kezelés ellenére.

Megvitatás

Sályi és mtsai (2005) 2000-2004 között vizsgálták Magyarországon a vadon élő madaraknál bekövetkezett mérgezési eseteket. Eredményeik szerint, 19 esetben 16 madárfaj 486 egyedének, növényvédő szer okozta a mérgezést. Ezek között 103 egerészölyv, 7 gatyás ölyv, 8 réti sas, 11 barna rétihéja, 1 fakó rétihéja (*Circus macrourus*), 11 holló (*Corvus corax*), 1 gyöngybagoly (*Tyto alba*), 1 vetési varjú (*Corvus frugilegus*), 1 szajkó (*Garrulus glandarius*), 3 szarka (*Pica pica*), 200 pajzsos cankó (*Philomachus pugnax*), 2 daru (*Grus grus*), 6 nagy kócsag (*Egretta alba*), 4 szürke gém (*Ardea cinerea*), 127 dankasirály (*Chroicocephalus ridibundus*), 1 erdei pinty (*Fringilla coelebs*) szerepelt.

A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) felmérései szerint 1998 és 2008 közötti mérgezések háttérében az esetek legnagyobb részében olyan növényvédő szerek álltak, amelyek forgalomból történő kivonása már megtörtént, vagy folyamatban van. Összesen 714 védett és 100 fokozottan védett madár esett áldozatul, ezek közül 47 réti sas és 40 parlagi sas elhullását a vizsgálatok során kapott eredmények alapján karbofurán okozta. A vizsgált 84 mérgezési eset közül 37 esetben bizonyítást nyert a szándékosság, 32 esetben valószínűsíthető volt a szándékosság és 15 esetnél véletlenszerű mérgezés történt (Horváth, 2008).

Az általunk vizsgált eseteknél a mérgezési forrásokat nem találták meg. Mivel a Hortobágy környékén és a többi megtalálási helyen mezőgazdasági területek találhatók, így feltételezhető, hogy más vadak ellen kihelyezett mérgezett csalétkékből ettek a madarak. Ha ez történt, akkor valószínűsíthető, hogy messzebbre jutottak a forrásoktól, ezért sem találhatták meg azokat. Valamint, a megtalálók általában nem kezdenek bele a mérgezési forrás keresésébe, hanem a madarak mihamarabbi orvoshoz kerülésével foglalkoznak.

A Hortobágyi Madárparkba érkezett esetekben is, az országos adatokhoz hasonlóan, leggyakrabban egerészölyv esett áldozatul mérgezésnek, de előfordult még réti sas és barna rétihéja is.

Sajnálatos módon világszerte a kolinészteráz-gátló vegyületek és az akut hatású rodenticidek a leggyakoribb okai a vadmadarak mérgezési eseteinek, amelyet a mi felmérésünk is igazolt.

Hivatkozások

Augspurger, T., Smith, M.R., Meteyer, C.U., Converse, K.A. 1996. Mortality of passerines adjacent to a North Carolina corn field treated with granular carbofuran. *Journal of Wildlife Disease*. 32. 113-116.

- Balcomb, R. 1983. Secondary poisoning of Red-shouldered hawks with carbofuran. *Journal of Wildlife Management*. **47**. 1129-1132.
- Déri, J. 2007. Meggyógyult a mérgezett sas. *Pusztadoktor magazin*. **2**. 4-5.
- Déri, J. 2008. Sasmentés Hortobágyon. *Pusztadoktor magazin*. **2**. 4-5.
- Dietrich, D.R., Schmid, P., Zweifel, U., Schlatter, C., Jenni-Eiermann, S., Bachmann, H., Buhler, U., Zbinden, N. 1995. Mortality of birds of prey following field application of granular carbofuran: A case study. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. **29**. 140-145.
- Grue, C.E., Hart, A.D.M., and Mineau, P. 1991. Biological consequences of depressed brain cholinesterase activity in wildlife, Pages 151-209 In P. Mineau (ed.), Cholinesterase-inhibiting Insecticides - Impacts on Wildlife and the Environment. Elsevier Science Publishers B.Y., Amsterdam, The Netherlands.
- Horváth, M. 2008. Adatok 1998-2008 között történt mérgezési esetekről Magyarországon. „nem közölt adat”
- Lehel, J., Déri, J., Laczay, P. 2009. Madarak karbofuránmérgezése. 1. Irodalmi áttekintés. *Magyar Állatorvosok Lapja*. **131**. 115-119.
- Lehel, J., Laczay, P. 2011. Toxikológia (Az ökotoxikológus MSc. szak hallgatói számára), Szent István Egyetemi Kiadó, Budapest. 93-105, 144-146
- Mineau, P., Fletcher, M.R., Glazer, L.C., Thomas, N.J., Brassard, C., Wilson, L.K., Elliot, J.E., Lyon, L.A., Henny, C.J., Bollinger, T., Porter, S.L. 1999. Poisoning of raptors with organophosphorous pesticides with emphasis on Canada, US, and UK. *Journal of Raptor Research*. **33**. 1-37.
- Sályi, G., Fazekas, B., Gaálné, D.E., Fazekas, G. 2005. Vadon élő állatok, elsősorban védett madarak növényvédőszer-mérgezései, különös tekintettel a karbofurán okozta kártételre. *Magyar Állatorvosok Lapja*. **6**. 376-386.
- Wobeser, G., Bollinger, T., Leighton, F.A., Blakley, B., Mineau, P. 2004. Secondary poisoning of eagles following intentional poisoning of coyotes with anticholinesterase pesticides in western Canada, *Journal of Wildlife Disease*. **40**. (2) 163-72.

A HET-CAM teszt alkalmazása biocid készítmények irritatív hatásainak vizsgálatában

***Somody Gergő^{1*}, Kormos Éva¹, Szabó Rita¹, Antal Diána¹, Lehel József²,
Budai Péter¹***

¹*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.*

**e-mail: somodygergo@gmail.com*

²*Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és Méregtani Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.*

Összefoglalás

A biocid termékek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban elsősorban emlőssálatokat alkalmaznak. A házi nyulakon elvégzésre kerülő szemirritációs vizsgálatot Draize és munkatársai fejlesztették ki 1944-ben. Az évek során több olyan *in vitro* módszert is kidolgoztak, amely nem csak csökkentheti az emlős kísérleti állatok számát, hanem esetleg teljes mértékben ki is válthatja ezek felhasználását. A lehetséges alternatív módszerek közé tartoznak a tyúktojás chorioallantois membránját (CAM) használó tesztek.

Vizsgálatainkban biocid irtószerek irritatív hatását vizsgáltuk az *in vitro* HET-CAM (Hen's Egg Test – Chorioallantoic Membrane) teszttel. A vegyi anyagot közvetlenül a chorioallantois membránra helyezve, az érrendszer károsodásából határoztuk meg a biocid termékek irritációs potenciálját. Az *in vitro* irritációs indexeket összehasonlítottuk az *in vivo* eredményekkel. A kísérleti eredményeink alapján elmondható, hogy az *in vitro* HET-CAM teszt jól használható biocid termékek irritatív hatásainak vizsgálatára. Az *in vitro* eredmények kellően jó korrelációt mutatnak az *in vivo* Draize teszt eredményeivel, így elővizsgálati módszerként használható a biocid termékek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban, így csökkentve az emlős kísérleti állatfelhasználást.

Kulcsszavak: szemirritáció, chorioallantois membrán, HET-CAM teszt, Draize teszt, biocidek

Abstract

The toxicological studies for registration of biocidal products are mostly based on mammals. Albino rabbits are used in generally accepted eye irritation study developed by Draize et al. in 1944. Several various *in vitro* tests have been developed with a view to replacing *in vivo* eye irritation testing. One of these alternative methods is the HET-CAM test.

In our studies comparative screening was performed with a set of biocidal products to establish parallel data on *in vitro* (HET-CAM test) and *in vivo* (Draize test) results. These experiments showed good correlation between results obtained by the alternative test and those of the Draize rabbit eye test. The present form of the HET-CAM test can be proposed as a pre-screen method for the registration of biocidal products, therefore the number of test animals can be reduced.

Keywords: eye irritation, chorioallantoic membrane, HET-CAM test, Draize test, biocides

Bevezetés

A biocid termékek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatok kivitelezése a 440/2008/EK irányelv alapján többségében *in vivo* metodikán alapszik, emlős állatkísérletekre támaszkodik. Az irányelv alapján a bőr- és szemirritációs, valamint a bőr- és szemkorróziós vizsgálatokban preferált állatfaj az albínó házinyúl. Az általánosan elfogadott *in vivo* szemirritációs vizsgálatot Draize és munkatársai fejlesztették ki 1944-ben.

Az évek során igyekeztek kifejleszteni olyan alternatív eljárásokat, amelyek csökkentik a kísérletekben felhasznált állatok szenvedését és azok létszámát. Az OECD 405 (2002) elnevezésű, a vegyi anyagok toxikológiai vizsgálatára vonatkozó útmutató már tartalmaz egy kiegészítést, amelyben az *in vivo* Draize teszt csak utolsó mozzanatként szerepel, ha a jóváhagyott *in vitro* módszerek az erősen irritatív potenciálnál gyengébb irritációt értékelnek a vegyi anyagok irritatív tulajdonságainak meghatározása során. Ilyen alternatív eljárások közé tartoznak a tyúktojás chorioallantois membránját (HET-CAM) felhasználó *in vitro* módszerek, hiszen általuk megfelelően modellezhetők a különböző vegyi anyagoknak a szem kötőhártyájára gyakorolt károsító hatásai.

Anyag és módszerek

A kísérletben a következő rovarirtó biocid készítmények kerültek felhasználásra: DIAZIPOL G (cipermetrin, diazinon), PESGUARD B (cifenotrin, d-tetrametrin), PESTSTOP-B 10 EC (d-tetrametrin). A kísérleti anyagokat a HET-CAM és a Draize tesztekben 100%-os töménységben alkalmaztuk.

A Luepke (1985) által kifejlesztett HET-CAM tesztet az Invittox Protocol 47. száma (1990) alapján végeztük el. A vizsgálatban felhasznált tenyésztőjások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) Farm fajtájú tenyészetéből származtak. A tojásokat Ragus (Wien, Ausztria) inkubátorban, 37 °C hőmérsékleten, 60-70%-os relatív páratartalom mellett, a letapadás elkerülése végett naponta forgatva, 10 napig keltettük. Kontrollként 2 tojást 0,9%-os NaCl oldattal, valamint 2 tojást standardként 1%-os Na-laurilszulfát (SDS) és 0,1 M NaOH oldattal kezeltünk. A vizsgálatot minden készítmény esetén 6 tojáson, 4 ismétléssel végeztük el 0,3 ml tesztanyaggal, amit közvetlenül a CAM-ra helyeztünk. A CAM-on az 5 perces megfigyelési időn belül bekövetkező elváltozásokat (érlízis, vérzés, koaguláció) másodperc pontossággal feljegyeztük. Az adatok feldolgozása az Invittox protokollban meghatározott algoritmus alapján történt.

A Draize tesztet (Draize és mtsai, 1944) az OECD 405-ös számú útmutatója (2002) alapján végeztük. Vizsgálati anyagokként 3-3 új-zélandi házi nyulat kezeltünk. A nyulak bal szemét kezeltük, a jobb oldali szem kontrollként szolgált. Az egyedileg elhelyezett állatok számára 22-25 °C-ot és 50-70%-os relatív páratartalmat biztosítottunk. Takarmányként egységes nyúltápot és vizet kaptak *ad libitum*. A bal szem kötőhártya zsákjába 0,1 ml vizsgálati anyagot helyeztünk, majd a kezelést követő 1 óra, 1, 2, 3, 4 és 7 nap után értékeltük a szem hátyáin jelentkező elváltozásokat. Az elváltozásokhoz tartozó értékelő pontokat összesítve határoztuk meg az irritációs indexet (Kay és Calandra, 1962).

Eredmények

HET-CAM teszt

A DIAZIPOL G rovarirtó szerrel elvégzett kezelést követően a chorioallantois membránon 25–30 másodperc között lízist figyeltünk meg. A DIAZIPOL G *in vitro* irritációs indexe 6,38, ami alapján a közepesen irritatív kategóriába soroltuk. A PESGUARD B készítménnyel történt kezelés hatására a chorioallantois membránon a megfigyelési idő 22-32 másodperc között lízisz, 75. és 105. másodperce között vérzés jelentkezett. A PESGUARD B *in*

vitro irritációs indexe 9,91, a készítmény erősen irritatívnak minősült. A PESTSTOP-B 10 EC készítménnyel való kezelés után a chorioallantois membránon 48–54 másodperc között véredény-lízis, 115-120 másodperc között vérzés következett be. A PESTSTOP-B 10 EC *in vitro* irritációs indexe 8,89, ami alapján a közepesen irritatív kategóriába sorolható.

Draize teszt

A DIAZIPOL G rovarirtó szerrel elvégzett kezelés után kialakult erős kötőhártya tünetek a 4. napi megfigyelésig voltak jellemzőek, a 7. napon már csak enyhe formában jelentkeztek. A szaruhártya tünetek 96 órán belül regenerálódtak. A legerősebb tüneteket (Maximum Mean Total Score = 33) a kezelés után 48 órával figyeltük meg. Az *in vivo* irritációs index alapján a DIAZIPOL G közepesen irritatívnak bizonyult. A PESGUARD B rovarirtó szerrel kezelt állatok szemein közepes tüneteket tapasztaltunk a kötőhártyán. A 7. napra az állatok tünetmentessé váltak. A legerősebb tünetek (MMTS = 16) a kezelés után 1 órával jelentkeztek. Az *in vivo* irritációs index alapján a PESGUARD B közepesen irritatívnak bizonyult. A PESTSTOP-B 10 EC biocid termékkel való kezelés után kialakult erős kötőhártya tünetek a 3. napig voltak jellemzőek, a 4. naptól már csak enyhe formában jelentkeztek. A 2. napon enyhe szaruhártyahomályt regisztráltunk. A 7. napon minden állat tünetmentes volt. A legerősebb tünetek (MMTS = 25) a kezelés után 48 órával jelentkeztek. A PESTSTOP-B 10 EC közepesen irritatívnak bizonyult az *in vivo* irritációs index alapján.

Megvitatás

A biocid készítményekkel folytatott *in vivo* és *in vitro* irritációs vizsgálatok eredményeit a 1. táblázat tartalmazza. A kísérletek során alkalmazott 3 biocid irtószer közül a DIAZIPOL G és a PESTSTOP-B 10 EC esetében megegyezett az *in vitro* HET-CAM tesztből és az *in vivo* Draize tesztből kapott eredmény. A PESTGUARD B készítménynél az *in vitro* teszt során erősebb irritáció mutatkozott, mint az *in vivo* Draize vizsgálat során.

