



GEORGICON
FOR
AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

Volume 19

2014

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 findings in all fields of agriculture and related topics are published in the Journal subsequent 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 embedded 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 peculiar 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.

After reviewing and subsequent revision, submit a computer disk with the final revised version of the manuscript, as well as a hard copy of the same manuscript.

The publication of papers in G. Agric is free of charge. Twenty reprints are provided free of charge for the first author.

More details on publication preparation should be found on the website of the Faculty: <http://www.georgikon.hu>

Editorial Board

Editor-in-Chief: Károly Dublec, PhD, Dean of the Faculty

Editor: Angéla Anda, DSc

Associate Editors:

Alföldi, Z.; Husvéth, F.; Kocsis, L.; Tóth, G.

Georgikon is the predecessor of the Pannon University, Georgikon Faculty of Agriculture 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.

Búzanemesítés kontinentális klímájú környezetben

Bedő Zoltán*, Láng László, Veisz Ottó, Vida Gyula és Rakszegi Mariann

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

**e-mail: bedo.zoltan@agrar.mta.hu*

Összefoglalás

Földrajzi és klimatikus tényezők alapvetően befolyásolják a kelet-európai búzatermesztési régióban alkalmazott genotípusok nemesítését, valamint az agronómiai eljárásokat. A kontinentális éghajlati övezetben termesztett búza nemesítése hagyományos módszerekkel történt a 20. században. Az utóbbi két évtizedben a nyugat-európai termésszínvontól való, fokozatosan növekvő lemaradás elsősorban annak tudható be, hogy a potenciális termőképesség és a gyakorlati termesztés során realizált termés között megnőtt a különbség. Hatékony búzanemesítési program kontinentális környezeti feltételek között is új koncepció kidolgozását igényli, ami magába foglalja a génbanki kutatások korszerű felfogásban történő újragondolását, új előnemesítési programok indítását, valamint a modern biotechnológiai és informatikai módszerek kritikus áttekintését a nemesítési gyakorlatba történő alkalmazásuk érdekében. A kontinentális éghajlatú kelet-európai régióban történő búzanemesítés feladata az abiotikus rezisztencia - ezen belül is a télállóság, a szárazság- és a hőtűrés - javítása, illetve a tulajdonságok megőrzése nagyobb potenciális termőképességi szinten. A kelet-európai kontinentális klímán nemesített és termesztett búza előnye a jó beltartalmi minőség. Stabilitásának javítása, valamint az egészséges gabonaalapú táplálkozáshoz szükséges bioaktív komponensek növelése új kihívásokat jelentenek a nemesítők számára.

Kulcsszavak: búzanemesítés, kontinentális klíma, előnemesítés, abiotikus rezisztencia, genetikai források

Abstract

Geographical and climatic factors have had a substantial influence on the genetic background of germplasm and on agronomic management practices. Bread wheat improvement in the 20th century was carried out using traditional breeding methods. The gradual decline in yield increase

over the last two decades compared with Western Europe can be attributed primarily to the increasing difference between potential yields and farm yields. Efficient wheat breeding programme for continental climatic environments will require new breeding efforts, including new strategies in gene bank research, to develop new germplasm in pre-breeding programmes and the application of modern breeding technologies. The complex tasks facing wheat breeders in continental climatic environments include the improvement of abiotic resistance, especially winter hardiness and tolerance of drought and heat at higher levels of yield potential. The good breadmaking quality of Eastern European wheat will only represent an advantage if it is associated with better quality stability. Increasing the quantity of bioactive components in the grain in order to produce healthy cereal-based food is a new challenge for breeders in this region.

Keywords: wheat breeding, continental climate, pre-breeding, abiotic stress resistance, genetic resources

Bevezetés

A kontinentális éghajlati régióban napjainkig történetileg tájfajtákat, fajtapopulációkat, valamint modern fajtákat alkalmaztak a búzatermesztésben. E típusok között jelentős különbségek mutathatók ki, a változások során mind a genetikai variabilitás csökkenése, mind az adaptációt elősegítő génakkumuláció folyamata egyaránt megfigyelhető volt. A szelekciós tevékenység révén a variabilitás csökkenésével egyrészt folyamatosan nőtt a közönséges búza produktívitasában, alkalmazkodóképességében és más agronómiai tulajdonságaiban szerepet játszó allélek gyakorisága, miközben a tájfajtáknak a termesztésből való kiszorulásával genetikai erózió zajlott le. Az adaptációs régiók ökológiai jellemzőitől függően eltérő mértékben kerültek a termesztésbe a széles plaszticitással rendelkező intenzív, valamint a nagyobb stabilitást mutató extenzív búzafajták. Nemesítési kutatásaink fő célkitűzése az elmúlt időszakban e két adaptációs alaptípus előnyös tulajdonságait egyesítő búza kutatása kontinentális környezeti körülmények között. A kutatási programban a produktívitas növelése mellett szükséges a növényi betegségek változásának követése, megfelelő rezisztencia kialakítása, az abiotikus ellenállóság szintjének megőrzése, a beltartalmi minőség javítása, az egészséges táplálkozásban szerepet játszó bioaktív komponensek és a keményítő összetétel jelentik a legfontosabb kihívásokat.

Eredmények

Kétségtelen tény, hogy a búza nemesítése döntő mértékben hagyományos módszerekkel történt a 20. században. Ugyanakkor a búzanemesítés tudománya jelentősen gazdagodott genetikai, virágzásbiológiai, növényélettani, –kórtani, stb. ismeretekkel. Különböző elméletek kialakulásának ellenére is egyértelmű lett, hogy a kontinentális klímátikus feltételek között sincs ésszerű lehetőség visszatérni a régi fajtákhoz és tájfajtákhoz, hanem korszerű nemesítési programokkal lehet megalapozni a jövőbeni búza genotípust. Ehhez alapvetően a korábbi időszakokhoz képest nagyobb kapacitású búzanemesítési program kialakítása szükséges, ami magába foglalja

- a molekuláris módszerek felhasználásával történő génbanki kutatásokat,
- nagyméretű, több tulajdonság fejlesztését egyidőben megvalósító előnemesítési program folytatását,
- a teljes nemesítési rendszer átalakítását, a hagyományos és biotechnológiai módszerek együttes alkalmazásával.

Növénynemesítést szolgáló génbanki kutatások

A növénynemesítés számára felértékelődött a génbankokban fellelhető régi fajták és populációk szerepe az elmúlt időszakban. Ez alapvetően nem azért történt világszerte, mert a nemesítők újból a természetbe kívánták volna állítani e régi búzákat, hanem azért mert a molekuláris nemesítési módszerekkel hatékonyabbá és gyorsabbá vált e régi fajták hasznos tulajdonságainak kutatása, jellemzése és átvitele a modern fajtákba. Ez a koncepció találkozott a génbanki kutatók elképzeléseivel is, mivel a molekuláris technikák hatalmas lehetőségeket jelentenek a nagy kollektciók jellemzésére. A hagyományos módszereket, a botanikai és morfológiai jellemzéseket hatékonyan egészítették ki többek között a molekuláris marker technológiák alkalmazása, vagy a dinamikus fejlődő szekvenálási eljárások. Un. törzskollektciók létrehozása, a génbankokban fellelhető genetikai források vizsgálata kiváló lehetőséget nyújt többek között asszociációs térképezésre, amikor a nemesítők kis heritabilitású tulajdonságokat kívánnak vizsgálni (Bressegheo és Sorrells, 2006).

Tradicionalis módszerekkel kevésbé hatékony a régi tájfajták felhasználása a nemesítésben mivel néhány értékes génjük mellett számos hátrányos agronómiai tulajdonsággal is rendelkezik. Jelentősen bonyolíthatja a hasznos gének átvitelét a kedvezőtlen gén kapcsoltág, távoli vad vagy természetten rokon fajoknál a keresztezési akadályok, a homeológ kromoszómák párosodásának

hiánya, stb. A génbanki kutatások hatékonysága javítható a genotipizálás és a fenotipizálás új módszereinek együttes alkalmazásával. Ennek során

- vizsgálható a kollekcio a nemesítés számára fontos, ismert gének előfordulásának kimutatására,
- izolálhatók új, unikális allélok, amelyek hasznosíthatók a nemesítésben a genetikai variabilitás szélesítése érdekében,
- felbonthatók tájfajták vagy régi fajták heterogén populációi az allél diverzitás jellemzésére és hasznosítására.

Új genotípusok szelekciója előnemesítéssel

Allard (1996) a 20. század búzanemesítésében lezajlott eseményeket kétirányú folyamatként értékeli, ahol egyrészt a növényi génállomány eróziója zajlott le a homogén populációból álló modern fajták elterjedésével, és a heterogén populációjú tájfajták, a korai fajtapopulációk eltűnésével, másrészt a széles adaptációs képességet biztosító és a produktivitást növelő allélek folyamatos felhalmozódása ment végbe a modern növényfajtákban a nemesítési ciklusok eredményeként. Ugyanakkor a nemesítők az erős konkurencia közepette egyre inkább abból az elvből indultak ki, hogy a „legjobbat a legjobbal” keresztezzék. A legjobb teljesítményt nyújtó, elterjedt fajták egymás közti keresztezésének egyik következménye lett, hogy a természetett fajták allél különbsége csökkent, így szükségessé vált a genetikai variabilitás szélesítése előnemesítési módszerekkel. A nemesítőknek alapvetően öt különböző genetikai forrás áll rendelkezésükre az előnemesítésben:

- adaptív fajta vagy törzs
- un. exotikus genotípus
- régi tájfajta vagy fajtapopuláció
- vadon élő vagy természetett rokon fajok
- mutáns genotípusok

Adaptív fajták és törzsek felhasználásával a legkisebb az esély a genetikai variabilitás szélesítésére. Ez leginkább a vadon élő vagy természetett rokon fajok felhasználásával valósítható meg. Ugyanakkor ez utóbbi a hagyományos genetikai módszerekkel időigényes kutatás. Elég, ha csak a legnagyobb területen elterjedt 1B/1R rozs transzlokációs búzafajtákat említjük példaként, amikor a sikeres keresztezéstől az első fajta regisztrációjáig 33 év telt el (Rabinovich, 1998). A nemesítési folyamat bonyolultsága ellenére a kelet-európai búzanemesítők nagymértékben használtak fel vad fajokat. Jó példa erre Tzitzin munkája az *Agropyron sp. x T. aestivum*

keresztezősekkel, amiből kontinentális termesztési régióban sikerült búzafajtákat szelektálni (Zhukovsky, 1957). Interspecifikus keresztezésekkel több betegségrezisztencia és tartalékfehérje gént sikerült beépíteni a közönséges búza genomjába az odesszai nemesítési programban (Litvinenko, 2001).

A kontinentális búza egyik legfontosabb kritériuma az átlagon felüli abiotikus stressz rezisztenciája. Ez több komponensből tevődik össze és ide tartozik a télállóság. A martonvásári fitotronban végzett fagyállóság kísérletek során vizsgáltunk Európa különböző régiójából származó, az adott régióra jellemző búzafajtákat (Veisz et al. 1996). A kísérleti eredmények alapján a kelet-európai fajták bizonyultak a legellenállóbbaknak, és a dél-európaiak a leginkább fagyérzékenyebbek. A kelet-európai germplaszmban is megfigyelhető eltérés, mivel a magyar fajták szignifikánsan fagyérzékenyebbek, mint a többi kelet-európai.

A télállósági kutatások jelentőségét az a tény is bizonyítja, hogy az elmúlt évszázadban a tavaszi búza vetésterület egyre jelentősebb részét az őszi búza vette át Oroszországban. Amíg a 20. század első két évtizedében az európai régióban mintegy 80%-ban termeltek tavaszi búzát, addig az 1980-as évekre 62,4%-ra csökkent az arányuk. Ugyanakkor ezeken a területeken magas szintű télállóságra van szükség a biztonságos termesztés érdekében (Dorofeev és Udachin, 1987). A negatív szemtermés – télállóság korreláció „feltörésére” azért is feltétlenül szükség van, mivel például Ukrajnában egyre inkább a kevésbé télálló, bőtermő fajták terjednek amennyiben összehasonlítjuk az 1985-ben és a másfél évtizeddel később termesztett fajták fagyállóságát. Az ezredfordulón már nem volt a legjobb télállóságú Odesszkaja 51-hez hasonló fajta, ami a télálló búzák nemesítésének fontosságát mutatja.

A kelet európai búzanemesítés leginkább komplex feladata a szárazság- és a hőtűrés javítása, illetve az új búzafajtákban nagyobb potenciális termőképességi szinten történő megőrzése. Aszálynak kitett kontinentális klímájú régiókban az adaptációs képesség, a szárazságtűrés és a termőképesség szorosan összefüggő tulajdonságok. Románia déli körzeteiben az aszály elkerülésének, a termésstabilitás javításának lehetősége a koraiságra történő szelekció (Saulescu et al., 1998). Különösen jelentőssé vált ez a probléma a szélsőséges klimatikus események gyakoriságának fokozódásával, ami nemcsak a termés mennyiségének, hanem annak minőségének stabilitását is megkérdőjelezi. Ezáltal nemcsak a régiók, hanem az évszázadok közötti fluktuáció is megnőtt.

A kontinentális klimatikus éghajlati környezetben nemesített búza minőség stabilitása azért is kritikus tulajdonság, mivel ebben a régióban általában jobb sütőipari minőségű, nagyobb fehérjetartalmú búzát lehet termesztani mint pl. Nyugat-Európában. A búzafajták döntő többsége a világszerte elterjedt észak-amerikai osztályozás alapján a piros, keményszemű (hard red)

minőség csoportba tartozik. Az elmúlt két évtized során a csökkent műtrágya felhasználás, a szélsőséges klíma, a biotikus stressztényezők (pl. *Eurigaster sp.*) negatív hatásai miatt romlott a minőségi paraméterek stabilitása. Az új nemesítési kiindulási anyag szelekciója során mindenképpen célszerű figyelembe venni a kanadai növénynemesítők koncepcióját, miszerint a fehérjetartalom további jelentős növelése helyett inkább a fehérje komponensek összetételének változtatása jelenthet új törekvést (R.M. DePauw et al., 1998). Emellett az egészséges gabonaalapú táplálkozáshoz a bioaktív komponensek javítása is egyre inkább előtérbe kerül (Shewry et al., 2010). A különböző eredetű búzafajták bioaktív komponenseinek vizsgálata során a HEALTHGRAIN FP6 EU projektben kiderült, hogy a modern nyugat-európai eredetű fajták általában több bioaktív komponenst tartalmaznak, mivel a vizsgált 120 búzafajta rangsorában az első 20 genotípus közül 17 származott Nyugat Európából (Ward et al., 2008). Ezért a tartalék fehérje összetétel mellett a szem bioaktív komponenseire történő szelekció is előtérbe kerül.

Új nemesítési módszerek alkalmazása

A kelet-európai nemesítésben létrehozott búzafajtákat a nemesítők - hasonlóan más régiókhoz - döntő mértékben tradicionális nemesítési módszerekkel szelektálták. A hagyományos növénynemesítési módszerek önmagukban is nagy átalakuláson mentek át, amit elősegített az információtechnológiai fejlődés, az adatbankok létrehozása, a szelekciós folyamatok és a genetikai állomány számítógépes nyilvántartása, a statisztikai elemzések módszereinek fejlesztése. Megnőtt a keresztezések, a szelekciós környezetek, a tesztelő bázisok száma, fejlődött a kísérletek beállításának technológiája korszerű kísérleti gépek és az ún. GPS rendszer alkalmazásával. A múlt század nyolcvanas éveitől kezdve a leginkább használt biotechnológiai módszerek az ún. doubled haploid nemesítés, valamint az in vitro szomaklonális szelekció volt a nagyobb nemesítő intézetekben.

A modern nemesítési módszerek közül a molekuláris markerszelekció új genetikai források létrehozására egyre nagyobb méretekben folyik és ennek rutinszerű kiteljesedése várható a jövőben. Új genetikai forrás létrehozására, az előnemesítés hatékonyságának növelésére a molekuláris markerek felhasználásával végzett nemesítés jelentős előrelépést jelenthet. Egyrészt a nemesítők felgyorsíthatják egy adott gén beépítését a kontinentális típusú búzába, valamint azonos fenotípusos hatást előidéző allélokot piramidálhatnak egy genotípusba, általában egy jól bevált búzafajtába, amit egyetlen tulajdonságban kívánnak módosítani. Ez elsősorban rezisztencia gének beépítése során hatékony eljárás. Ilyen esetben az ún. molekuláris marker

révén végzett visszakeresztezéses nemesítés történik (marker-assisted backcross breeding MABC).

A gén piramidálás és a molekuláris markerek felhasználásával végzett visszakeresztezéses nemesítés optimálisan kombinálható a hagyományos szelekciós módszerekkel. Jó példa erre a BIOEXPLOIT FP6 EU projekt keretében végzett levélrozda rezisztencia gének piramidálása martonvásári búzafajtákba (Vida et al. 2009). A génbankokban rendelkezésre álló tájfajták, vadon élő- és termesztett rokon fajok genetikai hátterének feltárására megkezdődtek a genotipizálás és fenotipizálási rendszerek alkalmazása. Így a meglévő genetikai variabilitás minél nagyobb arányú kihasználása a nemesítés számára is elérhetővé válhat.

Világszerte nagy kapacitással történik agronómiailag hasznos gének izolálása és felhasználása transzgénikus és ciszgénikus növények nemesítésére. A közvéleményben megfigyelhető ellenállás miatt a kontinentális búza nemesítésében nem várható a géntechnológia ilyen célból történő alkalmazása a közeli jövőben. A martonvásári nemesítők a genetikailag módosított búza vizsgálatát egy ideig együttműködésben végezték rothamstedi kutatókkal (Rakszegi et al., 2005 and 2008), de a szántóföldi kísérletek 2010-ben befejeződtek.