1. Táblázat. Az *in vivo* Draize teszt és az *in vitro* HET-CAM teszt eredményei

Vizsgálati anyag	Eredmény a Draize tesztből	Eredmény a HET-CAM tesztből
DIAZIPOL G	Közepesen irritatív	Közepesen irritatív
PESGUARD B	Közepesen irritatív	Erősen irritatív
PESTSOP-B 10 EC	Közepesen irritatív	Közepesen irritatív

A primer szemirritáció vizsgálatára javasolt perspektivikus alternatív módszerek közé tartoznak a tyúktojás chorioallantois membránját (CAM) használó *in vitro* kísérleti módszerek, köztük a HET-CAM teszt. A HET-CAM teszt olcsóbb és gyorsabb, mint a hagyományos Draize teszt, az eredményei jól reprodukálhatóak, az érzékenysége pedig kiemelkedő. A vizsgálatban tesztobjektumként tyúktojáshat használ, ezáltal a szemirritációs kísérletekben felhasznált emlőállatok száma jelentősen csökkenthető. Hátránya azonban a kiértékelés szubjektív természete, valamint a tény, hogy a vizsgálati anyagok bizonyos fizikai és kémiai tulajdonságai nehezítik a teszt alkalmazását és csökkenthetik az eredmények megbízhatóságát.

Az általunk biocid készítményekkel elvégzett *in vivo* és *in vitro* kísérletek eredményeinek összehasonlítása és a nemzetközi szakirodalomban található más típusú vegyi anyagokon végzett vizsgálatok eredményei alapján (Luepke és Wallat, 1987; Rougier és mtsai, 1992) a HET-CAM teszt elővizsgálati módszerként javasolható biocid készítmények szemirritációs tulajdonságainak vizsgálatára. Így a HET-CAM teszt alkalmazása csökkentheti a felhasznált emlős kísérleti állatok számát.

Hivatkozások

Draize, J.H., Woodard, G. and Calvery, H.O. 1944. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. **82**. 377–390.

Invitox Protocol Number 47. HET-CAM test 1990.

Kay, J.H. and Calandra, J.C. 1962. Interpretation of eye irritation tests. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*. **13**. 281-289.

Luepke, N.P. 1985. Hen's egg chorioallantoic membrane test for irritation potential. *Food and chemical toxicology*. **23**. (2) 287-291.

Luepke, N.P. and Wallat, S. 1987. HET-CAM - reproducibility studies. In: A. M. Goldberg (ed.): *Alternative methods in toxicology*. Mary Ann Liebert, Inc., New York. 353-363.

OECD 2002. Test Guideline 405. OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Acute Eye Irritation/Corrosion.

Rougier, A., Cottin, M. and De Silva, O. 1992. In vitro methods: their relevance and complementary in ocular safety assesment. *Lens Eye Tox. Res*. **9**. 229-245.

Quizalofop-P-etil hatóanyagú gyomirtó szer (Leopard 5 EC) és a réz együttes méreghatásának vizsgálata házityúk-embriókon

***Szabó Rita^{1*}, Kormos Éva¹, Antal Diána¹, Somody Gergő¹, Lehel József²,
Rakos Atilla¹, Budai Péter¹***

¹Pannon Egyetem Georgikon Kar, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

*e-mail: szabo-r@georgikon.hu

²Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar, 1078 Budapest, István u. 2.

Összefoglalás

Vizsgálatunkban egy széles körben alkalmazott gyomirtó szer, a Leopard 5 EC és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk fejlődő csirkeembriókon. Kísérleti anyagként 0,01%-os réz-szulfát-oldatot és a Leopard 5 EC (5% quizalofop-P-etil) gyomirtó szer 1,75%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemeztetéses kezelést a keltetés első napján, míg a tojások felbontását a 19. napon végeztük el. Lemértük az embriók testtömegét, rögzítettük az elhalások számát, továbbá feljegyeztük a makroszkópos magzati elváltozásokat. A biometria értékelést varianciaanalízissel végeztük. A Leopard 5 EC gyomirtó szer és a réz-szulfát együttes madárteratológiai vizsgálatának eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés (amely önmagában kismértékben embriotoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Leopard 5 EC gyomirtó szeres kezelés additív formában fokozta az embriotoxicitást, amely az embriók szignifikáns mértékű testtömegcsökkenésében nyilvánult meg az általunk alkalmazott kísérleti körülmények között.

Kulcsszavak: quizalofop-P-etil, réz-szulfát, együttes méreghatás, ökotoxikológia, madárembró

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Leopard 5 EC herbicide (5% quizalofop-P-ethyl) and copper sulphate on the development of chicken embryos. On the first day of incubation chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of

the test materials for 30 minutes. Applied concentration of copper sulphate was 0.01% and the concentration of herbicide Leopard 5 EC was 1.75%. The chicken embryos were examined for the followings: rate of embryo mortality, body mass, type of developmental anomalies, macroscopic examination. Our teratogenicity study revealed that, the combined administration of copper sulphate and quizalofop-P-ethyl containing herbicide formulation (Leopard 5 EC) caused a significant reduction in the body weight of embryos. The joint toxic effect of copper sulphate and Leopard 5 EC is an additive effect compared to the individual toxicity of the test materials.

Keywords: quizalofop-P-ethyl, copper sulphate, joint toxic action, ecotoxicology, embryo

Bevezetés

A mezőgazdasági művelésbe vont területek táplálékforrást, búvó- és költőhelyet jelentenek vadmadarainknak. Azonban ez egészségügyi kockázatot hordoz magában, mert a kijuttatott növényvédő szerek veszélyt jelenthetnek számukra. A környezeti rézterhelés forrásai között az ipari szennyezések mellett jelentős szerepet játszik a mezőgazdasági termelés, mivel a réz vegyületek felhasználásra kerülnek mikroelem trágyákban, valamint gombaölő szerek hatóanyagaiként is, amelyek lehetőséget biztosítanak a vadmadarak tojásainak expozíciójára (Jeng és Yang, 1995). A környezetbe jutó testidegen kémiai anyagok mérgező hatása nemcsak egyedileg jelentkezhet, hanem a különböző xenobiotikumok együttes méreghatása révén megváltozhat azok egyedi toxicitása, mely gyakran eredményezi a károsító hatások fokozódását (Thompson, 1996).

A fácán reprodukciós időszaka rendszerint egybeesik a tavaszi vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzésével, ami indokolja, hogy ökotoxiológiai szempontból értékeljük a peszticidek fejlődő madárembrióra gyakorolt hatását. A madárteratológiai vizsgálatok során alkalmazott bemerítéses kezelés lehetővé teszi a madárembrióra gyakorolt indirekt hatások tanulmányozását, és így megfelelően modellezi a környezetben érvényesülő egyedi és interakciós károsító hatásokat (Lutz és Oterag, 1973; Hoffman és Gay, 1981).

Anyag és módszerek

A környezeti rézterhelés modellezéséhez 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldattal (Reanal-Ker Kft., Magyarország) végeztük az egyedi és együttes kezeléseket. Az 5% quizalofop-P-etil hatóanyagú Leopard 5 EC gyomirtó szert (Makhteshim Agan Hungary Zrt., Magyarország) az

egyedi és az együttes kezelések alkalmával gyakorlati permetlé töménységben (1,75%) alkalmaztuk. Vizsgálatainkat Farm fajtájú termékeny tyúktojásokon végeztük, amelyek a Goldavis Kft. (Sármellék Magyarország) Farm tenyészetéből származtak. A tojások keltetése Ragus típusú (Wien, Ausztia) asztali keltetőgépben történt. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról. A bemeztetése kezelés során a tyúktojásokat (n=40/csoport) 30 percre a vizsgálati anyagok megfelelő töménységű, 37 °C-os oldatába, illetve emulziójába helyeztük. A bemeztetés befejeztével a tojásokat szűrőpapírra helyeztük, hogy a felesleges folyadékot leitassuk róluk, majd a keltetőbe helyeztük azokat.

A várható kelés előtt két nappal, a keltetés 19. napján került sor a feldolgozásra. A kórbonctani feldolgozás keretén belül lemértük és jegyzőkönyvben rögzítettük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elpusztult embriók számát, továbbá értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát.

Az elő embriók testtömeg adatainak eloszlására a Kolmogorov-Smirnov tesztet, értékelésre – mivel az adatok normál eloszlásúak voltak - a Student-féle t-próbát alkalmaztuk (Finney, 1972). Az embriomortalitás és a fejlődési rendellenességek értékeléséhez a RXC X^2 tesztet, utótesztként Fischer-féle egzakt tesztet használtunk (Baráth és mtsai, 1996). A statisztikai értékelés során a szignifikancia minimumértékének a $p < 0,05$ szintet tekintettük.

Eredmények

A 0,01%-os réz-szulfáttal egyedileg elvégzett kezelés hatására az embriók testtömege (átlag 28,32 g) szignifikánsan csökkent a kontroll csoportban mért értékekhez képest (átlag 30,83 g). A bemeztetéses 0,01%-os réz-szulfát expozíció eredményeként nőtt az embrió elhalások előfordulásának gyakorisága (15,79%) a kontroll csoporthoz (10,81%) viszonyítva. Az elpusztult embriók számának növekedése azonban statisztikailag nem volt igazolható. Az élő embriók közül egy mutatott fejlődési rendellenességet, a deformitás nyaki ödéma volt.

Az 5% quizalofop-P-etil hatóanyag-tartalmú Leopard 5 EC herbiciddel kezelt csoportban tapasztalt, a kontroll csoporthoz viszonyított testtömeg-csökkenés (átlag 30,76 g) nem volt szignifikáns mértékű. A gyakorlati permetlé töménységben elvégzett növényvédő szeres kezelés hatására az embriomortalitás aránya 13,89%-ra emelkedett a kontroll csoportban mért értékhez (10,81%) képest, azonban az eltérés statisztikailag nem volt igazolható. A gyomirtó szerrel kezelt csoportban egy esetben állapítottunk meg makroszkópos deformitást az élő embrióon. Fejlődési rendellenességként a nyak rendellenes állása fordult elő.

A 0,01%-os réz-szulfáttal és az 5% quizalofop-P-etil hatóanyag-tartalmú Leopard 5 EC gyomirtó szerrel történt együttes kezelés hatására a madárembriók testtömegei (átlag 29,18 g) szignifikánsan csökkentek mind a kontroll (átlag 30,83 g), mind a herbiciddel (átlag 30,76 g) egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva. A kombinációs kezelés hatására az elpusztult embriók aránya 14,29%-ra emelkedett. Az embriomortalitás fokozódása azonban nem volt szignifikáns mértékű sem a kontroll, sem a növényvédő szerrel egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva. A kombinált kezelés hatására egy élő embrió mutatott fejlődési rendellenességet, a deformitás nyaki ödéma volt.

Megvitatás

Fejes (2005) kísérleteiben különböző rézkoncentrációk fejlődő madárszervezetre gyakorolt károsító hatásait vizsgálta. Az elvégzett vizsgálatok célja az volt, hogy a nehézfém különböző koncentrációinak kísérletbe állításával kiválasztásra kerüljenek azok az önmagukban nem vagy csak kismértékben embriotoxikusnak minősíthető kezelési koncentrációk, amelyek felhasználásával a továbbiak során tanulmányozhatóvá válik a nehézfém és növényvédő szerek együttes méreghatása. A dóziskeresés folyamán négy különböző koncentráció (1,0%, 0,1%, 0,01%, 0,001%) került alkalmazásra. A magasabb koncentrációk vizsgálatba állítását különösen indokolta, hogy a növényvédelmi gyakorlatban „rézgalic” néven 0,5-2%-os dózistartományban kerül felhasználásra. Az elvégzett kezelések eredményeként dózisfüggően nőtt az embriomortalitás és a fejlődési rendellenességek előfordulásának aránya. A két legmagasabb kezelési koncentrációnál mért embriomortalitási értékek alapján a szerző, kizárta ezeket a koncentrációkat a további vizsgálatokból, valamint felhívta a figyelmet arra a veszélyre, melyet a vegyszeres növényvédelmi munkák során peszticidként 0,5-2%-os dózistartományban felhasználásra kerülő réz-szulfát jelenthet a tojásban fejlődő madárembriókra.

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat egyedi méreghatása embriotoxikus volt a tojásban fejlődő madárszervezetre, ami elsősorban szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésben nyilvánult meg. Az 1,75%-os töménységben egyedileg felhasznált Leopard 5 EC herbicid ugyancsak testtömeg-csökkenést okozott élő embriók esetében, de statisztikailag nem volt igazolt mértékű ez a csökkenés. A bemeztetéses kezeléssel elvégzett együttes méreghatás vizsgálat eredményei alapján egy viszonylag alacsony környezeti rézterhelés mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Leopard 5 EC gyomirtó szeres kezelés fokozta az embriotoxicitást, amely elsősorban szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésben nyilvánult meg az általunk alkalmazott vizsgálati rendszerben. Összességében elmondható, hogy a kezelések hatására

sporadikus embrióelhalást tapasztaltunk, a fejlődési rendellenességek aránya is alacsony szinten maradt, teratogén hatás nem volt igazolható.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projekt keretében készült. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- Baráth, Cs., Ittész, A., Ugrosdy, Gy. 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 37-217.
- Fejes, S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreghatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. Doktori (PhD) Értekezés. VE GMK. Keszthely. 39-42.
- Finney, D.J. 1972. An Introduction to Statistical Science in Agriculture. Blackwell Sci. Publ., Oxford. 96.
- Jeng, S. L., Yang, C. P. 1995. Determination of lead, cadmium, mercury and copper concentrations in duck eggs in Taiwan. *Poult. Sci.* **74**. (1) 187-193.
- Lutz, H., Oterag, Y. 1973. Pesticides teratogenese et surric chez les oiseaux. *Arch. Anat. Hist. Embr.* **56**. 65-68.
- Thompson, H.M. 1996. Interactions between pesticides; A review of reported effects and their implications for wildlife risk assessment. *Ecotoxicology*. **5**. (2) 59-81.

Korom hatása a kukorica növekedésére és produkciójára

Illés Bernadett,^{1} Anda Angéla¹, Martin Gizella¹*

¹*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék, 8360 Keszthely,
Festetics u. 7.*

**e-mail: illes.bernadett86@gmail.com*

Összefoglalás

Kutatásunk során a korom káros hatásait vizsgáltuk szabadföldi körülmények között Keszthelyen. Célunk volt a kukorica korom által okozott változásainak megfigyelése, esetleges káros hatások felkutatása. A kísérletet két egymást követő évben végeztük (2010, 2011), mely során a növénymagasság, fenológia, levélfelület-index (LAI) értékeit mértük, illetve a tenészedőszak végén a termés mennyiségét és minőségét. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az időjárás tekintetében eltérő éveket vizsgáltunk. A LAI-ban 2010-ben szignifikáns eltérés nem mutatkozott, bár növekedést így is tapasztaltunk a szennyezett állományban. Ezzel szemben a száraz 2011-ben a korommal kezelt növények eltérése a kontroll állományhoz képest jelentős volt. A fenológiai fázisok megjelenésére és hosszára nem volt jelentős hatással a korom. A produkció tekintetében elmondható, hogy csak a szem szárazanyag volt, mely során mindkét évben szignifikáns eltérést tapasztaltunk. Ezen kívül pozitív hatást is megfigyeltünk az összes szárazanyag tekintetében.