Hivatkozások

- Allard, R.W., 1996. Genetic basis of the evolution of adaptedness in plants. *Euphytica*, 92: 1-11.
- Breseghele, F., Sorrells, M., 2006. Association analysis as a strategy for improvement of quantitative traits in plants. *Crop Science*, 46, 1323-1330.
- DePauw, R.M., Clarke, J.M., McCaig, T.N., Townley-Smith, T.F., 1998. Opportunities for the improvement of Western Canadian wheat protein concentration, grain yield and quality through plant breeding. In: Fowler, D.B., Geddes, W.E., Johnston, A.M., Preston, K.R., *Wheat protein production and marketing. Proc. Wheat Protein Symp., Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 75-93.*
- Dorofeev, V.F., Udachin, R.A., 1987. *Wheats of the world. Agropromizdat, Leningrad, pp. 560.*
- Litvinenko, M., Lyfenko, S., Poperelya, F., Babajants, L., Palamatchuk, A., 2001. Ukrainian Wheat Pool. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J., (Eds.), *The world wheat book; a history of wheat breeding. Lavoisier Publishing, Paris, 351- 375.*
- Rabinovich, S.V. 1998. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L.. *Euphytica*, 100:323-340

-
- Saulescu, N.N., Ittu, G., Balota, M., Ittu, M., Mustatea, P., 1998. Breeding wheat for lodging resistance, earliness and tolerance to abiotic stresses. In: Braun, H.J., et al. (Eds.), *Wheat: prospects for global improvement*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 181-188.
- Shewry, P. R., Piironen, V., Lampi, A. M., Edelmann, M., Kariluoto, S., Nurmi, T., Fernandez-Orozco, R., Ravel, C., Charmet, G., Andersson, A. A. M., Aman, P., Boros, D., Gebruers, K., Dornez, E., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Rakszegi, M., Bedo, Z., Ward, J. L., 2010. The HEALTHGRAIN Wheat Diversity Screen: Effects of Genotype and Environment on Phytochemicals and Dietary Fiber Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:(17) pp. 9291-9298.
- Veisz, O., Harnos, N., Szunics, L., Tischner, T., 1996. Overwintering of winter cereals in Hungary in the case of global warming. *Euphytica*, 92, 249-253.
- Vida, Gy., Gál, M., Uhrin, A., Veisz, O., Syed, N.H., Flavell, A.J., Wang, Z., Bedő, Z., 2009. Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. *Euphytica*, 170, 67-76.
- Zhukovsky, P.M., 1957. *Wheat in the USSR*. State Publishing House of Agricultural Literature, Moscow, Leningrad, pp. 632.
- Ward, J., Poutanen, K., Gebruers, K., Piironen, V., Lampi, A.M., Nyström, L., Anderson A.A.M., Aman, P., Boros, D., Rakszegi, M., Bedő, Z., Shewry, P.R., 2008. The HEALTHGRAIN cereal diversity screen: concept, results and prospects. *J. Agric. Food Chemistry*, 56, 9699-9709.

Élelmiszerbiztonság és növénynevelés

Mesterházy Ákos*, Varga Mónika, Szabó-Hevér Ágnes, Lehoczki-Krsjak

Szabolcs és Tóth Beáta

Gabonakutató Közhasznú Non-profit Kft., 6726 Szeged, Alsóikikötősor 9.

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

Összefoglalás

A toxintermelő növénypatogén gombák által termelt gombamérgek világszerte az egyik legfontosabb élelmiszerbiztonsági probléma okozói. Nálunk a gabonafélék a legfontosabbak, de számos trópusi terményt is szennyeznek. E gombák képesek járványos betegségeket is okozni, és toxinoktól függetlenül is jelentős termés- és minőségvesztés okozói lehetnek. Az ellenállóság kutatása ezért az egyéb védekezési módok mellett központi kérdéssé vált. Ezt támogatja az EU-ban és a világ számos országában a fontosabb és leginkább ismert toxinokkal szemben bevezetett határérték is rászorítja a nemesítést a megoldás e módjának vizsgálatára is. Ma már sok ezer dolgozat foglalkozik e problémakörrel. A nemesítés szempontjából az a legfontosabb eredmény, hogy a toxinszennyezés és a betegség súlyossága jó vagy nagyon jó összefüggéseket mutat, azaz a kisebb fertőzöttségű fajták, hibridek alacsonyabb toxinszinttel rendelkeznek. Búzában, árpában, kukoricában számos dolgozat közül ilyen eredményt, többek között mi is, esetenként igen jelentős ellenállóság különbségeket is megállapítva. A hazai tapasztalatok ugyanezt mutatják. Nagyon fontos, hogy a rendelkezésre álló fajtákban és törzsekben igen jelentős variabilitás van, amit érdemes kihasználni. Jelentős az inokulációs módszerekben végbement fejlődés, a molekuláris genetika számos QTL-t (Quantitative Trait Locus) azonosított, ezért ma már a nemesítés rendelkezésére állnak a módszerek, a rezisztenciaforrások, amelyek révén az ellenállóbb fajták nemesítése megoldható. Különösen fontos a fajtaminősítés és a posztregisztrációs vizsgálatok szerepe, amelyek a már most rendelkezésre álló különbségek hasznosítását teszik lehetővé a köztermesztésben is.

Abstract

The toxins produced by plant pathogenic fungi represent one of the most significant problems in food and feed safety. In Hungary the cereals are the most important targets, but many other tropical plant species are exposed. These fungi can cause significant epidemics and independently os toxins can cause significant yield and quality losses. Therefore, in all significant countries toxin limits were introduced. Many hundred articles deal with some of the aspects of the problem. The most important result for breeding is that the toxin contamination and infection severity show close correlations, e. g. cultivars with less disease suffer normally less toxin contamination. In wheat, barley and maize many papers published such results included also our ones. The cultivars and hybrids show highly significant differences. Significant development was achieved in inoculation methods, phenotyping, in identification of genetic background (QTL); we have the sources of resistance that will help to produce more resistant cvs. The introduction of artificial inoculation methods is very important in the variety registration and post registration studies that allow exploiting existing resistance differences in commercial production.

A rezisztenciaprobléma

Az élelmiszerbiztonság és növénynevelés első látásra nem látszik magától értetődőnek. E témában elsősorban a különböző *Fusarium* fajok fontosak, de pl. az *Aspergillus flavus* is egyre több gondot okoz, van ahol évtizedek óta, van ahol inkább újabb jelenség. A növénykórtani irodalom sem azért foglalkozott velük, mert ilyen problémákat okoztak volna, és a nemesítési vonatkozások sem emiatt váltak érdekessé, hanem mert mennyiségi és minőségi károkat okoztak és ezeket szerették volna a nemesítés segítségével orvosolni. Azok a kórokozók, amelyek gyenge fertőzőképességűek voltak, szóba sem kerültek, hiszen sem a termésben okozott kár, sem a minőségi kár nem volt olyan mértékű, hogy a nemesítés érdeklődését felkelthette volna. Ezen túl a nemesítésnek komoly elvi fenntartásai is voltak, vannak.

(i) A már régóta ismert un. poligénes jelleg miatt eleve reménytelennek tartják az előrehaladást. Ellenérv: Ha a termőképesség esetében, amely poligénes jellegű, és az azt formáló tulajdonságok jelentős részben ugyancsak poligénesek, pl. aszálytűrés, fagyűrés, élettani jellemzők, számos betegséggellenállóság, stb., sikerült az évtizedek alatt minden növényben igen jelentős genetikai előrehaladást elérni, ami pl. a búzában nagyjából 2-3-szoros az ötvenes évek fajtáihoz viszonyítva, akkor nehezen látható be, hogy az adott rezisztenciatalajdonosság

poligénikus háttére eleve megakadályozná a munkát. Igaz, sokkal nehezebb dolgozni egy ilyen ellenállósággal, mint olyannal, ahol néhány visszakeresztezéssel az adott gén átvihető (levélrozsa, szárrozsra, liztharmat, stb.).

(ii) Ezek a kórokozók nem specializáltak, számos gazdanövényt képesek fertőzni és ezekkel szemben a hatékony genetikai védelmet nem tartják lehetségesnek. Az első két állítás igaz, de az utolsó nem, a búzában a Sumai 3, a Nobeoka Bozu felhasználása igen ellenálló törzsek előállítását eredményezte (Mesterházy, 2002, 2003, Mesterházy et al., 1999, 2005). Ha nem is ilyen mértékben, de a kukoricában is vannak igen jó ellenállóságú beltenyészett vonalak és hibridek (Mesterházy et al., 2012).

(iii) Eltérő a rezisztencia felfogás is. Nem ritka az a vélemény, hogy ha teljes mértékű rezisztencia nincs, márpedig a helyzet ez, akkor rezisztencia sem létezik, csak valamiféle fogékonyságkülönbség van. A kettő között lényegi különbség azonban nincs, még genetikai oldalon sem. Az ellenállóság e gombákkal szemben egy populációban folyamatos eloszlást mutat, a nagyszámú térképezési adat (QTL analízis ezt egyértelműen mutatja (Buertsmaier et al., 2009, Lu et al., 2011, Szabó-Hevér et al., 2012)). Vagyis nemcsak az igen-nem válaszok, hanem a kisebb különbségek is genetikai kontroll alatt állnak. Nyilván, minél alacsonyabb a rezisztenciaszint, annál nagyobb amplitúdók vannak az adott évjáratban vagy adott fertőzőképességű izolátummal szembeni rezisztencia kifejeződésben. Az ellenpélda a rasszspecifikus rozsdarezisztencia szokott lenni. Valóban van néhány rezisztenciagén, amely teljes immunitást biztosít (pl. *Sr36*, *Lr19*), de a gének túlnyomó része több-kevesebb fertőződést megenged, adott esetben akár fogékonyak is minősíthető, annak ellenére, hogy monogénekről van szó. Ezen túl vannak gének, amelyek felnőtt korban hatnak csak és nem rassz specifikusak (pl. *Lr34*), de számos nem rasszspecifikus QTL-t is azonosítottak, azaz a rozsdáknál is egy igen kiterjedt és változatos genetikai háttér van. Az más dolog, hogy ebből sokkal kevesebbet használunk ki, mint amennyit lehetne.