Kulcsszavak: korom, fenológia, levélfelület-index, produkció, kukorica

Abstract

The objective of our study was to investigate the negative effects of black carbon (BC) under field experiment in Keszthely (Hungary). In the scope of the research were to identify changes, investigate potential adverse effects on maize caused by soot and to find solution to negative changes. The field experiment was carried out in two following years (2010 and 2011) when growth and developmental variables (height, phenology, leaf-area index LAI) were measured. At the end of growing season yield and qualitative parameters were documented.

Summaring the results the weather conditions differed in the two years of research period. In 2010, according to LAI data no significant changes were detected although some increase was observed. In 2011 LAI of the carbon polluted plants differed significantly than in the control crop. Results showed no effect of soot on the development and time period of the phenological stages. Relating to the seed dry mass significant changes were identified in each growing season. A positive effect of black carbon on total dry mass was also detected.

Keywords: black carbon, phenology, leaf area index, production, maize

Bevezetés

A korom (black carbon (BC)) a fosszilis tüzelőanyagok és biomassza elégetése során kerül a légkörbe, majd a légköri szállítás eredményeképpen nagy távolságokra képes eljutni (Stoffyn-Egli et al., 1997). A kutatásunk célja a gépjárművekből származó korom vizsgálata volt. E témának jelentőségét támasztja alá Reddy és Venkataraman (2002) vizsgálata is, akik Indiában, az ott található körülmények tükrében megállapították, hogy a korom kibocsátás mintegy 58%-a a közlekedés számlájára írható. Legújabb tanulmányok támasztják alá, hogy a korom jelentős mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez, annak ellenére, hogy a tartózkodási ideje rövid (2-3 hét). Jacobson (2001) kutatásai során megállapította, hogy a korom a második legfontosabb eleme a globális felmelegedésnek. Baron et al., 2010 szerint csak a szén-dioxid gáz múlja felül a korom negatív hatását.

Anyag és módszer

A vizsgálat helyszíne az Agrometeorológiai Kutatóállomás volt Keszthelyen, ahol 0,3ha-os parcellákon 2010-2011 között állítottuk be kísérleteinket. A meteorológiai adatokat egy helyi QLC-50 típusú automata szolgáltatta.

Megfigyeléseinket Thornthwaite-féle kompenzációs evapotranszpirométerekben és öntöztelen parcellákon egyaránt végeztük. Az evapotranszpirométerek kádjai 4m³-es tenyészedények, 2 m x 2 m-es felülettel és 1 m-es mélységgel, melyben ad libitum vízellátás biztosított a növényeknek.

Tesztnövényként rövid tenyészidejű Sperlona (FAO-340) hibrid kukoricát alkalmaztuk, 70000 tő ha⁻¹ sűrűségben.

A koromszennyezéshez vegytiszta kormot használtunk, melyet a Hankook Gumigyár (Dunaújváros, Magyarország) biztosított számunkra. A korom szemek több mint fele $18\text{ }\mu\text{m}$ alatti és az egész korommennyiség 90%-a $50,6\text{ }\mu\text{m}$ alatti. Relatív kis adagot juttattunk ki (3 g m^{-2}) hetente.

A levélfelület-index meghatározásához a LI 3000A planimétert alkalmaztuk hetente. Az ismétlések száma a kádak esetében 4, a parcellák esetében 5 növény volt.

Egyváltozós varianciaanalízist alkalmaztunk a kezelések közötti különbségek megállapításához (öntözés, szennyezés). Az idősor elemzéshez (levélfelület-index, napi párolgás) párosított t-próbát használtunk. Az adatok analíziséhez SPSS programcsomagot használtunk (SPSS Statistics 17.0; IBM Corporation, New York, US).

Eredmények és értékelésük

Időjárási viszonyok és hatásuk a kukorica növekedésére

A vizsgált két év tenyészidőszakának időjárása eltérő volt. A középhőmérséklet 2010 tenyészidőszakában a sokéves átlagtól nagymértékben nem tért el, de a csapadék tekintetében jelentős eltérés mutatkozott.

2010-ben a csapadékbevitel a sokéves átlaghoz képest 40%-kal volt magasabb, ezzel szemben 2011-ben 44%-kal volt kevesebb. A középhőmérséklet viszont 2011-ben haladta meg a sokéves átlagot, $1,2^{\circ}\text{C}$ -kal.

Július hónap kiemelkedő volt mindkét évben, mivel erre a hónapra esett a kukorica növekedésének szempontjából a legfontosabb időszak, a címerhányás. Viszont a nagy eltérések a sokéves átlaghoz képest ebben a hónapban nem jelentkeztek sem a csapadékbevitel, sem a középhőmérséklet esetében. Ez a kapcsolat a kukorica növekedése szempontjából nem elhanyagolható jelentőségű.

2010-ben a bőséges csapadék a levelek leszáradását egy hónappal meghosszabbította. Ez viszont már a teljes érés után jelentkezett, így a két év közötti különbség csupán egy hétnek adódott. A fenofázisok tekintetében az evapotranszpirációs (ET) kádakban nevelt növények a parcellákhoz képest jelentős eltérést nem mutattak. A korom szennyezés egyik évben sem befolyásolta szignifikánsan a kukorica egyes fenológiai fázisainak a hosszát és a bekövetkezését.

Levélfelület-index

A LAI esetében 2010-ben a korommal kezelt állomány szignifikáns eltérést nem mutatott sem a parcellákon, sem az ET kádakban. 2011-ben viszont az előbbi megállapítás ellenkezője volt megfigyelhető. Míg 2010-ben a korommal kezelt parcellákon csupán 3,2%-kal volt nagyobb a

levélfelület, mint a kontroll parcellákon, 2011-ben ezzel szemben a nem öntözött korommal kezelt kukorica levélfelülete 14,8%-os ($P<0.05$) növekedést mutatott, az ET kádakban 11,8%-kal ($P<0.05$) magasabb levélfelületet fejlesztett a kukorica.

Időjárástól függetlenül a korom megnövelte mindkét évben a kukorica zöldfelületét. A vizsgált két év közötti különbség esetében a korommal kezelt kukorica nem mutatott szignifikáns eltérést, bár 2011-ben a növekedés a vegetatív szakaszban magasabb, és a leszáradás (július vége) időszakában alacsonyabb LAI-et mértünk, mint 2010 azonos időszakaiban.

Szárazanyag produkció

A koromszennyezés hatása mindkét évben a három vizsgált paraméter (szem, szár, összes szárazanyag) esetében csökkentő hatású volt, de csak a szem szárazanyag esetében mutatkozott szignifikáns ($P<0,05$) eltérés és csak a nem öntözött parcellákon (1. táblázat).

1. Táblázat. A szem-, szár- és teljes (TDM) szárazanyag alakulás a korommal kezelt állomány és a kontroll állomány között 2010-ben és 2011-ben

ANOVA				
2010	<i>Kontroll állomány</i>	Eltérés	F	Szignifikancia
	Szár DM	5,0	0,702	0,426
	Szem DM	12,4	7,122	0,037
	TDM	9,2	1,901	0,205
	<i>Öntözött (ET)</i>			
	Szár DM	12,1	5,277	0,061
	Szem DM	2,2	0,278	0,614
	TDM	8,2	2,480	0,166
2011	<i>Kontroll állomány</i>	Eltérés	F	Szignifikancia
	Szár DM	-8,5	0,309	0,593
	Szem DM	17,6	7,344	0,027
	TDM	4,0	0,202	0,665
	<i>Öntözött (ET)</i>			
	Szár DM	-1,9	0,095	0,768
	Szem DM	3,0	2,553	0,154
	TDM	0,5	0,057	0,819

A kiegészítő vízellátás pozitív hatása még 2010-ben is érzékelhető volt. Amíg a korommal kezelt parcellán a szem szárazanyag 12,4%-kal csökkent a parcellákon, addig az ET kádakban ez a csökkenés mindössze 2,2%-os volt. 2011-ben a termés csökkenés 5%-kal meghaladta az előző évet, a korommal kezelt parcellákon 17,6%-os ($P<0,05$), az ET kádakban 3%-os csökkenés mutatkozott.

A szem szárazanyag csökkenés oka a deformált csövek számának növekedéséből eredhet. 2010-ben 10,7%-os, 2011-ben 20,7%-os növekedést jelentett. Az ET kádakban is voltak deformált csövek, de számuk jóval kevesebb volt, mint a parcellán. A kontroll állományban alig találtunk torz csöveket.

Megvitatás (következtetések)

A vizsgálataink során a korom szennyezésnek negatív és pozitív (LAI növekedés) hatásait tapasztaltuk. A negatív hatás a kukorica szemszárazanyagában jelentkezett, melynek oka a torz csövek megjelenése volt a szennyezett állományban.

A kukorica kártevői közül a kukoricabogár és a kukoricamoly jelenléte is változott a két évben. 2010-ben az ET kádakban karózni kellett a kukoricákat, mely feltételezhetően a kukoricabogár és egy erős vihar hatására dőlt ki. 2011-ben az alkalmazott vegyszerezés ezt a kárt 10-15%-ra csökkentette. A kukoricamoly mindig jelen van a kártevők közül, esetünkben mintegy 12-18%-ban. Ezen tapasztalatokat nem a rovarok felvételével nyertük, hanem a kárképek alapján.

Köszönetnyilvánítás Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projekt keretén belül valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

Baron, R. E., Montgomery, W. D., Tuladhar, S. D. 2010. An analysis of black carbon mitigation as a response to climate change, Copenhagen Consensus Center, <http://fixtheclimate.com/uploads/tx_templavoila/AP_Black_Carbon_Baron_Montgomery_Tuladhar_v.4.0.pdf>, accessed on 20/06/10.

Jacobson, M. Z. 2001. Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols. *Nature* **409**. 695–697.

Reddy, M. S., Venkataraman, C. 2002. Inventory of aerosol and sulphur dioxide emissions from India: I—fossil fuel combustion. *Atmos Env* **36**. 677–697.

Stoffyn-Egli, P., Potter, T. M., Leonard, J. D., Pocklington, R. 1997. The identification of black carbon particles with the analytical scanning electron microscope: method and initial results. *Science of the Total Environment*. **198**. 211–223.

Növényvédőszer-rezisztencia monitorozása molekuláris genetikai eszközökkel

Taller János

Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék

8360 Keszthely, Festetics u. 7.

**e-mail: taller@georgikon.hu*

A jelen mezőgazdasági gyakorlatban növényvédőszerrel nélkül nehezen garantálható a termésbiztonság. Ugyanakkor a természetes populációkban növényvédőszer-rezisztens genotípusok alakulhatnak ki, melyek elterjedését nagyban segíti, hogy a célszervezet számára kedvező környezetben a peszticiddel a normál genotípust pusztítjuk.

Eltekintve a réz, kén és hasonló toxikus hatású szerekkel, a növényvédőszer hatóanyagok általában a célszervezet egy létfontosságú molekulájának működését, azaz egy meghatározott gén termékét blokkolják. Azonban a genetikai változékonyságnak köszönhetően lesznek olyan genotípusok melyek célmolekuláin megváltozik a hatóanyag kapcsolódási helye, és így – még, ha fitness-hátránnyal is, de – e genotípusok életben maradnak és képesek szaporodni.

A célgéneken bekövetkező, szer-rezisztenciát okozó változások molekuláris értelemben általában jól definiálhatóak. Például, a triazin-származékokkal, vagy a linuronnal szembeni rezisztenciát a célgénen bekövetkező egyetlen nukleotid (adenin-guanin) csere okozza, míg az ALS-gátlókkal szembeni rezisztenciát az ALS gén öt meghatározott pontjának bármelyikén bekövetkező meghatározott nukleotid csere idézheti elő. A mitokondriális légzés-gátló fungicidek esetében is gyakran egyetlen pontmutáció okozza a szer-rezisztenciát.

A peszticid-célgének szekvenciájának és a rezisztenciát okozó változás típusának ismeretében detektálási eljárást tudunk kifejleszteni, mely alkalmas adott populációk pásztázására és az esetlegesen jelenlévő rezisztens genotípusok gyors detektálására. Az egyes hatóanyagokra, - mivel eltérő célgénjeik vannak, - értelemszerűen külön eljárást szükséges fejleszteni. Az eljárást célszerű a szer szempontjából legfontosabbnak ítélt célszervezetre (fajra) kifejleszteni, majd úgy módosítani, hogy további célszervezetekre is alkalmazható legyen. A jelen munkában konkrét fejlesztéseinken keresztül mutatunk be a gyakorlatban alkalmazható eljárásokat, melyek segítségével korai fázisban, még a fenotípusos megnyilvánulás előtt detektálható a kialakult rezisztencia.

A jelen prezentáció célja, hogy együttműködő partnereket találjunk a különféle peszticid-rezisztenciák molekuláris monitorozási technológiáinak kifejlesztéshez. Az együttműködésben a Biotechnológia Csoport a molekuláris fejlesztéseket végezné, míg a partner a növényvédelemben meglévő gyakorlati tapasztalatával és tesztelési lehetőségeivel járulna hozzá a számára is érdekes konkrét fejlesztési célok megvalósításához. A fejlesztéshez pályázati források bevonását tervezzük.

Az itt bemutatásra kerülő eddigi,- valamint a jövőbeni fejlesztéseinknek is célja, hogy gyors eljárásokat fejlesszünk ki a különféle növényvédőszerekkel szembeni rezisztencia korai detektálására. Az így szerzett ismeret alapján az adott területre optimalizált védekezési eljárás tervezhető. Véleményünk szerint a szer-rezisztencia időben történő detektálása és terjedésének megakadályozása meghatározó a tekintetben, hogy egy hatóanyag hosszú ideig hatékony maradjon a széleskörű felhasználás számára.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 azonosító számú projekt támogatásával valósult meg.

Herbicide célgénének és rezisztenciát okozó mutációk vizsgálata az ürömlevelű parlagfűben (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

**Mátyás Kinga Klára^{1*}, Poczai Péter¹, Cernák István², Cseh András¹,
Csép Adrienn¹, Diane Lyse Benoit³, Kutasy Barbara¹, Péterné Farkas Eszter¹,
Taller János^{1*}**

¹*Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytudományi és Biotechnológia Tanszék Biotechnológia Csoport, 8360, Keszthely, Festetics u. 7.*

²*Pannon Egyetem, Agrártudományi Centrum, Burgonyakutatói Központ, 8360, Keszthely, Festetics u. 7.*

³*Horticultural Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 430 Gouin blvd., Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec) J3B 3E6, Canada*

**e-mail: mkklara@freemail.hu; taller@georgikon.hu*

Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) gyomszabályozásában az agrotechnikai, mechanikai és biológiai eljárások mellett kiemelt jelentősége van a különböző hatásmechanizmusú herbicideknek. Azonban a vegyszeres gyomirtás és az egyoldalú szerhasználat következtében, a különböző herbicidekkel szemben ellenálló gyomnövények száma folyamatosan növekszik. A molekuláris genetikai kutatások és a rezisztencia mechanizmusok genetikai hátterének megismerése, hozzájárulhat a precíziós gyomszabályozás optimalizálásához. Ezért, korábbi vizsgálataink során jellemeztük a triazinok célgénjét parlagfűben és igazoltuk, hogy a rezisztencia oka más gyomnövényekhez hasonlóan a *psbA* génben történő nukleotid csere. A mutáció kimutatására egy molekuláris gyorsesztesztet dolgoztunk ki. A triazinok felhasználása Magyarországon környezetvédelmi okok miatt ugyan néhány éve korlátozott, azonban más, fotoszintézist, illetve bioszintézist gátló herbicidek felhasznált mennyisége megnövekedett. Így például a szintén fotoszintézist gátló linuron hatóanyagú karbamid származékoké, melyek használata különböző egy és kétszikű kultúrákban Magyarországon is elterjedt. Az ALS-gátló herbicidek, a hatásmechanizmusuknak, széles felhasználási területüknek és a kultúrnövények toleranciájának köszönhetően, amely a szer gyors metabolikus lebontásából ered mára a legszélesebb körben alkalmazott gyomirtószerekké váltak. Magyarországon jelenleg, hivatalosan ALS-gátló rezisztens parlagfű genotípust még nem detektáltak.