(iiii) További gondot okoznak azok a kórokozók, amelyek hagyományosan raktári kórokozóként vannak nyilvántartva, de szántóföldön is képesek fertőzést okozni. Itt elsősorban az *Aspergillus* fajoknak van jelentősége. Amerikában és Afrikában már jelentős irodalma van a rezisztenciaviszonyok tanulmányozásának, nálunk még csak most indult a munka, de az eddigi eredmények bizakodásra adhatnak okot.

A toxinprobléma és a genetika

A búzánál az első rezisztenciakutatási eredményeket az 1920-as években publikálták (Atanasoff, 1920, Scott et al., 1927). A kukoricában Boling és Grogan (1965) a kezdő dátum, és a *F. verticillioidesre* vonatkozik. A toxinok megjelenése a nemesítési problémát is kiélezte, de azt is tisztázni kellett, hogy a kettő hogyan viszonyul egymáshoz. A búzánál elég gyorsan kiderült, hogy az összefüggések igen jók (Mesterházy 2002, Mesterházy et al. 1999, 2005), vagyis a szelekciós program révén igen nagy biztonsággal számolhatunk az alacsonyabb toxintartalommal. Ezt Mesterházy et al. (2011) is megerősítette. Bár a QTL kutatás elsősorban a kalásztünetekre alapult, a későbbi kutatás már vizsgálta a QTL-ek hatását nemcsak a kalásztünetekre, hanem a DON termelésre is. Mesterházy et al. (2007) megállapította, hogy a két nagyhatású Sumai-3 eredetű QTL mind a tüneteket, mint a toxintartalmat hasonló mértékben csökkentette. Ezen túl az is kiderült, hogy a különböző *Fusarium* fajokkal szemben is hasonlóan véd, és pl. a *F. avenaceum* esetében a moniliformin termelést ugyanúgy visszaszorította, mint a *F. graminearum* esetében a deoxynivalenol (DON) előállítását. Vagyis a rezisztencia alapja nem egy DON lebontást vagy inaktiválást előidéző jelenség, hanem fordítva, a rezisztencia növelése miatt csökkent a toxin tartalom, arányaiban kevesebb lett a fertőzött szem. Ez azért igen fontos nemesítési tény, mert innen már lehet tudni, hogy pl. a Szegeden előállított ellenálló törzsek más körülmények között, más *Fusarium* fajokkal szemben is ellenállóak lesznek. Ezt a tényt támasztja alá az a tény is, hogy a kínai, vagy máshonnan származó rezisztenciaforrások mindenhol hozzák az elvárt rezisztencia szintet.

A legújabb QTL adatok arra utalnak, hogy az azonosított QTL-ek egy része csak a kalásztüneteket, másik részük a szemfertőzöttséget, vagy a DON tartalmat határozza meg (Buerstmayr et al., 2009, Szabó-Hevér et al., 2012, Szabó-Hevér et al., (előkészületben)). Vagyis lehetséges, hogy a genetikai szabályozásban eltérő hatású elemek is részt vesznek, az azonban eléggé biztosnak látszik, hogy ha egy növényben nagyobb számú QTL van, az nagyobb ellenállósággal és alacsonyabb toxintartalommal is jár (Lehoczki-Krsjak, előkészületben, Nicholson et al., előkészületben). Vagyis az egyes rezisztenciátényezőket kismértékben eltérő hatású és szerepű QTL-ek is szabályozhatják.

Módszertani problémák

Bár igen sokan ragaszkodnának a természetes fertőződéshez, de ez talán 10 évenként annyira súlyos, hogy nemesítési célra is használni lehessen. Ezért igen kiterjedtek a mesterséges inokulációs eljárások. A búza irodalomban nagyszámú módszer van forgalomban. Vannak igen hatékony és olcsó módszerek, amelyek tömegmunkára igen alkalmasak, de nem pontosak kutatási célra. Vannak munkaigényesebb eljárások, amelyekkel pontosabb eredményeket kapunk. Nagyon nagy az egyes eljárások környezetfüggősége. Míg pl. egy most zárult FP7-es programban Szegeden az általunk kifejlesztett permetező inokuláció és 48 órás polietilénzacskós takarás adta a legnagyobb mértékű fertőzést, addig a permetező inokuláció + mesterséges párasítás másokkal nagyobb ingadozást mutatott, míg a természetes fertőzöttségű kukoricásár + permetező öntözés csak 2010-ben adott jó eredményt, amikor állandóan esett az eső. Ausztriában, bár a tendencia hasonló volt, de a két másik módszer sokkal közelebbi eredményt adott a permetező + PE zacskós eljáráshoz képest. Sok esetben módszertani problémák közé sorolják pl. a virágzási idő hatását, holott ez biológiai probléma és az oka, hogy az időjárás ritkán stabil heteken keresztül, így a virágzáshoz igazodó inokuláció eredménye mindig függ a rákövetkező időjárástól is. Ez nyilván befolyásolja az az eredményeket és pontatlanabbá teszi a rezisztencia mértékének meghatározását. Egy tenyészkertben az a természetes, hogy a különböző adottságok, inhomogenitások miatt a fertőzöttségi adatok is szórnak, ahogyan a termésadatoknál is látható. Ez természetesen nemcsak a fuzáriumra, de a levélrozsára és más betegségekre is igaz. Ezért nem lehet egy fertőzöttségi adatból rezisztenciára következtetni és ezért kell a lehető legtöbb adatot összegyűjteni a minél pontosabb rezisztenciamérték megállapításához. A kukoricában, ugyanebben a programban a csöközép fogvájós inokulációját hasonlítottuk össze a bibecsatornás inokulációval. A fogvájós eljárással sokkal súlyosabb fertőzést kaptunk, sokkal jobb differenciálódással. A bibecsatornás módszerrel a kontroll szinthez közeli értékeket kaptunk csak, többnyire igen kis különbségekkel. A három éves adatok szerint a fogvájós (vagy más eljárással a csöközép inokulációja adja a megbízhatóbb eredményt. Gyakori, hogy a csövégek kinő a csuhélevelek közül és a folyamatos magas páratartalom is megszűnik, ami a csöközéken 4-5 hétre legalább biztosítva van.

A nemesítés és eredményei

A búzában három irányban folyik a munka. Az elsőben a teljes nemesítési anyagot átszűrjük, ez évi 5-600 genotípus tesztelését jelenti 4-4 izolátummal. Így azonosítottunk az elismert fajták

között átlagosnál nagyobb ellenállóképességet a GK Csillagban, a GK Fényben, a GK Körösben és még néhány fajtában, amelyeknek köztermesztési jelentősége mérsékelt. Néhány kolléga sikerrel használta az általunk előnemesített törzseket, Purnhauser László ebből állította elő a GK Rozi és GK Göncöl fajtákat. A második programpontra a saját nemesítési program vitele, itt évente 100 körüli keresztezést végzünk. Ezek egy része tartalmaz egzotikus eredetű rezisztenciaforrásokat, más része az ellenállóbb őszibúza fajták és törzsek keresztezéséből jött létre. Az F3 nemzedéktől minden generáció mesterséges fertőzéses kontroll alatt áll. Bár fajta ezekből még nem született, számos igen ellenálló törzsünk van. Bár az őszibúza programnál az átlagos érzékenység jóval nagyobb, de a legjobb törzsek ellenállósága között az egzotikus és őszibúza programból nincs lényeges különbség.

A kukoricában a létező beltenyésztett vonalak között jelentős variabilitás van, a vonalelőállítás programban van néhány eddig jó ellenállóságot mutató vonal, ezek nemesítési értékének vizsgálata folyamatban van. A szegedi hibridek eddigi vizsgálata szerint nagyobb hányaduk jó vagy ennél jobb ellenállósággal rendelkezik. A szerb-magyar kísérletben a tíz vizsgált szegedi hibridből nyolc volt az átlag alatti fertőzöttségű, a legjobbak a SzeTC465 és Sze521 volt a szegedi és újvidéki átlag alapján. Jó hír, hogy a legfogékonyabb szegedi is csak fele akkora fertőződést mutatott, mint a legfogékonyabb újvidéki hibrid.

Az jelen pillanatban bizonytalan, hogy a fajtaelismerésnél, ill. a posztregisztrációs vizsgálatok esetében a toxikus gombákkal szembeni ellenállóság lesz-e vizsgálva, és ha igen, mikortól. Ettől függetlenül a folyó szelekciós és nemesítő munkát folytatjuk, mert igen fontos versenyképességi tulajdonságról van szó. Elég, ha a GK Csillag búzafajta sikerére utalunk, vagy a GK Sarolta keleti sikereit vesszük számba. Abban ugyanis biztosak vagyunk, hogy a magyar gabona- és húságazat versenyképességének, költséghatékonyágának egyik igen fontos eleméről van szó.