Jelen kutatásaink célja linuron és ALS-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia molekuláris genetikai hátterének feltárása, melyhez rendelkezésünkre álltak Kanadából származó rezisztens parlagfű genotípusok. Emellett, izolálni kívántuk a parlagfű teljes ALS génjét és a szekvencia ismeretében az ALS gátló herbicid rezisztencia kimutatására alkalmas molekuláris eljárás kidolgozását tűztük ki célul. Eredményeink segítségével a parlagfű *psbA* génjében bekövetkező, többszörös herbicid rezisztenciát okozó pontmutáció, a már kifejlesztett molekuláris gyorseszteszt alkalmazásával kimutatható. Az eljárás a *psbA* gén konzerváltságának köszönhetően más növényfajok és gyomfajok esetében is alkalmazható. Vizsgálatunk során az általunk fejlesztett markerek segítségével izoláltuk a parlagfű ALS génjét, rezisztens és szenzitív genotípusokból. A teljes ALS gén szekvenciájának ismeretében lehetővé vált az atrazin és a linuron rezisztencia kimutatására szolgálóhoz hasonló molekuláris eljárás kidolgozása. A szélesebb körben való alkalmazhatósághoz a rezisztenciát okozó pontmutációkat további 19 gyomfaj esetében is elemeztük. Reményeink szerint eredményeink elősegítik a parlagfű hatékonyabb gyomszabályozását.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 azonosító számú projekt támogatásával valósult meg.

Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos területen két eltérő évjáratban

***Varga Péter*, Májer János, Németh Csaba, Győrffyné Jahnke Gizella,
Szőke Barna***

*Pannon Egyetem Agrártudományi Centrum Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Badacsony;
8261 Badacsonytomaj, Római u. 181.*

**e-mail: vargapeter@mail.iif.hu*

A környezetkímélő szőlőtermesztési technológiák talajművelési rendszereiben a talajvédelem, ezen belül az erózió elleni védelem kiemelt szerepet kap. Az erózióvédelem mellett azonban, a szárazabb ökológiai adottságú termőhelyeken (egyes évjáratokban) a víztakarékosság elsődleges szemponttá válhat. Ilyen ökológiai adottságokkal rendelkezik a Balatoni Régió is. Napjainkban, amikor a globális felmelegedés okozta klímaváltozás következtében fellépő új stresszhatásokkal szemben, a környezetbarát szőlőtermesztés egyre inkább előtérbe helyezi a harmonikus tápelem ellátás szükségességét, a termőhelyre adaptált megfelelő talajápolási módszer kiválasztását, az okszerű növényvédelem használatát, a megfelelő-nem túlzott tőketerhelést, így nagyobb esélye van a vírusmentes, megfelelő minőségű és mennyiségű áru- és szaporítóanyag előállításának. A prognózisok szerint a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb lesz a szárazság, magasabb lesz az átlaghőmérséklet, illetve gyakrabban várhatók heves esőzések. A nem megfelelő talajművelés hatására fellépő abiotikus stresszhatások negatívan hatnak a tőkék növekedésére. A talajtakarás, illetve a takarónövények segítenek megvédeni a talajt az eróziótól, deflációtól, továbbá a gyomszabályozásban rejlő előnyük, illetve hatásuk sem elhanyagolható. Az optimális időben, a megfelelő művelő eszköz használatával kivitelezett mechanikai talajművelésnek is megvan a létjogosultsága a talajápolási rendszerekben.

A Badacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben közel egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel talajművelési kísérleteket állítottunk be. Kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal történő talajtakarást, a tartós- és időszakos növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben.

A korábbi átlagos csapadék ellátottságú évek után, 2010-ben bőséges csapadékviszonyok között lehetőségünk volt vizsgálni a különböző talajművelési módok hatását az erózióvédelemben. Azonban az utóbbi két év lehetőséget nyújtott igen száraz körülmények között, a különböző

talajápolási módok hatását értékelni a vízmegőrzésben is. A célkitűzéseink alapján megállapításaink most már több eltérő csapadék ellátottsági év átlagában a következők:

- - a hegy-völgy irányú lejtős területek talajművelésénél, a szélsőséges csapadékviszonyok (erózió, víztakarékosság) miatt mindenképpen ajánlatos valamilyen talaj-, illetve növénytakarásos talajművelési módot választani.
- - a talajápolási mód megválasztásánál azonban figyelembe kell venni, hogy a talaj nedvességtartalmára az időszaki- és a tartós növényborítás negatív hatással van.
- - Nagyon csapadékos nyári periódus (2010) esetén, az egyébként mechanikailag művelt területeken, a gyomflóra kaszálása révén kialakított időszaki növénytakarásnak is van létjogosultsága.
- - Vízmegőrzésben, erózióvédelemben és a termés mennyiségét tekintve a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás a legkedvezőbb hatású. Mindezek alapján javasoljuk a módszer alkalmazását a gyakorlat szintjén is.

Inváziós gyomfajok kártétele szántóföldi kultúrákban

Kazinczi Gabriella*, Keszthelyi Sándor, Pál-Fám-Ferenc

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Növénytani és Növénytermesztés-tani Tanszék, 7400

Kaposvár, Guba Sándor út 40.

**e-mail: kazinczi.gabriella@ke.hu*

Összefoglalás

A több mint fél évszázadra visszatekintő Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményei azt mutatják, hogy az inváziós gyomfajok („özzönvények”) térhódítása egyre növekvő méreteket ölt. Kártételük sokoldalú. Veszélyeztetik a természetes életközösségek ökológiai egyensúlyát, természetvédelmi területeken, természetes és természetközeli társulásokban csökkentik a biológiai diverzitást, egyes allergén gyomok humánegészségügyre gyakorolt hatása sem elhanyagolható. Ezen gyomfajok agroökoszisztémákban jelentős termés minőségi- és mennyiségi csökkenést okoznak. Vizsgálatainkban néhány elterjedt, veszélyes, inváziós gyomfaj (selyemmályva, selyemkóró, olasz szerbtövis, parlagfű) hatását vizsgáltuk laboratóriumi, üvegházi és szabadföldi kísérletekben néhány teszt faj csírázására, korai vegetatív, és generatív fejlődésére. Megállapítottuk, hogy a laboratóriumi bioassay tesztekben a különböző növényi részekből készült vizes kivonatok csírázásserkentő-, illetve gátló hatása a donor és recipiens fajtól, valamint a kivonatok töménységétől függött. Üvegházi kísérletekben eltérő volt az élő és az elhalt növényi maradványok hatása, amelyek az egyes teszt növényfajok fejlődését a különböző életszakaszokban eltérően befolyásolták. Additív korai és kései versengési kísérletekben a gyomfajok közül az olasz szerbtövis volt a legagresszívabb kompetítor, jelenléte közel 100%-os termésvesztést okozott szántóföldön. A szántóföldi növények közül a napraforgó általában versenyképesebb partnernek bizonyult, mint a kukorica.

Kulcsszavak: versengés, allelopátia, invázió, kártétel, gyomnövények, kultúrfajok

Abstract

Results of the Five National Weed Surveys show that the rapid spreading of some invasive alien weed species (IAS) became more and more important during the last decades. These weeds are

believed to cause considerable harmful effect on the ecological balance of natural communities. Biological diversity of natural conservation areas are also endangered. Beside these some weeds can cause allergenic problems in human health. In the agroecosystems the weeds cause considerable yield losses and also reduce yield quality. The aim of our examinations was to study the effect of some serious invasive weeds (*Asclepias syriaca*, *Abutilon theophrasti*, *Xanthium italicum*, *Ambrosia artemisiifolia*) on the germination, vegetative and generative development of some field crops. In laboratory bioassay tests, the promoting and inhibitory effect of plant extracts showed a close dose-response relationship on the germination rate of the test species. In pot experiments under glasshouse conditions, the effect of living and dead plant parts on the plant physiological processes was different. In additive competition studies (both under glasshouse and field conditions) *X. italicum* had the strongest competitive ability. Its presence caused almost 100% yield loss. Among field crops, sunflower generally was more competitive as compared to that of maize.

Keywords: competition, allelopathy, invasion, harmful effect, weeds, crops

Köszönetnyilvánítás

A Szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket a TÁMOP -4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 és a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0039 sz. projektek segítségével megvalósuló támogatásért.

Precíziós technológiai alkalmazások elemzése a búza és a kukorica termesztésében

Balla István, Tarnawa Ákos, Horváth Csaba, Kis Judit, Jolánkai Márton*

Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet, Gödöllő

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

Összefoglalás

Egy országos kutatási program keretei között, négy kísérleti helyen azonos tematikával beállított kisparcellás kísérletekben tanulmányozták a precíziós agrotechnikai kezelések búzára (*Triticum aestivum*) és kukoricára (*Zea mays*) gyakorolt hatását. Az eredmények igazolták a hely-specifikus agrotechnikai beavatkozások hatását, ugyanakkor lehetőséget adtak a két vizsgált növényfaj eltérő reakcióinak tanulmányozására is. Szemtermés, valamint a gyomborítottság vonatkozásában a kukorica, míg a tőszám, illetve a fehérjetartalom értékeinek alakulásában pedig a búza reakciói bizonyultak erősebbnek.

Kulcsszavak: precíziós növénytermesztés, búza, kukorica, szemtermés, tőszám, fehérjetartalom, gyomborítottság

Abstract

Precision crop production management techniques were applied at four locations to evaluate their impact on small plot units sown by wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) in a Hungarian national case study. The results obtained suggest the applicability of the site specific management techniques, however the crops studied responded in a different way concerning the impact of applications. Maize had a stronger response regarding grain yield and weed canopy. Wheat was responding better than maize concerning plant density and protein content performance.

Keywords: precision crop production, wheat, maize, yield, plant density, protein content, weed canopy

Bevezetés

A precíziós növénytermesztés célja lényegében a termőhelyi viszonyokhoz való minél pontosabb termesztéstechnológiai adaptáció. A precíziós agrotechnikai beavatkozások lényege, hogy GPS és GIS módszerekkel, illetve eszközök alkalmazásával egy agroökológiai rendszer beazonosított pontján végez kezeléseket. Technológiai szempontból alapvető kérdés az adott növényfaj reakciójának megismerése (Nagy 2003, Jolánkai et al 2005). A probléma azonban két oldalról jelentkezik. Az első az ismeret, az adat térbeli és időbeli gyakorisága. Másrészt ugyancsak kevés ismerettel rendelkezünk a növények viselkedéséről a terménymínőséget illetően. Milyen mértékben hat a termőhelyi heterogenitás a megtermett termés egyes minőségi paramétereire (Jolánkai et al 2008).

A GIS-alapú térinformatikai rendszer építése, a gyakorlati szempontból kezelhető méretű homogén táblarészek elkülönítése alapvető fontosságú a precíziós technológia alkalmazásakor (Balla et al 2011). A GPS technika alkalmazásával térben beazonosíthatók, a műveletek során az erőgépen elhelyezett technika segítségével felismerhetők és a kijuttatandó mennyiségek változtathatók. A növényvédelmi, vagy a tápanyagutánpótlási szaktanácsadás készítésekor ezekre az elkülönített foltokra határozhatók meg azok a kezelések, melyeket a szaktanácsadó vagy a gazdálkodó agronómiai és technológiai szempontból különbségként el tud fogadni (Jolánkai et al 2005).

Anyag és módszer

A precíziós módszerek mezőgazdasági alkalmazásának tanulmányozására az MTA TAKI vezetésével négyéves országos kutatási program indult (Németh et al, 2007). A konzorciumban résztvevő négy növénytermesztési intézmény kutatócsoportja (DE Agrártudományi Centrum - Debrecen, MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete - Martonvásár, SZIE Növénytermesztési Intézete - Gödöllő, PE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar - Keszthely) vizsgálta az őszi búza *Triticum aestivum*, és a kukorica *Zea mays* termőhelyi anomáliákkal kapcsolatos reakcióit, paramétereinek meghatározását.

A növénytermesztési kutatócsoport négy olyan plauzibilis agrotechnikai elemet tartott alkalmasnak tanulmányozásra, amely értelmezhető, és bizonyítható, mérhető és ismételhető eredményt képes adni az adott gép, eszköz munkájában bekövetkezett változás hatására. Ezek: az N fejtrágyázás, a herbicid, a fungicid és az inszekticid használat. Négy termőhelyen azonos tematikával végzett kísérletek beállítására került sor. A kísérleti kezelések szabadföldi

kisparcellás körülmények között, kéttényezős, osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben történtek. A növényvédelmi kezeléseket az adott kísérleti tér herbológiai és epidemiológiai viszonyainak megfelelő optimális szerekkel, az adott szer előírásainak megfelelő dózisban és alkalmazási időpontban végezték. A N trágyázás, illetve fejtrágyázás a kísérleti helyen optimális adagban, kezeletlen, őszi-tavaszi megosztású, illetve kétszeres tavaszi kijuttatású adagokban történt. A növényminták, illetve a termésminták minőségvizsgálata a hatályos minőségi szabványoknak megfelelően (MSZ ISO 5531:1993, MSZ ISO 6645:1993) történt.

Eredmények

Jelen dolgozat célja az országos precíziós kutatási program eredményeinek elemzése volt. Az elemzés tárgya a növényfajok, illetve az agrotechnikai kezelések különbségeinek, hatékonyságbeli eltéréseinek kimutatására irányult. A vizsgálat főbb eredményeit az alábbiakban lehet összefoglalni (1. és 2. táblázat).