Köszönetnyilvánítás:

A szerzők köszönetüket fejezik ki az alábbi projektek támogatásáért: OMFB (No. 6315 and 6777), OTKA (TS 040887 and D 38486), NKFP (Búza Konzorcium 4/038/2001), FVM (21a/2000 Technológiafejlesztés), EU FP5 Fucomyr (QLK5-CT-2001-02044), EU FP7 MycoRed (KBBE-2007-2-5-05), Deák Zrt. 2009-2011), Tét kétoldalú Magyar-Kínai együttműködés CN-51/2007, ToxFreeFeed HUSRB/1002/122/062, HU/SR, OTKA pályázat: K84122 és K84077

Hivatkozások

- Atanasoff, D. 1920. *Fusarium* blight (scab) of wheat and other cereals. J. Agric. Res. 20:1-32.
- Boling, M. B., and C. O. Grogan, 1965: Gene action affecting host resistance to *Fusarium* ear rot of maize. Crop Sci. 5: 305-307.
- Buerstmayr, H., Ban T., Anderson J. A. 2009. QTL mapping and marker-assisted selection for *Fusarium* head blight resistance in wheat: a review. Plant Breeding 128: 1-26.
- Lu, QX. ; Szabó-Hevér, A. ; Bjornstad, A., Lillemo, M. ; Semagn, K, Mesterházy, A., Ji, F³; Shi, JR., Skinnes, H. 2011. Two Major Resistance Quantitative Trait Loci are required to counteract the Increased Susceptibility to *Fusarium* Head Blight of the Rht-D1b Dwarfing Gene in Wheat. Source: Crop Science 51: 2430-2438
- Mesterházy, Á., Tóth, B., Varga, M., Bartók, T., Szabó-Hevér, Á., Farády, L. Lehoczki-Krsjak, S. 2011. Role of Fungicides, of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol. Toxins, 3: 1453-1483.
- Mesterházy, A. 2002. Role of deoxynivalenol in aggressiveness of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* and in resistance to *Fusarium* head blight. European J. Plant Pathol. 108:675-684.
- Mesterházy, Á. 2003. Breeding wheat for *Fusarium* head blight resistance in Europe. In: Leonard, K. and Bushnell, W. (Eds.): *Fusarium* head blight of wheat and barley. APS Press, St. Paul. 211-240.
- Mesterházy, Á., Bartók, T. , Kászonyi, G. , Varga, M. , Tóth, B. , Varga, J. 2005. Common resistance to different *Fusarium* spp. causing *Fusarium* head blight in wheat. European J. Plant Path. 112:267-281.
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Mirocha, C. M., Komoróczy, R. 1999. Nature of resistance of wheat to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol contamination and their consequences for breeding. Plant Breeding, 118:97-110.
- Mesterházy, Á., Buerstmayr, H., Tóth, B. Lehoczki-Krsjak, Sz. Szabó-Hevér, Á. Lemmens, M. 2007. An improved strategy for breeding FHB resistant wheat must include Type I resistance. In: R. Clear (Ed.): Proc. of the 5th Canadian Workshop on *Fusarium* Head Blight, Delta Winnipeg, Nov. 27-30, p. 51-66.
- Mesterházy, Á., Lemmens, M., Reid, L. M. 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. Plant Breeding, 131:1-19.
- Scott, I. T. 1927. Varietal resistance and susceptibility to wheat scab. Univ. MN., Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 111. 14 pp.

Szabó-Hevér, Á., Lehoczki-Krsjak, S., Tóth, B., Purnhauser, L., Buerstmayr, H., Steiner B., Mesterházy, Á. 2012. Identification and validation of Fusarium head blight and Fusarium damaged kernel QTL in the Frontana/Remus DH mapping population. *Canadian J. Plant Pathology*, 34:224-238.

Gabonalisztharmat a szántóföldön és a laboratóriumban

Kiss Levente

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, 1525 Budapest, Pf. 102.

e-mail: kiss.levente@agrar.mta.hu

Összefoglalás

Valamennyi, egyszikűeket fertőző lisztharmatgomba egyetlen fajhoz tartozik, melynek több, különböző gazdanövényfajokra specializálódott változata közül talán a búzát fertőző *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* és az árpát megbetegítő *B. graminis* f. sp. *hordei* a legismertebb. Ismertségük részben a szántóföldi körülmények között okozott kártétel, részben pedig a beható laboratóriumi vizsgálatok következménye: egyrészt egyre jobban feltártak a szántóföldön fellépő populációk gyors patotípus- és egyéb genetikai változásai, valamint gazdanövénykör-változásai (pl. nemrég a tritikálét is megfertőző *B. graminis* f. sp. *tritici* populációk felbukkanása), másrészt jelenleg a *B. graminis* f. sp. *hordei* genomja a legjobban ismert lisztharmatgomba-genom, amely az obligát biotróf életmód modelljévé is vált egyben. A szemlecikk a *B. graminis*-kutatások egyes területein elért legfrissebb eredményeket foglalja össze, ideértve a saját laboratóriumunkban a gabonalisztharmat életciklusa területén elért néhány eredményt is.

Kulcsszavak: *Blumeria graminis*, lisztharmatgomba-genom, mikrociklikus konidiogenezis, életciklus, aszkospóra, gazdanövénykör-bővülés

Abstract

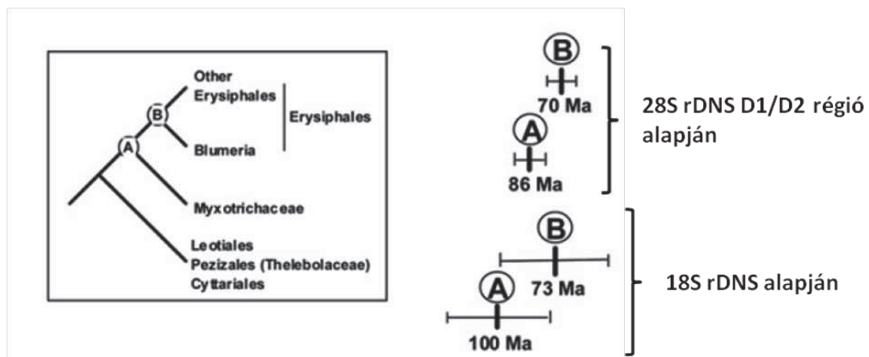
All the powdery mildew fungi infecting monocotyledons belong to a single species, *Blumeria graminis*. Most probably, *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* infecting wheat and *B. graminis* f. sp. *hordei* infecting barley are the best-known formae speciales of this species. These are well-known because of the damages caused in the field and also because of laboratory studies focusing on the quick changes in the pathotype structures, genetic diversities and host range expansions of field populations, such as those *B. graminis* f. sp. *tritici* populations which have recently become pathogenic to triticale. In addition, the genome of *B. graminis* f. sp. *hordei* is the best-known powdery mildew genome which has become a model for the obligate biotrophic way

of life of fungal plant pathogens. This review summarizes the most recent results obtained in a number of *B. graminis* research fields, including results obtained in our laboratory during the study of the life cycle of the cereal powdery mildew pathogens.

Keywords: *Blumeria graminis*, powdery mildew genome, microcyclic conidiogenesis, life cycle, ascospore, host range expansion

Bevezetés

Miközben több mint tízezer kétszikű növényfaj legalább egy, olykor pedig több lisztharmatgomba gazdanövényeként is ismert (Braun és Cook, 2012), addig, érdekes módon, a kb. 700 lisztharmatgombafaj közül mindössze egyetlen olyanról tudunk, amelynek gazdanövényei az egyszikűek, mégpedig a pázsitfűfélék (Poaceae) közül kerülnek ki. Ez a sok szempontból különleges lisztharmatgomba a *Blumeria graminis* (régábban: *Erysiphe graminis*), egy olyan leszármazási vonal képviselője, amely DNS-vizsgálatok alapján már kb. 70 millió évvel ezelőtt elkülönült a kétszikűeket fertőző lisztharmatgombafajoktól (1. ábra; Takamatsu, 2013).



1. ábra. Az egyszikűeket fertőző *Blumeria* nemzetség és a kétszikűeket fertőző többszáz lisztharmatgombafaj leszármazási vonalainak szétválása Takamatsu (2013) alapján

A szétválás feltételezhető időpontját két különböző sejtmagi riboszomális DNS (rDNS) régió szekvenciáira épített molekuláris órák alapján határozták meg; a kétféle megközelítés eredményei nem sokban térnek el egymástól.

A *B. graminis* több, különböző gazdanövényfajokra specializálódott változata közül talán a búzát fertőző *B. graminis* f. sp. *tritici* és az árpát megbetegítő *B. graminis* f. sp. *hordei* a legismertebb (Dean és mtsai, 2012). Ismertségük részben a szántóföldi körülmények között okozott kártétel, részben pedig a beható laboratóriumi és genomikai vizsgálatok következménye: egyrészt egyre jobban feltártak a szántóföldön fellépő populációk gyors patotípus- és egyéb genetikai változásai (pl. Komáromi és mtsai, 2013), gazdanövénykör-változásai (pl. Troch és mtsai, 2012), és egyéb tényezők, másrészt jelenleg a *B. graminis* f. sp. *hordei* genomja a legjobban ismert lisztharmatgomba-genom, amely az obligát biotróf életmód modelljévé is vált egyben (Spanu és mtsai, 2010; Hacquard és mtsai, 2013). Az intenzív kutatások dacára akad még fehér folt a *B. graminis* biológiáját illetően: erre többek között saját legújabb eredményeink is rávilágítottak, melyek a gabonalisztharmat életciklusának eddig nem ismert részleteire hívták fel a figyelmet. A szemlecikk az alábbiakban e kérdéseket járja körül a legújabb eredmények tükrében.

Gabonalisztharmat a szántóföldön: patotípus- és gazdanövénykör-változások

Jóllehet a termesztett gabonafajták lisztharmat-rezisztenciáját letörő virulencia-faktorokkal rendelkező új patotípusok gyors megjelenése ill. előretörése a *B. graminis* populációkban régóta ismert (pl. Brown, 1994), és Magyarországon is hosszú ideje, kb. 40 éve folyamatosan kutatott (Komáromi és mtsai, 2013), az elmúlt években a jelenség újabb és újabb oldalai váltak ismertté különböző földrajzi régiókban elvégzett vizsgálatok során. Így például egy ausztrál (Tucker és mtsai, 2013) és egy észak-afrikai (Jensen és mtsai, 2013) kutatómunka nemrég számos patotípus előfordulását igazolta *B. graminis* f. sp. *hordei* populációkban a vizsgált régiókban, ezek nagy távolságokra történő terjedésében azonban jelentős különbségeket mutattak ki: míg az ausztrál területeken a génáramlás alacsony szintű volt az egyes lokális populációk között, addig Marokkóban ennek ellenkezőjét tapasztalták a kutatók (Jensen és mtsai, 2013). Magyarországon a búzalisztharmatot okozó *B. graminis* f. sp. *tritici* populációk szintén nagyon összetettek a virulencia-faktorok tekintetében, számos patotípus (rassz) keverékéből állnak (Komáromi és mtsai, 2013).

Míg a búza- és árpalisztharmatért felelős kórokozók patotípusainak összetettsége és időbeli változásai általánosságban jól ismertek, nemrég meglepetést váltott ki olyan *B. graminis* törzsek felbukkanása, amelyek az eddig ismert formák (formae speciales-ek) gazdanövénykörtől eltérő gazdanövénykörrel rendelkeznek. A sokáig lisztharmat-rezisztens tritikálé (*xTriticosecale*: *Triticum* x *Secale*) 2001 óta Európában egyre gyakrabban jelzett, meglepő lisztharmat-

fertőzéseivel kapcsolatban először Walker és mtsai (2011), majd Troch és mtsai (2012) bizonyították be azt, hogy a búzalisztharmatot okozó *B. graminis* f. sp. *tritici* gazdanövénykörbővülése, és nem pl. a búzát fertőző *B. graminis* f. sp. *tritici* valamint a rozсот fertőző *B. graminis* f. sp. *secalis* feltételezett hibridizációja áll a jelenség hátterében. Genetikai vizsgálatok kimutatták, hogy a gazdanövénykör-bővülés több alkalommal, több régióban is bekövetkezett az elmúlt évtizedben (Walker és mtsai, 2011; Troch és mtsai, 2012). Jelenleg a tritikálén előforduló, megfelelő növényvédelem nélkül gazdasági károkat okozó lisztharmatgomba-populációk már ugyanúgy komplex virulencia-faktorokkal rendelkeznek, mint a búzán, árpán, rozson és más gabonaféléken régóta ismert lisztharmat-populációk; Klocke és mtsai (2013) nemrég 272 patotípust tudtak azonosítani németországi minták alapján.

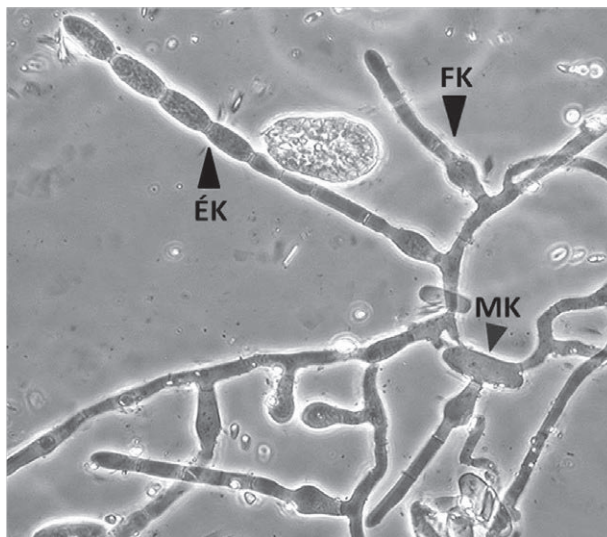
Gabonalisztharmat a laboratóriumban: genomikai vizsgálatok

Az elmúlt évek lisztharmat-kutatásainak egyik legjelentősebb lépése az árpát fertőző *B. graminis* f. sp. *hordei* teljes genomjának meghatározása, annotálása és elemzése jelentette (Spanu és mtsai, 2010). A tömlősgombák átlagos genom-méreténél négyszer nagyobb, kb. 120 Mb méretű genom túlnyomó részét, 64%-át retrotranpozonok (transposable elements, TEs) jelentették; ugyanakkor mindössze 5854 gént sikerült azonosítani a genomban, miközben az eddig ismert gomba-genomok ennél sokkal több gént tartalmaznak. Egyértelműen ki lehetett mutatni, hogy a *B. graminis*, minden bizonnyal az obligát biotróf életmód következtében, az elsődleges és a másodlagos anyagcserében kulcsszerepet játszó számos enzim génjét elvesztette az evolúció során. Összehasonlító vizsgálatok érdekében Spanu és mtsai (2010) két másik, kétszikűeket, mégpedig a borsót ill. a lúdfüvet fertőző lisztharmatgomba, az *Erysiphe pisi* ill. *Golovinomyces orontii* genomját is megszekvenálták, bár ezek teljes körű annotálása még nem történt meg. A *B. graminis*, valamint az *E. pisi* és *G. orontii* genomjainak összehasonlításakor kiderült, hogy az árpalisztharmat-genomban azonosított 248 ún. effektor-jelölt génből (a fertőzőképességgel, vagyis a patogenezissel vélhetően összefüggő génekből) kevesebb mint 10 fordul elő a kétszikűeket fertőző két másik lisztharmatgomba genomjában, ami arra utal, hogy az effektor-fehérjeként leírt faktorok túlnyomó többsége az adott lisztharmatgomba saját gazdanövényeire történő szűk specializációt szolgálja ill. a gazdanövény-specializáció eredménye. Wicker és mtsai (2013) a búzalisztharmat kórokozójának genomját is megszekvenálták (jóllehet ennek teljes körű annotálása még nem készült el), és ebben az összesen kimutatott 6540 gén közül 602 effektor-jelölt gént azonosítottak, megállapítva, hogy a hexaploid kenyérbúza kb. 10 000 évvel ezelőtti megjelenésének hatására nem csökkent jelentősen a *B. graminis* f. sp. *tritici* genetikai változatossága, és képes gyorsan alkalmazkodni

olyan új gazdanövényekhez, mint amilyen pl. a tritikálé Wicker és mtsai (2013). Ugyanezt sikerült kimutatni az árpát fertőző *B. graminis* f. sp. *hordei* esetében is (Hacquard és mtsai, 2013).

Új eredmények a gabonalisztharmat életciklusával kapcsolatban

A legújabb genomikai kutatások fényében úgy tűnhet, hogy a vizsgált organizmusok (jelen esetben növénykórokozók) alapvető biológiája már minden tekintetben jól ismert. Részben emiatt volt meglepő feltárni a lisztharmatgombák, köztük a *B. graminis* egy különleges, eddig ismeretlen ivartalan sporulációs mechanizmusát, az ún. mikrociklikus konidiogenezis jelenségét (2. ábra), melynek során a gazdanövény felületén csírázott, és a telepképződés kezdeti lépéséin már túljutott konídiumok felszínén is képződhetnek konídiumtartók, melyek hozzájárulnak a kialakulóban levő lisztharmat-telep konídium-termeléséhez (Kiss és mtsai, 2010).



2. ábra. Fáziskontraszt optikával készült mikroszkópi felvétel árpát fertőző *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* egy konídiumának felszínén látható mikrociklikus konidiogenezis folyamatáról MK = mikrociklikus konidiogenezis; ÉK = érett konídiumtartó; FK = fiatal konídiumtartó.

Számos esetben a csírázott, és a gazdanövény sejtjeivel már kapcsolatot létesített konídiumok felületén jelennek meg először az első érett, a tovaterjedést lehetővé tevő konídiumok, még mielőtt a kialakuló fiatal lisztharmat-telep hifáin megjelenének az legelső konídiumtartók

(Pintye és mtsai, 2011). Más esetekben a telepet létrehozó konídium felszínén később jelenik meg egy konídiumtartó, azt követően, hogy a konidiogenezis a hifákon kialakult tartókon már megindult (2. ábra). A mikrociklikus konidiogenezis jelenségét Kiss és mtsai (2010), majd Pintye és mtsai (2011) összesen több mint tíz lisztharमतgombafajban mutatták ki.