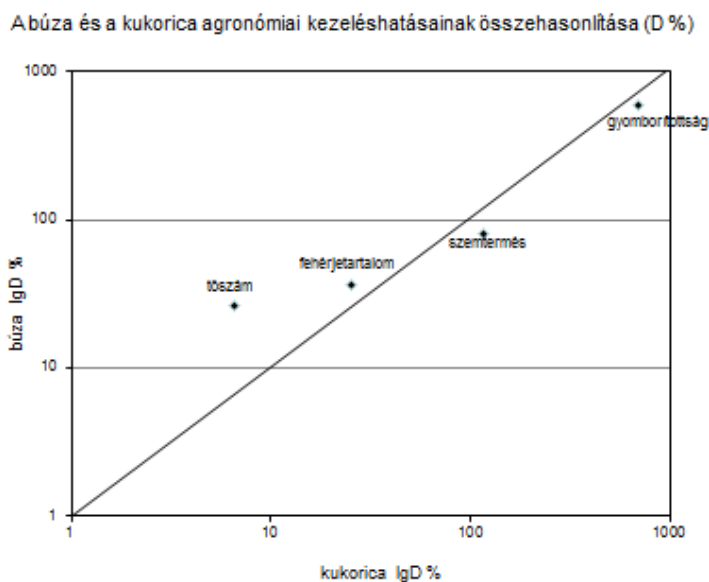
1. Táblázat. Kukorica (*Zea mays*) kísérletek kezeléshatásainak értékei
Nagygyombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely

	mérési tartomány	X átlagérték	SzD 5%	D érték	D%
Termés t/ha	3,1-6,7	5,2	1,19	3,6	116,1
Tőszám db/m ²	6,0-6,4	6,2	0,14	0,4	6,6
Fehérjetartalom %	9,9-12,1	11,0	0,66	2,2	25,2
Gyomborítottság %	3,1-24,6	11,7	7,13	21,5	693,5

2. Táblázat. Búza (*Triticum aestivum*) kísérletek kezeléshatásainak értékei
Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely

	mérési tartomány	X átlagérték	SzD 5%	D érték	D%
Termés t/ha	2,6-4,7	3,8	0,71	2,1	80,1
Tőszám db/m ²	446-564	511	9,01	118,0	26,4
Fehérjetartalom %	12,1-16,5	13,6	1,23	4,4	36,3
Gyomborítottság %	2,2-15,2	7,4	4,33	13,0	590,1

A kutatás eredményeinek feldolgozása során a vizsgált két növényfajjal (1. ábra) négy termőhelyen végzett kísérletekben az értékelés tárgya a növekvő adagú N tápanyagellátás és az emelkedő védekezési szintet adó növényvédelmi beavatkozások növényállományra, gyomborítottságra, termésmennyiségre valamint különböző termés minőségi paraméterekre gyakorolt hatása volt.



1. Ábra. Búza (*Triticum aestivum*) és a kukorica (*Zea mays*) kísérletek kezeléshatásainak összehasonlítása

Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely

Az eredmények alapján az alábbi következtetések voltak levonhatók a két gabonanövény hely-specifikus termesztésével kapcsolatban: A 10 m²-es parcellák közötti különbségek minden kezelés és vizsgált paraméter esetében statisztikailag igazolhatók voltak. A kukorica és a búza eltérő reakciójú volt; a kukorica szemtermése a búzáénál nagyobb érzékenységet mutatott a technológiai beavatkozásokra. A precíziós beavatkozások csak kismértékű töszám változást eredményeztek. Az állománysűrűség mértékére a búza a kukoricánál erősebb reakciót mutatott. A vizsgált növényvédelmi beavatkozások a két növényfajnál eltérő hatással voltak a gyomborítottság alakulására; a kukorica reakciója meghaladta a búzáét. A vizsgálat során az egyik legerősebb hatást a szemtermés minőségénél lehetett tapasztalni. A fehérjetartalom alakulásában a búza reakciói a kukoricáénál erősebbnek bizonyultak.

Megvitatás

A precíziós technológia alkalmazásának előnyei: Hely-specifikus talajmintavétel, adatfelvételezés, és -értékelés, amely lehetővé teszi az agrotechnikai beavatkozások igények szerinti változtatását. A pontos szántóföldi helymeghatározás minimálisra csökkentheti a művelési átfedéseket, illetve a kihagyott területeket, és hozzájárulhat a teljes, zárt növényállomány-borítás kialakulásához. Lehetőséget ad a rossz vezetési viszonyok – eső, por, köd, vagy sötétség – esetén is a pontos munkavégzésre. A pontos hozamtérképek folyamatos visszaellenőrzést jelentenek a jövőbeli hely-specifikus alkalmazásokhoz. A precíziós eszközök csökkentik az emberi hibatényező káros következményeit (sorközművelés, permetezési, és szórási pontosság stb. esetén).

Az alkalmazás hátrányai: A GPS koordináták téves adatai, vagy tudatosan generált pontatlanságai rossz helymeghatározást eredményezhetnek. Az adott ponthoz rendelt GIS adatok hiányosak, vagy elégtelenek a technológiai beavatkozáshoz. Az alkalmazott erő- és munkagépek nem alkalmasak a feladat elvégzésére (lassú reakcióidő, rossz nyomvonalkövetés stb). A felhasznált technológiai anyagok minősége, vagy egyéb tulajdonságai (kémiai összetétele, szemcseeloszlása, viszkozitása stb) csökkentik az alkalmazás pontosságát, és így hatékonyságát. A „nem felhasználóbarát” módszerek megnövelhetik az emberi hibatényező gyakoriságát.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munkát a TÁMOP-4.2.1.B-09/1/KMR pályázati forrás támogatásával végezték el a szerzők.

Hivatkozások

- Balla I., Milics G., Deákvári J., Fenyvesi L., Neményi M., Jolánkai M. 2011. Talajnedvesség meghatározás fajlagos elektromos vezetőképesség alapján a precíziós mezőgazdaságban. *Növénytermelés*, **60**, 4. 5-25.
- Jolánkai M., Berzsenyi Z., Kismányoky T., Nagy J. 2005. Növénytermesztési kutatások a precíziós mezőgazdaságban. In: Fenntartható homoki gazdálkodás megalapozása a Nyírségben. Ed.: Lazányi J. Westsik Vilmos NTA, Nyíregyháza, 17-26.
- Jolánkai M., Nyárai H.F., Tarnawa Á., Klupács H., Farkas I. 2008. Plant and soil interrelations. *Cereal Research Communications*, **36**, Suppl. 7-10.
- Nagy J. (ed.) 2003. Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. DE-ATC, Debrecen.
- Németh T., Neményi M., Harnos Zs. (eds) 2007. A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE-Press – MTA TAKI, Szeged.

A hőmérséklet, mint abiotikus tényező hatása gyomfajaink csírázására és növekedésére

Pásztor György, Nádasyné Ihárosi Erzsébet*

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely Deák F. u. 57

**e-mail: nadasyne@georgikon.hu*

Összefoglalás

A globális felmelegedés az egyik legégetőbb probléma napjainkban. Klímánk egyre szélsőségesebbé válik, a hőmérséklet és a csapadékviszonyok is változnak. A gyomnövényeknek is adaptálódniuk kell a változó környezeti tényezőkhez. Kísérleteink során három, hazánkban jelentős károkat okozó gyomfaj alkalmazkodóképességét vizsgáltuk az emelkedő hőmérséklethez. Bioassay vizsgálatainkban a termesztett köles (*Panicum miliaceum*), a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), illetve a selyemmályva (*Abutilon theophrasti*) csírázási képességét teszteltük, vizsgáltuk a primer gyökerek és hajtások fejlődését.

Eredményeink alapján mindhárom gyomfaj jól tolerálta az emelkedő hőmérsékletet. A termesztett köles nagyon jól csírázott a vizsgált hőmérsékleti tartományban, míg a selyemmályva csírázása és fejlődése vontatottabb volt magasabb hőfokon. A szőrös disznóparéj csírázása 20 °C-on volt a legjobb, de a magasabb hőmérsékleteken is erőteljes csírázást és növekedést tapasztaltunk.

Kulcsszavak: csírázás, hőmérséklet, *Amaranthus retroflexus*, *Panicum miliaceum*, *Abutilon theophrasti*

Abstract

Global warming is a big problem nowadays. The climate is getting warmer, and the amount of precipitation will change. Adaptation of three important weed species was examined to rising temperature (20, 25, 30, 35, and 40°C) in bioassay experiments: *Abutilon theophrasti*, *Panicum miliaceum* and *Amaranthus retroflexus*. Germination ability and length of primer shoots and roots were measured. Weed species tolerate the increasing temperature successfully. *Panicum miliaceum* germinated the higher rate at all examined temperature, while germination and

development of *Abutilon theophrasti* was slow at higher temperature. The optimal temperature for germination of *Amaranthus retroflexus* was 20 °C.

Keywords: germination, temperature, *Abutilon*, *Amaranthus*, *Panicum*

Bevezetés

A növények csírázását jelentősen befolyásolja a hőmérséklet. Elsősorban csírázást módosító tényező, nem pedig indító faktor. Ez azt jelenti, hogy a gyommagvak viszonylag széles hőmérsékleti tartományban csírázhatnak. Így a hazai nyári egyéveseknek általában a 8- 30 °C talajhőmérsékleti tartomány megfelelő. A csírázáshoz szükséges optimális hőmérsékleti tartomány kiszélesedik, ha a magvak nyugalmi állapota nem olyan erős (Koch, 1970, Hakansson, 1982). Egy adott faj hőmérsékleti optimuma az év során megváltozhat (Roberts-Neilson, 1982, Baskin-Baskin, 1983). A változó hőmérséklet alsó értéke a csírázásnak kedvez, míg a magas hőmérséklet hosszútávon gátló hatású (Totterdell- Roberts, 1980).

A selyemmályva átlagos magprodukciójú. Reprodukív stratégiája a késleltetett csírázás is, amit magvainak keményhéjúsága biztosít. (Czímber és mtsai.,1994).

A termesztett köles szemtermésének gyakorlatilag nincs magnyugalmi állapota. A csírázásához szükséges kedvező ökológiai feltételek mellett egyöntetűen csírázik. Tömeges elterjedésének egyik oka, hogy igen sok szemtermést érlel évről évre.

A szőrös disznóparéj magprodukciója igen nagy. A magvak csírázási optimuma 30-40 °C között van, de a szabadban áttelelt magok 20-25 °C-on is jó csíráznak (Kazinczi, 2011).

Anyag és módszerek

2012-ben laboratóriumi körülmények között végeztük el a kiválasztott három gyomnövényfaj, az *Abutilon theophrasti* (selyemmályva), az *Amaranthus retroflexus* (szőrös disznóparéj) és a *Panicum miliaceum* (termesztett köles). bioassay vizsgálatait.

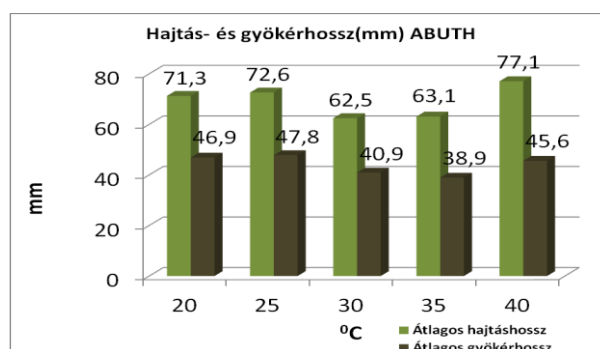
A kísérletekhez a három növény korábban gyűjtött, és mélyhűtve, -18°C-on, majd szobahőmérsékleten tárolt magjait használtuk. A gyomnövényeket öt, emelkedő hőmérsékleten csíráztattuk: 20, 25, 30, 35, 40 °C-on.

Összesen 15 kísérletet végeztünk négy ismétlésben a Pannon Egyetem Georgikon Karának Növényvédelmi Intézetében, a gyombiológiai laboratóriumban. Az értékelés két időpontban történt: a harmadik napon, ekkor a kicsírázott magvakat megszámoltuk, majd a hetedik napon,

amikor bontásra került a kísérlet. Vizsgáltuk a csírázási százalékot, az abnormalis csírák számát, mértük a primer hajtáshosszt, illetve a gyökérhosszt. Végül Microsoft Office Excel programmal egytényezős varianciaanalízist végeztünk.

Eredmények

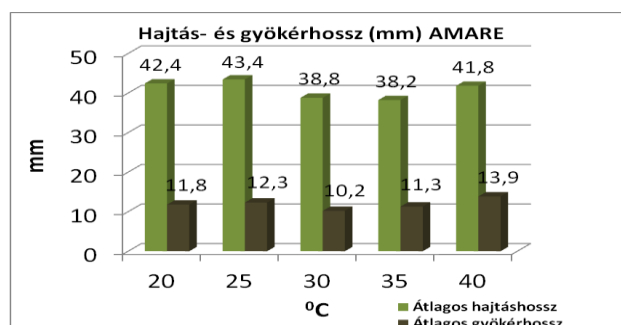
A selyemmályva 20 °C-on csírázott legnagyobb mértékben, itt 88,5% volt a csírázás, míg a hőmérséklet emelésével a csírázás mértéke először csökkenni kezdett (25 °C-on 83 %), majd 40 °C-on ismét növekedett (84%, SzD_{5%}:9,7). Erőteljes hajtásnövekedést tapasztaltunk 20, illetve 25 °C-on (79, illetve 80 mm), 30 és 35 °C esetén gyenge visszaesést tapasztaltunk, majd a magasabb hőmérsékleteken ismételten erősödött a hajtások növekedése (1. ábra). A 40 °C-os hőmérsékleti tartományban kaptuk a legerősebb hajtás- illetve gyökérnövekedést. A hőmérséklet a hajtás hosszát nem befolyásolta szignifikánsan. A gyökerek 25 °C -on növekedtek legnagyobb mértékben, az átlagos gyökérhossz ekkor 46 mm volt, ettől alig maradt el a 20 °C-on mért 45 mm érték. A gyökérnövekedést a hőmérséklet szignifikánsan befolyásolta (SzD_{5%}: 8,5).



1. Ábra. Az *Abutilon theophrasti* hajtás- és gyökérhossza emelkedő hőmérsékleten

Az *Amaranthus retroflexus* 20 °C-on 92,5%-ban csírázott, 25 °C-on visszaesést tapasztaltunk (84,75%), majd ismét növekedett (92, és 91,5%), végül 40 °C-on 82%-ra csökkent a csírázás mértéke (SzD_{5%}:9,5). A hajtások azokon a hőmérsékleti értékeken nőttek leghosszabbra, ahol a csírázási százalék alacsonyabb volt. Ennek oka a térért, vízért való kompetíció volt. Tehát 25°C-on volt legintenzívebb a hajtásnövekedés, majd a 20, illetve 40 °C-on nevelt növények következtek (2.ábra). A hajtás növekedésében nem mutatkozott szignifikáns különbség. A gyökérhossz változása a hajtáshosszal azonos tendenciát mutatott. Az *A. retroflexus* gyökerének hosszúsága 9 és 13 mm között változott. 30 °C felett folyamatos növekedés tapasztaltunk, 30 °C-on 10, 35 °C-on 11, 40 °C-on 13 mm-es átlaggal. A 20 illetve 40 °C-os minta között szignifikáns

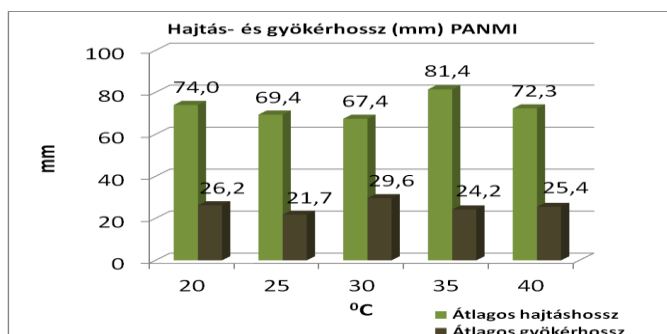
különbséget is kimutattunk. A gyökérnövekedést a hőmérséklet szignifikánsan befolyásolta ($SzD_{5\%}:8,2$).