A *B. graminis* ivaros termőtesteiben, a kazmotéciumokban képződött aszkospórák szerepe jól ismertnek tűnik a szakirodalomból, azonban nemrég ezen a téren is sikerült nemzetközi szinten új eredményeket elérni, abban a vizsgálat-sorozatban, amely során nyomon követtük az aszkospóráknak a búza őszi lisztharमत-fertőződési folyamatában játszott szerepét. Az eredmények nemzetközi publikálása jelenleg folyamatban van.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozások

- Braun, U., Cook, R. T. A. 2012. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series, 11. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands, 707. old.
- Brown, J. K. M. 1994. Change and selection in the evolution of barley powdery mildew. Trends in Microbiology, 2: 470-475.
- Dean, R., Van Kan, J. A. L., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., Rudd, J. J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis, J., Foster, G. D. 2012. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Mol. Plant Pathol., 13: 414-430.
- Hacquard, S., Kracher, B., Maekawa, T., Vernaldi, S., Schulze-Lefert, P., Ver Loren van Themaat, E. 2013. Mosaic genome structure of the barley powdery mildew pathogen and conservation of transcriptional programs in divergent hosts. PNAS, 110 (24), E2219-E2228, doi:10.1073/pnas.1306807110
- Jensen, H. R., Dreiseitl, A., Sadiki, M., Schoen, D. J. 2013. High diversity, low spatial structure and rapid pathotype evolution in Moroccan populations of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*. Eur. J. Plant Pathol., 136: 323-336.

- Kiss, L., Pintye, A., Zséli, G., Jankovics, T., Szentiványi, O., Hafez, Y. M., Cook, R. T. A. 2010. Microcyclic conidiogenesis in powdery mildews and its association with intracellular parasitism by *Ampelomyces*. *Eur. J. Plant Pathol.*, 126: 445-451.
- Klocke, B., Flath, K., Miedaner, T. 2013. Virulence phenotypes in powdery mildew (*Blumeria graminis*) populations and resistance genes in triticale (x *Triticosecale*). *Eur. J. Plant Pathol.*, 137: 463-476.
- Komáromi, J., Szunics, L., Szunics, Lu., Vida, Gy. 2013. A búzalisztharmat-populáció változása 40 év alatt. *Georgikon for Agriculture különszám*, 16, 1:115-119.
- Pintye, A., Legler, S. E., Kiss, L. 2011. New records of microcyclic conidiogenesis in some powdery mildew fungi. *Mycoscience*, 52: 213-216.
- Spanu, P. D., és mtsai. 2010. Genome expansion and gene loss in powdery mildew fungi reveal tradeoffs in extreme parasitism. *Science*, 330: 1543-1546.
- Takamatsu, S. 2013. Origin and evolution of the powdery mildews (Ascomycota, Erysiphales). *Mycoscience*, 54: 75-86.
- Troch, V., Audenaert, K., Bekaert, B., Hofte, M., Haesaert, G. 2012. Phylogeography and virulence structure of the powdery mildew population on its “new” host triticale. *BMC Evol. Biol.* 12: 76.
- Tucker, M. A., Jayasena, K., Ellwood, S. R., Oliver, R. P. 2013. Pathotype variation of barley powdery mildew in Western Australia. *Australasian Plant Pathol.*, 42: 617-623.
- Walker, A. S., Bouguennec, A., Confais, J., Morgan, G., Leroux, P. 2011. Evidence of host-range expansion from powdery mildew (*Blumeria graminis*) infections of triticale (x *Triticosecale*) in France. *Plant Pathology*, 60: 207-220.
- Wicker, T., Oberhaensli, S., Parlange, F., Buchmann, J. P., Shatalina, M., Roffler, S., Ben-David, R., Doležel, J., Šimková, H., Schulze-Lefert, P., Spanu, P. D., Bruggmann, R., Amselem, J., Quesneville, H., Ver Loren van Themaat, E., Paape, T., Shimizu, K. K., Keller, B. 2013. The wheat powdery mildew genome shows the unique evolution of an obligate biotroph. *Nature Genetics*, 45:1092-1096.

A biotróf és a nekrotróf kórokozó – növény kölcsönhatás különbözősége gabonaféléken

Barna Balázs

MTA ATK, Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman O. 15

e-mail: barna.balazs@agrar.mta.hu

Összefoglalás

A növénykórokozó mikroorganizmusok életmódjuk alapján két, illetve három nagy csoportra oszthatók. Az első csoport a biotrófok, amelyek csak élő szövetből képesek táplálkozni, fejlődni és szaporodni, a második a nekrotrófok, amelyek nekrotizálódó, roncsolt és elhalt szövetekből nyerik táplálékukat. A viszonylag újonnan formált harmadik csoport az úgynevezett hemibiotrófok, amelyek fejlődésük kezdeti stádiumában biotrófként, később nekrotrófként viselkednek. A biotróf kórokozó minél tovább életben akarja tartani a megtámadott növényi sejteket és szöveteket, ugyanakkor a nekrotróf kórokozó toxint és sejtfal bontó enzimeket termel, hogy roncsolja a növényi szövetet, mert így jut a táplálékához. A biotrófoknak általában előnyös, a növényi szövet juvenilis állapotának fokozása, például bőséges nitrogén ellátással, addig ez a nekrotrófoknak általában kedvezőtlen. Hasonló módon a növényi sejteket, szöveteket a reaktív oxigén fajták károsításától megvédő antioxidánsok aktivitásának a növelése előnyös a biotróf, de hátrányos a nekrotróf kórokozók számára. A dolgozat a fenti problémákat tárgyalja a gabonafélék egyes betegségeivel kapcsolatban.

Kulcsszavak: búza, szárrozsa, árpa, lisztharmat, juvenilitás, szeneszcencia, hidrogén peroxid

Abstract

Plant pathogenic microorganisms, according to their lifestyles, can be divided into two or rather three groups. The first ones are the biotrophs, which can develop, multiply and get their nutrients only from living tissues. The second ones are the necrotrophs, which get their nutrients from necrotized, destructed, dead tissues. In the relatively newly formed third group are the hemibiotrophs, which in the first stage of their development behave as biotrophs and in the second stage as necrotrophs. A biotrophic pathogen tries to keep alive the attacked plant cells and

tissues, while the necrotrophic pathogen produces toxins and cell-wall degrading enzymes in order to destroy plant tissues and by this way to get its nutrients. Generally the increase of the juvenile stage of a plant tissue, by treatment such as high nitrogen doses, is favourable for biotrophs, but unfavourable for necrotrophs. Similarly, the elevation of antioxidant activities, which eliminate the harmful effect of reactive oxygen species on plant tissues, is advantageous for biotrophs, but disadvantageous for necrotrophs. The above problem is discussed in respect to some cereal disease in this paper.

Keywords: wheat, stem rust, barley, powdery mildew, juvenility, senescence, hydrogen peroxide

Bevezetés

Általánosan elfogadott, hogy a növénykórokozó mikroorganizmusok életmódjuk alapján két, illetve három nagy csoportra oszthatók. Az első csoportot a biotróf kórokozók alkotják, amelyek csak élősejtből, szövetből képesek táplálkozni, fejlődni és szaporodni, míg a második csoportba a nekrotrófok tartoznak, amelyek nekrotizálódó, roncsolt és elhalt szövetekből nyerik táplálékukat. A viszonylag újonnan formált harmadik csoport az úgynevezett hemi-biotrófok, amelyek fejlődésük kezdeti stádiumában biotrófként, később pedig nekrotrófként viselkednek.

A biotrófok tipikus képviselői a gabonarozsda és gabonalisztharmat gombák, amelyek abszolút biotróf kórokozók; mesterséges táptalajon nem tenyészthetők. Általánosan elfogadott nekrotróf kórokozók például a *Botrytis cinerea* és a *Sclerotinia sclerotiorum*. Ugyanakkor nem teljes az egyetértés az egyes kórokozók hemibiotróf csoportba sorolása körül, de általában ide sorolják a *Phytophthora infestans*-t és a *Pseudomonas syringae*-t. A biotróf kórokozó minél tovább életben akarja tartani a megtámadott növényi sejteket, szöveteket, Ugyanakkor a nekrotróf kórokozó toxint és sejtfal bontó enzimeket termel, hogy roncsolja a megtámadott növényi szövetet, mert így jut a táplálékához.

A továbbiakban néhány példával próbáljuk megvilágítani a biotróf és nekrotróf kórokozó csoport fertőzési stratégiájának különbözőségét.

Anyag és módszerek

A kísérletek során „Little Club” búza (*Triticum aestivum* L.) fajtát, „Pallas” árpa (*Hordeum vulgare* L.) fajta *Mla*, *Mlg* és *mlo* rezisztencia géneket tartalmazó, illetve rezisztencia gént nem tartalmazó közel-izogén vonalait, valamint „Carola” árpa fajtát használtunk. A növényeket

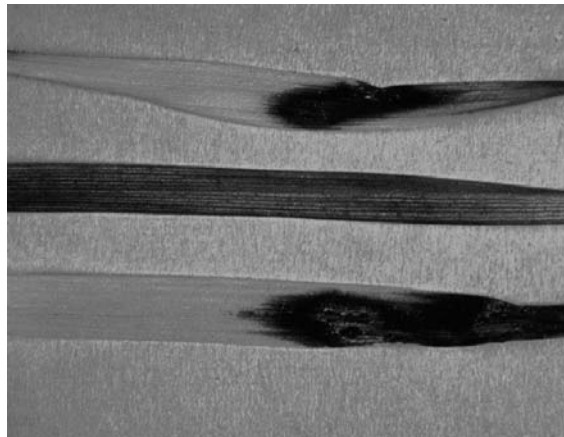
növénynevelő kamrában, cserepekben neveltük 18–20 °C, 60% relatív páratartalom és 16 óra megvilágítás (60 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$) mellett.