2. Ábra. Az *Amaranthus retroflexus* hajtás- és gyökérhossza emelkedő hőmérsékleten

A három vizsgált növény közül a köles csírázott legnagyobb mértékben. Ennek oka, hogy a köles „kultúrgyom”, ezért magjainak a valódi gyomnövényekkel ellentétben nincs nyugalmi állapota, dormanciája. Azt tapasztaltuk, hogy a köles csírázási %-a 93,75 és 100 % között volt. A mérések alapján azonban eltérő tendenciát kaptunk a *P.miliaceumnál*, mint előző két növényünkénél. A hőmérséklet emelésével, ha csak kis mértékben is, de a csírázókéesség folyamatosan csökkent, a különbség nem szignifikáns ($SzD_{5\%}:8,5$).

A *Panicum miliaceum* hajtásnövekedése kiegyensúlyozott volt minden hőmérsékleten, hajtásprodukciója minden tartományban közel azonos volt. Eredményeink igazolják a köles magas hőmérséklet igényét, hiszen 35 °C-on tudott legjobban fejlődni, ekkor közel 80 mm-es hajtásokat fejlesztett (3. ábra). A hajtásnövekedést szignifikánsan befolyásolta a hőmérséklet ($SzD_{5\%}: 9,8$). Míg a hajtás 35 °C-on fejlődött legnagyobb mértékben, addig a gyökérnek a 30 °C kedvezett leginkább, itt növekedtek a leghosszabb, 28 mm-es gyökerek. Ezt követte a 20, majd a 40 °C-on képződött gyökerek hosszúsága. A vizsgált tartományok adatai alapján szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni.



3. Ábra. A hajtás- és gyökérhossz alakulása *Panicum miliaceum* esetében

Megvitatás

Kísérleteink során a selyemmályva 20 °C-on csírázott legnagyobb mértékben, míg a hőmérséklet emelésével a csírázás mértéke először csökkent, majd 40 °C-on ismét növekedett. Eredményeink részben összecsengenek Czímber és mtsai. (1994) vizsgálati eredményeivel, miszerint a selyemmályva magvainak optimális csírázási hőmérséklete 20-25°C. A selyemmályva csírázott leggyengébben, ennek egyik oka lehetett a fuzárium fertőzés, amely már csírákorban jelentkezett. Kísérletünket ezért meg kell ismételni.

A kísérlet során bizonyítást nyert, hogy a szőrös disznóparéj jól alkalmazkodik a magas hőmérséklethez, bár a legnagyobb arányú csírázást 20 °C-on tapasztaltuk. A hajtás- és gyökérhossz kisebb eltérésekkel az egész kísérlet során közel ugyanannyi volt.

A magas hőmérséklethez a köles tudott legjobban alkalmazkodni, és a köles volt az, amelyik a legszélesebb hőmérsékleti skálán jól csírázott, és fejlődött. Karamán és mtsai (2011) szintén publikálták, hogy a termesztett köles magvak vitalitása 90% feletti, és gyakorlatilag nincs nyugalmi állapotuk.

Hivatkozások

- Baskin, J. M., Baskin C.C. 1983. Seasonal changes in the germination responses of seeds of *Veronica peregrina* during burial, and ecological implications. *Can. J. Bot.* **61**. 3332-3336.
- Czímber Gy., Karamán J., Tamási I. 1994. A selyemmályva. *Agrofórum*, **5**. 18-27.
- Karamán J., Magyar L., Novák R., Gólya G. 2011: Termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.). In: Novák R., Dancza I., Szentey L., Karamán J. (szerk): Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. VM Budapest. 113-122.
- Kazinczi G. 2011: Szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus* L.). In: Novák R., Dancza I., Szentey L., Karamán J. (szerk): Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. VM Budapest. 95-100.
- Koch, W. 1970. Temperature requirements of weeds for germination. *Staatgut Wirtschaft* **22**. 85-86.
- Roberts, H.A., Neilson, J.E. 1982. Seasonal changes in the temperature requirements for germination of buried seeds of *Aphanes arvensis* L. *New Phytol.* **92**. 159-166.
- Totterdell, S., Roberts, E.H. 1980. Characteristics of alternating temperature which stimulates loss of dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* L. *Pl. Cell Envir.* **3**. 3-12.

Közép európai *Cryphonectria parasitica* izolátumok mikroszatellit vizsgálata

**Görcsös Gábor^{1*}, Irinyi László¹, Sándor Erzsébet², Tarcali Gábor¹,
Radócz László¹**

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növényvédelmi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi
út 138.

*e-mail: gorcsosgabi@hotmail.com

Összefoglalás

A szelídgesztenye (*Castanea sativa*) termesztésének egyik súlyosabb növénykórtani problémája a szelídgesztenye kéregrákosodását előidéző *Cryphonectria parasitica* tömlősgomba. A betegség elhatalmasodásával a megtámadott kéregrészt teljesen elhal és felszakadozva leválik. Egy-egy fertőzött fán általában több rákos seb is kialakul, leggyakrabban a vázágakon, a törzsön és az ágvillákban jelennek meg a tünetek. Kutatásunk során 9 különböző populációból származó 82 darab *Cryphonectria parasitica* izolátumot vizsgáltunk meg. Munkánk során az izolátumokból 6 különböző mikroszatellit vizsgáltunk meg. A mikroszatellitek általánosan elterjedtek, mind a prokarióta mind az eukarióta genomokban. A mikroszatelliteket a gombáknál széles körben alkalmazzák genetikai vizsgálatokra ezért a mikroszatellitek nagy felbontású genetikai térképek elkészítésére alkalmas markerek. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a Portugáliából származó minták elkülönülnek a többi európai mintáktól, ezen minták esetében volt legkisebb a genetikai diverzitás illetve a génáramlás a többi populáció felé. A görög minták és a többi európai minta között tapasztaltuk a legnagyobb génáramlást, illetve ezek a minták mutatták a legnagyobb hasonlóságot a többi vizsgált mintához. A Kárpát-medencei minták nagy genetikai diverzitást mutattak, és az elkészített törzsfák alapján több csoportra (clade) oszlottak. Ezek a csoportok, nem mutat összefüggést a minták begyűjtési helyeinek földrajzi elhelyezkedésével.

Kulcsszavak: *Cryphonectria parasitica*, mikroszatellit, genetikai diverzitás, génáramlás

Abstract

Cryphonectria parasitica is one of the most important fungal pathogen of sweet chestnut (*Castanea sativa*). The disease kills the infected tree branches and the rapid death of the entire tree. A significant diversity between *C. parasitica* isolates may be found in Europe. In this study, we analyzed 82 *Cryphonectria parasitica* isolates which from 9 different populations. We used six different microsatellite markers for population genetics analyses. Microsatellites are powerful markers for genetics and population biology analyses because they have codominant alleles and are amplified by specific primers. They are more polymorphic than other amplifiable markers. In our study, the isolates from Portugal are well separated from other European isolates, their genetic diversity and gene flow were the lowest among the studied isolates. The gene flow value was the highest among the Greek isolates as well as these isolates showed the highest similarity also. The isolates from the Carpathian-Basin showed high diversity and according to the dendrogram based by Nei's genetic distance these isolates grouped in the same clade. These clades do not show any matches with the geographical regions of the isolates' collecting sites.

Keywords: *Cryphonectria parasitica*, mikroszatellite, genetic diversity, geneflow.

Bevezetés

A szelídgesztenye (*Castanea sativa*) termesztésének egyik legsúlyosabb növénykórtani problémája a szelídgesztenye kéregrákosodását előidéző *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr (syn: *Endothia parasitica* (Murr.) tömlősgomba. A betegséget először 1904-ben a bronxi állatkert öreg gesztenyefáin figyelte meg Herman Merkel erdész, aki halálos gombaként jellemezte a kórokozót (Merkel, 1906). Az észak amerikai kontinensen terjedő járványról Európában a legelső között tudósított Vadas Jenő, a Magyar Királyi Erdészeti Kísérleti Állomás kiadásában megjelenő Erdészeti Kísérletek című korabeli szaklapban (Vadas, 1908).

Radócz (2010) szerint a kéregrákosodás jelenleg is intenzíven terjed, s ma már az európai szelídgesztenye állományokban is a legjelentősebb kórokozónak számít a kelet-európai régióban. A betegség elhatalmasodásával a megtámadott kéregréz teljesen elhal és felszakadozva leválik. Egy-egy fertőzött fán általában több rákos seb is kialakul, leggyakrabban a vázágakon, a törzsön és az ágvillaikban (1. ábra) jelennek meg a tünetek (Anagnostakis, 1987; Barr, 1978; Radócz, 2002).



1. Ábra. Rákos sebek az ágvillaiban

A mikroszatelliteket, melyeket egyszerű szekvencia ismétlődésnek (SSR - Simple Sequence Repeat) vagy rövid tandem ismétlődésnek (STR - Short Tandem Repeat) is hívnak, széles körben használják filogenetikai és populációgenetikai vizsgálatokra, mivel nagy számban találhatók a genomban, és könnyen amplifikálhatóak specifikus primerekkel és nincsenek szelekciós nyomás alatt (Jarne és Lagoda, 1996; Tautz, 1993). A mikroszatellitek általánosan elterjedtek mind a prokarióta mind az eukarióta genomban (Zane és mtsai, 2002). A mikroszatellitekre jellemző a magas inter és intraspecifikus polimorfizmus, különösen abban az esetben amikor az ismétlődések száma 10 vagy több. A mikroszatellitek tandem módon ismétlődő (akár 100-szor), 1-10 bázispár hosszúságú specifikus DNS szekvenciák (Lai és Sun, 2003; Levinson és Gutman, 1987). A mikroszatellitek hosszúsága nagy polimorfizmust mutat az egyes egyedek között, mely a különböző allélokon található ismétlődő egységek eltérő ismétlődés számának tudható be (Selkoe és Toonen, 2006). Mutációs rátájuk gamétánként és generációnként 10^6 és 10^3 között változik szervezettől és lokusztól függően (Weber és Wong, 1993; Schug és mtsai, 1997). A mikroszatelliteket a gombáknál széles körben alkalmazzák genetikai vizsgálatokra. A mikroszatellitek nagy felbontású genetikai térképek elkészítésére alkalmas markerek (Hearne és mtsai, 1992).

Anyag és módszerek

Munkánk során 6 különböző mikrosatellitot választottunk ki és vizsgáltunk meg, melyeket előzőleg Breuillin és mtsai (2006) és Kubisiak és mtsai (2007) írtak le.

Az amplifikációt 50 µl végtérfogaton hajtottuk végre, amely tartalmazott 25 µl 2X PCR Master Mix (ImmoMix, Bioline, 25020), 40-40 pmol primert, 20-40 ng DNS-t, és az oldatot nukleáz mentes vízzel egészítettük ki a kívánt térfogatra. A mikrosatelliteket Primus (MWG Biotech)

thermocycler használatával amplifikáluk. Az alábbi PCR ciklust alkalmaztuk az amplifikáció során: 3 perc iniciáló denaturáció 95 °C-on, ezután 5 ciklus következett 95 °C-on amelyek 1 percesek, majd 1 perc annealáció 50 °C-on, 1 perc polimerizáció 72 °C-on. A további 25 ciklus denaturációs hőmérsékletét 90 °C-ra csökkentettük, a többi beállítás az első 5 ciklusával megegyezett. A záró polimerizáció 72 °C-on történt 15 percig.

A fragment analízist Origins elektroforézis készülék segítségével (Elchrom Scientific AG) végeztük el. Minden PCR terméket először Spreadex_ EL 500 gélen (Elchrom Scientific AG), futtattuk 240 percig 55°C -on. A DNS sávok élessége érdekében 1 X TAE buffert használtunk, amelyet a gyártó mellékel a felhasznált gélhez. A gél EtBr (Sigma, USA) segítségével festettük meg 45 percig, majd ezt követően BIO-RAD Gél dokumentációs rendszer használatával UV fényben ($k = 250 \text{ nm}$) dokumentáltuk.

A hat mikroszatellit lokuszt elemeztük és megbecsültük a heterozigotizás mértékét (Levene 1949; Nei 1973), a vizsgálathoz a POPGENE szoftvert használtuk (Yeh és mtsai, 1999). A megfigyelt allélok tényleges számát (Kimura és Crow, 1964) szintén a POPGENE szoftver segítségével határoztuk meg (1. táblázat).

A POPGENE program segítségével a különálló populációkat és teljes populációt további statisztikai vizsgálatoknak vetettük alá. Ez az elemzés tartalmazza [1] a polimorf lokuszok számát és százalékos megoszlását, [2] az átlagos allélszámot lokuszonként, [3] a tényleges lokusz számot, [4] Nei-féle (1973) géndiverzitást (h) lokuszonként, [5] genetikai különbség becslését a populációk között a Nei (1973) által leírt F-statisztika (G_{st}) alapján, [6] Nei-féle (1972) torzítatlan genetikai azonosság (I) és a genetikai távolság (D) becslését.

1. Táblázat. A vizsgált mikroszatellitek jellemzői

Lokusz	Allélszám	Allélok mérete (bp)
CpSI085	5	248-252
CpSI102	6	270-282
CpSI108	5	221-265
CPG6	6	263-289
CPE5	8	256-265
CpSI014	8	263-299

Az allél gyakoriságot, az allélek tényleges számát és a gén diverzitást meghatároztuk a 9 különálló populációra, amelyeket a földrajzi régiók szerint választottunk külön, valamint meghatároztuk a minták egészére is. A Nei-féle (1972) genetikai azonosság a gének standard

azonossága két populáció között, az értéke 0 (a két összehasonlított populáció különbözik) és 1 (a két összehasonlított populáció azonos) között változik.

A génáramlás becsült értékének kiszámításához (N_m – megegyezik a generációnkénti migráció értékével) a McDermott és McDonald (1993) által leírt képletet ($N_m = 0,5 (1 - G_{st}) / G_{st}$) alkalmaztuk.

Eredmények

2. Táblázat. A *Cryphonectria parasitica* izolátumok mikroszatellit profiljából a POPGENE programmal számított standard populáció genetikai értékek

Minta	mintaszám	n_a^*	n_e^{**}	h^{***}
Portugália	5	1,3333 (0,5164)	1,3077 (0,4767)	0,1600 (0,2479)
Görögország	10	3,3333 (0,5164)	2,3449 (0,5518)	0,5533 (0,1033)
Macedón, Bulgária	9	3,0000 (0,6325)	2,2314 (0,5129)	0,5309 (0,1123)
Ukrajna	10	3,3333 (1,2111)	2,7300 (1,2118)	0,5633 (0,1998)
Románia	9	3,0000 (0,8944)	2,4280 (0,8547)	0,5521 (0,1291)
Szlovákia	13	4,0000 (1,7889)	3,2213 (1,2767)	0,6351 (0,1723)
Pálháza, KRNA, Petrov	5	3,0000 (1,2649)	2,6935 (1,3379)	0,5600 (0,1753)
Nagymaros	10	3,1667 (0,7528)	2,4054 (1,0013)	0,5100 (0,2205)
Dél-Dunántúl	11	3,3333 (1,2111)	2,5446 (0,8673)	0,5675 (0,1440)
Összes	82	6,333 (1,6330)	3,9218 (1,0351)	0,7278 (0,0817)

A zárójelben lévő értékek a szórásokat mutatják.

* n_a : allélszám

** n_e : effektív allélszám (Kimura és Crow, 1964)

*** h : Nei (1972) féle géndiverzitás

A Portugáliából származó minták elkülönültek a többi európai mintáktól, ez alátámasztja azt, hogy az Európában jelenlévő *Cryphonectria parasitica* populációkra jellemző VCG csoportokba nem lehet besorolni (saját adat), ezért egy újabb populációnak tekinthető. A portugál mintákban volt a legkisebb a genetikai diverzitás (2. táblázat), ezek a minták az Azori-szigetektől és Madeira szigetéről tehát kicsi, izolált területről származtak. A többi esetben, a kis mintaszám ellenére (5-10) is magas volt a genetikai diverzitás mértéke ($h > 0,5$). A különböző területekről különböző mintaszámot sikerült beszerezni, de minden esetben több allél volt megfigyelhető ($n_a > 1$).

Az összes minta elemzésével kapott Nei-féle genetikai diverzitás értékek azt mutatták, hogy a *Cryphonectria parasitica* minták genetikai diverzitása igen nagy volt. Hasonlóképpen a VCG típusok diverzitása is magas volt a vizsgált mintákban.

3. Táblázat. A mikroszatellit adatokból számított Nei-féle genetikai azonosság (csillag fölött) és genetikai távolság (csillag alatt). A szürkével kiemelt értékek esetén a genetikai hasonlóság nagy ($> 0,5$) volt

	Potugália	Görögország	Macedónia, Bulgária	Ukrajna	Románia	Szlovákia	Pálháza	Nagymaros	Dél-Dunántúl
Portugália	****	0,4779	0,2037	0,3227	0,2365	0,6212	0,3828	0,5780	0,2362
Görögország	0,7384	****	0,7536	0,6671	0,6889	0,7185	0,8309	0,7390	0,6186
Macedónia, Bulgária	1,5912	0,2830	****	0,5439	0,8129	0,4286	0,6192	0,5099	0,6472
Ukrajna	1,1311	0,4049	0,6090	****	0,4838	0,6174	0,5780	0,5528	0,5184
Románia	1,4418	0,3727	0,2072	0,7260	****	0,5233	0,6344	0,6016	0,6494
Szlovákia	0,4761	0,3306	0,8473	0,4823	0,6475	****	0,7231	0,7792	0,6346
Pálháza, KRNA, Petrov	0,9603	0,1853	0,4793	0,5481	0,4551	0,3241	****	0,5658	0,7201
Nagymaros	0,5482	0,3024	0,6736	0,5928	0,5082	0,2495	0,5695	****	0,4685
Dél-Dunántúl	1,4432	0,4803	0,4351	0,6570	0,4317	0,4548	0,3284	0,7582	****

A F-statisztika alapján a portugál populáció elkülönült az összes többi európai populációtól.

A görögországi populációk hasonlóságot mutattak minden, a kontinensről származó populációval. Ennek valószínűsíthető oka, hogy Görögországból származó hipovirulens törzseket használnak a kéregrák kezelésére.

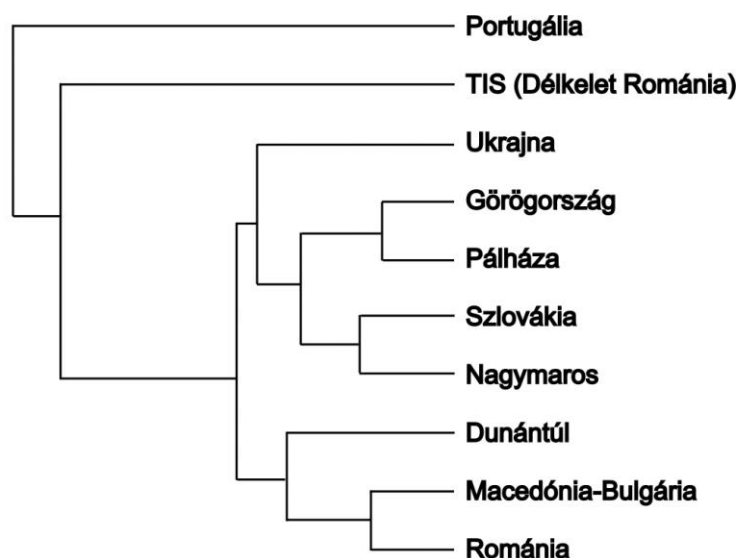
4. Táblázat. A mikroszatellit eredményekből kiszámított G_{st} Nei (1987) a csillag fölötti és N_m a csillag alatti értékek. A G_{st} értékeknél a szürke számok esetében nincs különbség ($< 0,05$), a fehér értékek a populációk közötti mérsékelt ($0,05-0,15$), a világosszürke a nagy ($0,15-0,25$), a sötétszürke a nagyon nagy ($> 0,25$) különbségeket jelölik

	Potugália	Görögország	Macedónia Bulgária	Ukrajna	Románia	TIS	Szlovákia	Pálháza	Nagymaros	Dél- Dunántúl
Portugália	****	0,3375	0,4352	0,3844	0,4156	0,8248	0,2565	0,3721	0,3152	0,4073
Görögország	0,9817	****	0,1112	0,1299	0,1277	0,4696	0,1022	0,0924	0,1188	0,1417
Macedónia, Bulgária	0,6489	3,9955	****	0,1695	0,0950	0,4724	0,1776	0,1567	0,1936	0,1395
Ukrajna	0,8007	3,3500	2,4504	****	0,1797	0,5094	0,1251	0,1586	0,1722	0,1653
Románia	0,7030	3,4144	4,7657	2,2822	****	0,4508	0,1508	0,1485	0,1628	0,1352
TIS	0,1062	0,5646	0,5584	0,4815	0,6092	****	0,4419	0,3115	0,5314	0,4123
Szlovákia	1,4497	4,3930	2,3155	3,4982	2,8147	0,6314	****	0,1072	0,0938	0,1195
Pálháza, KRNA, Petrov	0,8437	4,9118	2,6906	2,6535	2,8668	1,1053	4,1650	****	0,1759	0,1205
Nagymaros	1,0865	3,7093	2,0822	2,4030	2,5721	0,4409	4,8328	2,3431	****	0,1933
Dél-Dunántúl	0,7277	3,0286	3,0836	2,5244	3,1977	0,7128	3,6829	3,6504	2,0864	****

POPGENE 1.32 program segítségével kiszámítottuk az egyes csoportok közötti differenciáltsági indexet (G_{st}), és a génáramlás becsült értékét (N_m). A G_{st} értékek alapján a legnagyobb különbséget a portugál minták mutatták a többi populációhoz képest, mivel voltak a legnagyobbak az értékek. Hasonlóan nagy a különbség a romániai Tismana (TIS) környékéről származó mintának is, ez azt támasztja alá, hogy egy zárt populációból került ki a minta. A legnagyobb hasonlóságot és a legnagyobb génáramlást a görög minták esetében tapasztaltunk, és ez alátámasztja azt a tényt, hogy a beteg fákat jellemzően görög hipovirulens törzsekkel kezelték.

A Nei féle genetikai távolság alapján rajzolt törzsfa nem mutat összefüggést a minták begyűjtési helyeinek földrajzi elhelyezkedéséből és a közöttük lévő távolsággal (2. ábra). A Kárpát-medencéből származó minták több csoportba (clade) volt csoportosítható. Ennek valószínű oka, hogy Magyarországon több VCG csoport is előfordul, melyek különböző eredetűek (saját eredmények). Jól megfigyelhető volt a portugál (nem a kontinensről származó) minták elkülönülése.

2. Ábra. A mikroszatellit eredményekből UPGMA módszer szerint a POPGENE program által rajzolt törzsfa a Nei-féle genetikai távolság alapján. A vonalak hossza arányos a csoportok közötti genetikai távolsággal



Hivatkozások

- Anagnostakis, S. L. 1987. Chestnut blight: The classical problem of an introduced pathogen. *Mycologia*. **79**. 23-37.
- Barr, M. E. 1978. The *Diaporthales* in North-America. Mycologia Memoir. 7. ed: J. Cramer, Lehne, Germany. 232 p.
- Breuillin, F. Dutech, C. Robin C. 2006. Genetic diversity of the Chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica* in four French populations assessed by microsatellite markers. *Mycological Research*. **110**. 288-296.
- Hearne, C. M., Ghosh S., Todd J. A. 1992. Microsatellites for linkage analysis of genetic traits. *Trends in Genetics*, **8**. 228-294.
- Jarne, P., Lagoda, P.J.L. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Trends in ecology and evolution*. **11**. 424-429.
- Kimura, M., Crow, J.F. 1964. The number of alleles that can be maintained in a finite population. *Genetics*. **49**. 725-738.
- Kubisiak T. L., Dutech C., Milgroom M. G. 2007. Fifty-three polymorphic microsatellite loci in the chestnut blight fungus, *Cryphonectria parasitica*. *Molecular Ecology Notes*. **7**. 428–432.
- Lai, Y., Sun, F. 2003. The relationship between microsatellite slippage mutation rate and the number of repeat units. *Molecular biology and evolution*. **20**. 2123-2131.
- Levene, H. 1949. On a matching problem arising in genetics. *Annals of Mathematical. Statistics*. **20**. 91-94.
- Levinson, G., Gutman, G.A. 1987. Slipped-strand mispairing: a major mechanism for DNA sequence evolution. *Molecular biology and evolution*. **4**. 203-221.
- McDermott, J.M., McDonald, B.A. 1993. Gene flow in plant pathosystems. *Annual Review of Phytopathology*. **31**. 353-373.
- Merkel, H. W. 1906. A deadly fungus on the American chestnut. *New York Zoological Society Annual Report* **10**. 204-210.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist* **106**. 283-292.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceeding of the National Academy of Sciences. U.S.A.* **70**. 3321-3323.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*, New York: Columbia University Press, pp 187-192.
- Radócz L. 2002. A héjasok növényvédelme. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 256.

- Radócz L. 2010. A nagymarosi szelídgesztenyések története, ápolása, védelme. Nagymaros. 150-151.
- Schug, M.D., Mackay, T.F.C., Aquadro, C.F. 1997. Low mutation rates of microsatellite loci in *Drosophila melanogaster*. *Nature genetics*. **15**: 99-102.
- Selkoe, K.A., Toonen, R.J. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology letters*. **9**: 615-629.
- Tautz, D. 1993. Notes on the definition and nomenclature of tandemly repetitive DNA sequences. In *DNA Fingerprinting : State of Science* (ed. S. D. J. Pena, R. Chakraborty, J. T. Epplen and A. J. Jeffreys), pp. 21-28. Birkhauser : Basel.
- Vadas J. 1908. Kisebb közlések a szelídgesztenyefákon fellépett gombabetegségekről. *Erdészeti Kísérletek*. **10**. 125-126.
- Weber, J.L., Wong, C. 1993. Mutation of human short tandem repeats. *Human Molecular Genetics*. **2**. 1123-1128.
- Yeh, F.C., Yang, R.-C., Boyle, T.B.J., Ye, Z.-H., Mao, J.X. 1999. POPGENE Version 1.32, the User-friendly Shareware for Population Genetic Analysis. Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada (<http://www.ualberta.ca/fyeh/fyeh.>).
- Zane L, Bargelloni L, Patarnello T. 2002. Strategies for microsatellite isolation: a review. *Molecular Ecology*. **11**. 1-16.

Kurrens cseresznyefajták *Blumeriella jaapii* fertőzöttségének értékelése különböző évjáratokban

Vámos Alex*, Gál Éva, Holb Imre

DE AGTC MÉK Kertészettudományi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

*e-mail: vamosalex@gmail.com

Összefoglalás

A cseresznyefajták károsítókkal szembeni ellenállóságával kapcsolatban szakirodalmi ismertetés alig található. Ezek nagy része pedig elsősorban a cseresznyeléggyel és a csonthéjasok moníliájával foglalkoznak, míg a blumeriellás levélfoltosságról csak elvétve található némi adat (Benedek és mtsai, 1990; Brózik és Kállayné, 2000). Jelen munkánkban számos kurrens cseresznyefajta blumeriellás levélfoltossággal történő fertőződöttségét mutatjuk be három év viszonylatában integrált termesztési viszonyok között.

Kulcsszavak: *Blumeriella jaapii*, cseresznye

Abstract

There is hardly any literature source about phytocide resistance of cherry species. Most part of the existing literature is concerned with cherry fruit fly and European brown root, while there are only occasionally some records about cherry leaf spot (Benedek et al., 1990; Brózik and Kállayné, 2000). This paper describes the leaf spot contamination of several current cherry species cultivated in IPM in the last three years.

Keywords: *Blumeriella jaapii*, cherry

Bevezetés

Egyes cseresznyefajták esetében jelentős termésszabályozó szerepe lehet a blumeriellás levélfoltosságnak (kórokozó *Blumeriella jaapii*) (Holb, 2009; Holb és mtsai, 2010). A gomba

azonban a cseresznye mellett a meggy, mandula, ritkábban pedig a kajszi és a szilva kórokozója is (Kaszonyi, 1955; Holb és mtsai, 2011).

A fertőződött leveleken 1-3 mm átmérőjű liláspiros kerek vagy szögletes foltok jelennek meg (Jenser, 1984). A foltokra jellemző, hogy többségében a főér mentén vagy a levél szélénél közelében jelennek meg (1. ábra). Erősebb fertőzés következtében a foltok összeolvadnak, a levelek kisárgulnak, végül lehullanak. A levelek fonákán a nyár folyamán az acervuluszok a levelek epidermiszét áttörik és ezt követően azok fehéres konídiumai szabad szemmel is láthatóvá válnak (2. ábra).



1-2. Ábra. A blumeriellás levélfoltosság tünete cseresznyén

A blumeriellás levélfoltosság termő fákra hazánkban már 1962 óta jelen van (Glits, 1962). Azóta a betegség évjárástól függően kisebb-nagyobb mértékben, de rendszeresen előfordul. A kórokozó a leveleken okozott asszimilációs felületcsökkenés miatt korábbi lombhullást, súlyos esetekben pedig a nyár folyamán akár teljes lombhullást is okozhat (Jenser és Véghelyi, 2003).

Fertőzési források a lehullott leveleken áttelelt sztrómák, melyeken tavasszal apotéciumok és acervuluszok képződnek (Glits, 1978). Az első blumeriellás levéltünetek már május végén megjelenhetnek, de a foltok elsősorban július első dekádjában válnak szembetűnővé (Véghelyi, 1976).

Célkitűzésünk volt 12 cseresznyefajta blumeriellás levélfoltossággal szembeni fertőzőittségét megvizsgálni a 2010-2012. években és ezt követően azokat fertőzőittségi kategóriákba sorolni.

Anyag és módszerek

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Tangazdaság és Tájkutató Intézet Pallagi Kísérleti Telepén található kísérleti cseresznyeültetvényben végeztük, amely 2000. év tavaszán létesült.

A cseresznyefajták az Érd-Elvirai kutatóintézet fajtagyűjteményéből származnak. Ezek a következők: 'Aida', 'Axel', 'Biggareau burlat', 'Blaze Star', 'Celeste', 'Germersdorfi 3', 'Izabella', 'Katalin', 'Krupnoplodnaja', 'Linda', 'Sunburst', 'Vera'.

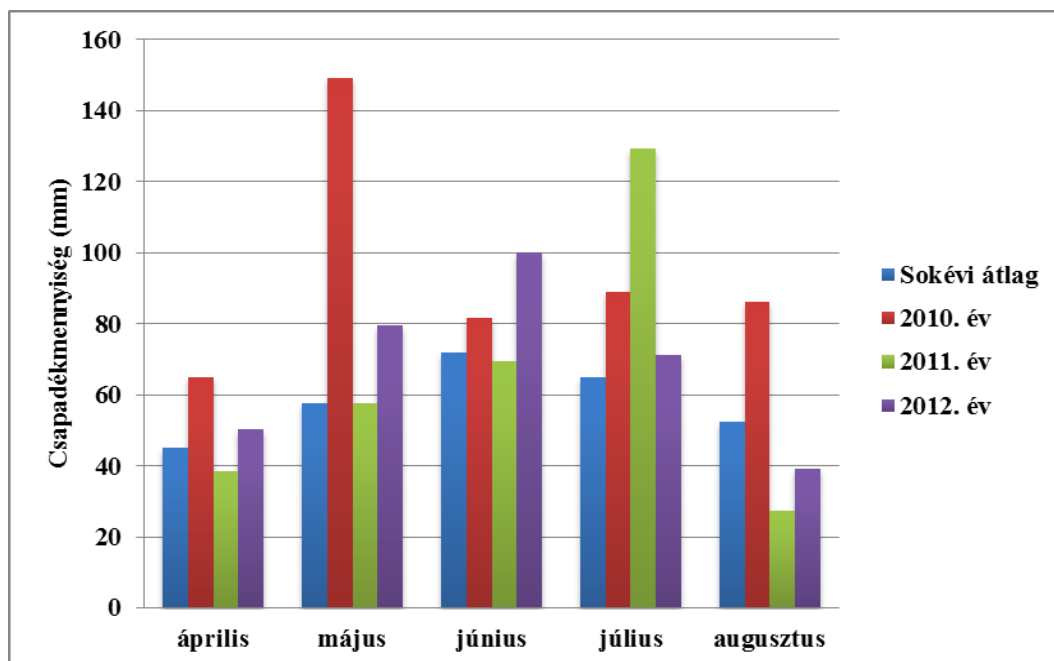
A cseresznyefajták két tér állásban helyezkednek el. A sortávolság 4, illetve 5m, a tőtávolság pedig 1 és 2m között változik. A sorok ÉNy-DK tájolásúak, az alkalmazott alany minden fajta esetében sajmeggy magonc.

A felvételezéseket három időpontban végeztük. Az első felvételezésre 2010. szeptember 13-17-e között került sor, a második 2011. szeptember 12-16 között volt, a harmadik pedig 2012. szeptember 10-15.-e között történt.

A permetezéseknél felhasznált valamennyi szer kizárólag az Agrár- Környezetgazdálkodási Program szerint felhasználható szerek köréből került ki.

A kémiai védekezések során a lemosó permetezések minden március harmadik dekádjában rézhidroxiddal történtek. A vegetáció során még további három kezelés történt a levélbetegségek visszaszorítása érdekében, melyek során tebukonazol, piraklostrobin, kaptán és dodin hatóanyag tartalmú szerek történtek felhasználásra. Az utolsó lombkezelésre augusztus első dekádjában került sor, ugyancsak réztartalmú készítménnyel.

A vizsgált három év során hullott csapadékmennyiség havi bontása a vegetációs időszakban (3. ábra).



3. Ábra. A vizsgált három év havi csapadékadatai áprilistól augusztusig (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

A felvételezés módja: A felvételezés során a fákat kerületük alapján függőlegesen négy részre osztottuk, és negyedenként minimum 25 levelet szedtünk össze, figyelve arra, hogy legyenek levelek az alsó, a felső, a külső és a belső részekből is.

Az egyes levelek fertőzöttségét az 1. táblázat alapján határoztuk meg. A skála fok alapján 0-nak vettük a tünetmentes leveleket. Amennyiben már akár egy folt is megtalálható volt a levélen azt már a skála fok 1-es értékével láttuk el.

1. Táblázat. A fertőzöttségi skála beosztásai a fertőzöttség mértéke alapján

Skála fok	Fertőzöttség mértéke (%)
0	0
1	0 – 10
2	10 – 25
3	25 – 40
4	40 – 70
5	70 <

Az egyes fajták blumeriellás levélfoltossággal szembeni érzékenységet fertőzöttségi index felállításával határoztuk meg. Az adatelemzés során a fertőzöttségi index kiszámítása egyszerű súlyozott átlagszámítással történt.

Értékelés: A fajták kategóriába sorolása a fertőzési index alapján történt. Kissé fertőződöttnek vettük azokat a fajtákat, melyek fertőzési indexe a vizsgált három év vonatkozásában nem haladta meg a 0,6-ot. Közepesen fertőződött az a fajta melynek értékei 0,6-1,0 között voltak. A harmadik kategóriába az erősen fertőződő fajták tartoznak, melyek fertőzési indexe nagyobb volt 1-nél.

Eredmények és megvitatás

Felvételezéseink során jelentős különbségek mutatkoztak mind a vizsgált fajták egymáshoz viszonyított fertőzőképességében, mind pedig a különböző évjáratokban mutatkozó fertőzöttségben.

A kísérleti ültetvényben a kórokozó felszaporodását nagyban elősegítette az, hogy a fajták érésidejében jelentős eltérések vannak. A legkorábbi fajta ('Münchebergi korai') május 20-tól kezd érni, a legkésőbbi ('Axel') pedig július 10-től, ami azt jelenti, hogy közel két hónapon át folyamatosan van érett gyümölcs a fajtagyűjteményben. Ennek következtében május közepétől július közepéig nem lehet a kísérleti ültetvényt fungicides kezelésben részesíteni az élelmezés-egészségügyi várakozási idő betartása végett.

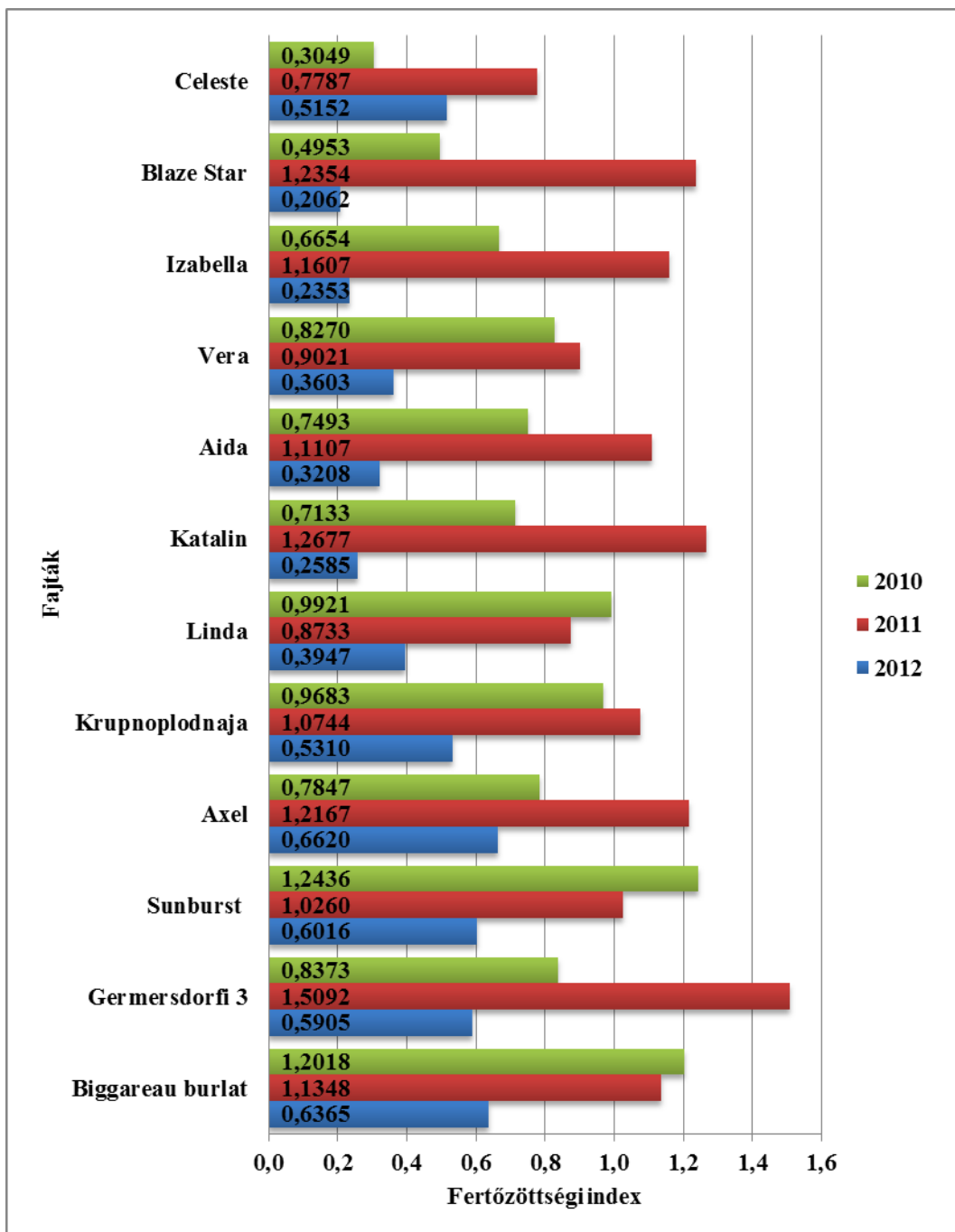
A 2010. évben Pallagon az áprilistól augusztusig mért csapadékmennyiség (471 mm) több mint másfélszerese volt a sokévi átlagnak (291,6 mm), melynek következtében a kórokozó fertőzésének lehetősége folyamatosan biztosított volt a vegetáció folyamán. Ezen csapadékos évben a legkisebb fertőzöttséget a 'Celeste' mutatta. Ugyancsak gyengébben fertőződött a 'Blaze Star' és az 'Izabella'. Ezzel szemben a 'Sunburst' és a 'Biggareau burlat' erősen fertőződött.

A 2011. év tavaszára felhalmozódott nagymennyiségű inókulum és a júliusban hullott mintegy 129 mm csapadék az előző évnél is komolyabb fertőzést okozott. Az egyes fajták fertőzöttsége a tavalyi évhez képest átlagosan 0,3 értékkel voltak magasabbak. A fertőzésre legkevésbé hajlamos fajta ugyancsak a 'Celeste' volt. Egynél kisebb értékkel csak a 'Vera' és a 'Linda' rendelkezett, az összes többi fajta jelentős fertőzöttséget mutatott. A legfertőzöttebb fajtának ebben az évben a 'Germersdorfi 3' bizonyult.

A 2012. évben a blumeriellás levélfoltosság számára a környezeti tényezők nem biztosították a megfelelő fertőzési és szaporodási feltételeket. Ennek következtében a fajták többségén nem vagy alig jelentkezett tünet. Azonban a legfertőzöttebbnek számító 'Axel' fertőzöttségi indexe is alacsonyabb volt a tavalyi évben legkisebb fertőzöttséget mutató 'Celeste'-nél (4. ábra).

Felméréseink során egyik fajta sem bizonyult ellenállónak a blumeriellás levélfoltossággal szemben. A fertőzöttségi index alapján a három év átlagában a legkisebb fertőzöttséget az általunk vizsgált 12 fajta közül a 'Celeste' mutatta. Ugyancsak kissé fertőződött a 'Blaze Star' is. Közepesen fertőződött az 'Izabella', a 'Vera', az 'Aida', a 'Linda', a 'Krupnoplodnaja' és az 'Axel'. A 'Germersdorfi 3' annak ellenére, hogy a szakirodalomban kevésbé fogékony fajtaként van feltüntetve (Benedek et al., 1990), eredményeink alapján a fertőzésre legalkalmasabb fajták közé tartozik. A 'Katalin' fajta Brózik & Kállay-né (2000) Csonthéjas gyümölcsfajták című könyvében közepesen érzékenyként szerepel, mely megegyezik az általunk mutatott eredményekkel.

Király és Szentpéteri (2004) tanulmányához hasonlóan az erősen fertőződött kategóriába tartozik a 'Biggareau burlat' és a 'Sunburst'.



4. Ábra. A vizsgált cseresznyefajták fertőzöttségi indexe (Debrecen-Pallag, 2010-2012)

Köszönetnyilvánítás

A munka az OTKA K78399 projekt támogatásával készült.

Hivatkozások

- Benedek P., Nyéki J. és Vályi I. 1990. Csonthéjas gyümölcsfajták érzékenysége a fontosabb kórokozókkal és kártevőkkel szemben – A fajtaspecifikus növényvédelmi technológia kidolgozása. *Növényvédelem*. **26.** (1) 12-31.
- Brózik S. és Kállai T-né. 2000. Csonthéjas gyümölcsfajták – cseresznye, meggy, őszibarack, kajszi, szilva. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 13-47.
- Glits M. 1962. A cilindrospóriumos betegség hazai előfordulása termőfákon. *Kertészet és Szőlészet*. **24.** 18-19.
- Glits M. 1978. Gyümölcsfélék betegségei 3-96. Szerk.: Glits M., Folk Gy., és Imre K. „Növénykórtan II. rész”, egyetemi jegyzet, Budapest. Kiadó.
- Holb, I. J., Lakatos, P. and Abonyi, F. 2010. Some aspects of disease management of cherry leaf spot (*Blumeriella jaapii*) with special reference to pesticide use. *International Journal of Horticultural Science*. **16.** (1) 45–49.
- Holb, I.J. 2009. Some biological features of cherry leaf spot (*Blumeriella jaapii*) with special reference to cultivar susceptibility. *International Journal of Horticultural Science*. **15.** (1–2) 91–94.
- Holb, I.J., Vámos, A., Lakatos, P., Gáll, J.M. and Abonyi, F. 2011. Some aspects of reduced disease management against *Blumeriella jaapii* in sour cherry production. *International Journal of Horticultural Science*. **17.** (1–2) 49-53.
- Jenser G. és Véghelyi K. 2003. Cseresznye és meggy. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 293.
- Jenser G. 1984. Gyümölcsfák védelme. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 123.
- Kaszonyi S. 1955. Faiskolai csonthéjasok cylindrospóriumos betegsége. *Növénytermelés*. **4.** 337-350.
- Király, K. and Szentpéteri, T. 2006. *Blumeriella jaapii* /Rehm/ v./Arx/ infection of some sweet cherry cultivars in two years with different precipitation conditions. *International Journal of Horticultural Sciences*. **12.** (3) 47–49.
- Véghelyi K. 1976. A cseresznye és meggy blumeriellás betegsége elleni védekezés korszerűsítése. *Növényvédelem*. **12.** (4) 172-176.