A búza szárrozsda (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) 11-es rasszát Little Club búza fajtán, az árpalisztharmat (*Blumeria graminis hordei*) A6-os törzsét a fogékony árpa vonalon, és a *Fusarium culmorum* KF350-ös izolátumát „SNA” agar táptalajon növesztettük és használtuk kórokozóként. A búza fertőzése szárrozsdával Barna és munkatársai (1989), az árpavonalak fertőzése lisztharmattal Harrach és munkatársai (2008) módszerével, illetve fuzárium konídium szuszpenzióval Barna és munkatársai (2011) módszerével történt.

A H_2O_2 kimutatására diaminobenzidin (DAB) festés alkalmaztunk Barna és mtsai (2011) szerint.

Eredmények

A fogékony Little Club búza primer levelein már öt nappal a fertőzés után megjelentek az uredospóra telepek, majd 12-14 nappal a fertőzés után kialakult a tipikus „zöld sziget” jelenség (1. ábra). Mint az ábrán jól látható, ez azt jelenti, hogy a spóratelep körül, a rozsdá micéliummal átszött területen sötétzöld zónák alakulnak ki, amelyek éles ellentétben állnak a levél micéliumot nem tartalmazó, sárgásfehér, elhalt területeivel. A kontrol, fertőzetlen levél ekkorra már enyhe klorózist mutatott (1. ábra).

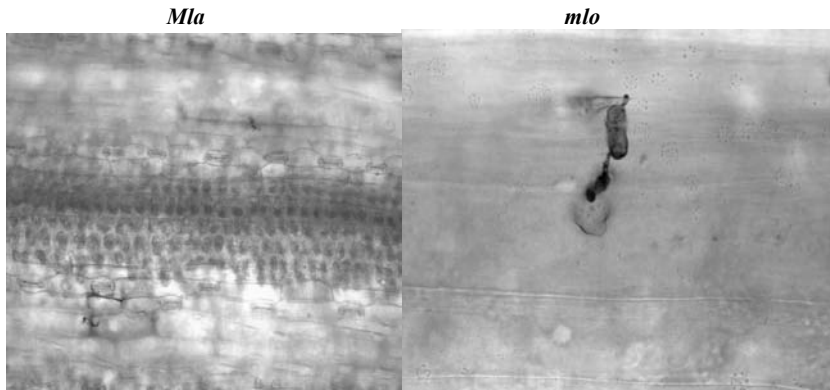


1. ábra. Zöld sziget tünet szárrozsdával fertőzött Little Club búza primer levelén 14 nappal a fertőzés után. Középen a kontrol, fertőzetlen levél látható

Az A6-os árpalisztharmat fertőzés a vad típusú vonalon fogékony tüneteket, bőséges konídium sporulációt, az *Mla* rezisztenciagént tartalmazó vonalon hiperszenzitív léziókat, míg az *Mlg* és *mlo* rezisztencia gént tartalmazó vonalakon szemmel látható tüneteket nem okozott.

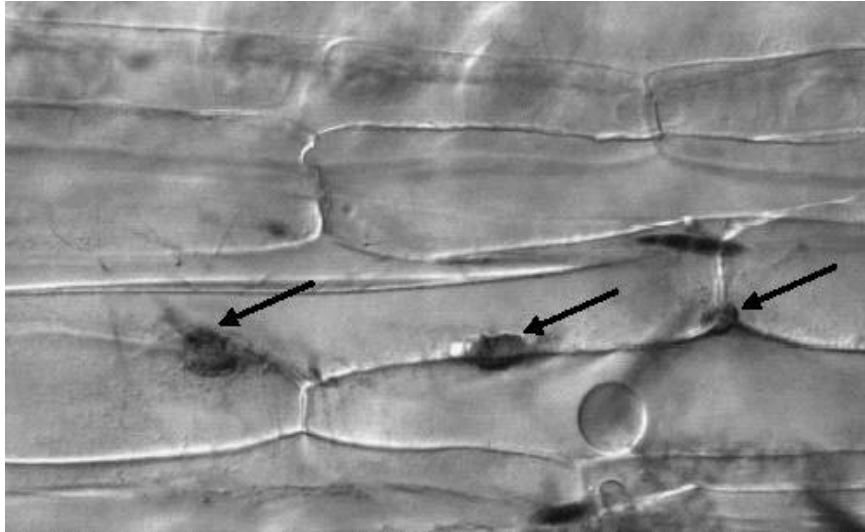
A *F. culmorum* fertőzést követő 5. napon már jól látszódtak a fogékony Carola árpa primer levelein a barnás-sárgás léziók, amelyek idő előrehaladtával egyre nagyobbak lettek.

A mikroszkópos vizsgálatokhoz DAB festés használtuk, amelynek segítségével a reaktív oxigén fajta, a H_2O_2 a szövetben kimutatható. Míg a kompatibilis árpa – lisztharmat kapcsolatban a H_2O_2 felhalmozódás alig volt látható, addig a hiperszenzitív reakcióval járó *Mla* és *Mlg* rezisztens árpaleveleken a megtámadott sejtekben erőteljes H_2O_2 felhalmozódás volt tapasztalható, sőt az *mlo* rezisztens leveleken a kórokozó behatolását gátló hatékony papilla képződés során is gyors H_2O_2 felhalmozódást észleltünk (2. ábra).



2. ábra. H_2O_2 felhalmozódás *Blumeria graminis hordei* kórokozóval fertőzött *Mla* és *mlo* rezisztenciával rendelkező árpa leveleken

Ugyanakkor a nekrotróf (hemibiotróf) fuzárium kompatibilis kapcsolatban is a H_2O_2 gyors felhalmozódását idézte elő a kórokozó behatolásának a helyén (3. ábra).



3. ábra. H₂O₂ felhalmozódás *Fusarium culmorum* fertőzött árpa levélen

Megvitatás

A búza és a szárrozsda kapcsolat tökéletesen biotróf jellegét nagyszerűen illusztrálja a zöld sziget tünet. Már a múlt század hatvanas éveiben tanulmányozni kezdték ennek a jelenségnek a mechanizmusát, és izotópos vizsgálatokkal megállapították, hogy a rozsdafertőzés megváltoztatja a floem transzport irányát a növény fertőzetlen részeiből, így a kalászból is, a rozsdafertőzött levelekbe. Ez az anyagtranszport az egészséges növényben a fotoszintetizáló levelekből a kalászba irányul. Azt is kimutatták, hogy citokinin kezeléssel mimikálni, utánozni lehet a rozsdafertőzés tápanyag irányító hatását (Pozsár és Király, 1966). Később sikerült bebizonyítanunk, hogy a szárrozsdával fertőzött búza levelek kivonatai valóban nagyobb citokinin aktivitással rendelkeznek, mint az egészséges levelek kivonatai, sőt a szárrozsda uredospóráinak csíravizében is citokinin aktivitást mutattunk ki (Sziráki és mtsai, 1976). Ugyanakkor a másik tipikus biotróf kórokozó - növény kapcsolatban, a lisztharmat fertőzött árpa, illetve búza kivonatokban is kimutatták a nagyobb citokinin, sőt auxin aktivitást is (Dekhuizen, 1976). Újabban mind a búza rozsdafertőzött levelekben, mind pedig az árpa lisztharmat konidiumokban jelentős citokinin mennyiséget határoztak meg. Tehát a zöldsziget jelenségnek az a magyarázata, hogy biotróf rozsdafertőzés vagy lisztharmat fokozott citokinin (és auxin) szintézist indukál, amely hormonok a tápanyagok, elsősorban a cukrok, transzportját a fertőzött szövetekhez irányítja, és ezzel táplálja

a kórokozó gombát. Emellett a citokininek, mint a szeneszcenciát gátló hormonok, intenzív anyagcserével sokáig életben tartják a fertőzött szövet sejtjeit, ami a biotróf életmód alapvető feltétele.

Ezzel ellentétben a nekrotróf kórokozó toxint és sejtfal bontó enzimeket termel, hogy roncsolja a növényi szövetet, mert így jut a táplálékához. A biotrófoknak általában előnyös, a növényi szövet juvenilis állapotának fokozása, például bőséges nitrogén ellátással a búza rozsd ellenállósága csökkent (Mashaal és mtsai, 1976), addig ez a nekrotrófoknak általában kedvezőtlen, amit például a paradicsom fuzáriumos hervadása esetében tapasztaltunk (Sarhan és mtsai, 1983). Azt is sikerült bebizonyítanunk, hogy a juvenilitás nem csak a nekrotróf kórokozóval, de toxinjával és sejtfal bontó enzimekkel szemben is fokozottan ellenállóvá teszi a növényi szövetet (Barna és Györgyi, 1992).

A reaktív oxigén fajták képződése a növényeknek egy gyors reakciója a kórokozó fertőzésre és abiotikus stresszekre. Mint a 2. ábrán látható a biotróf árpa – liztharmat kölcsönhatás során elsősorban a hiperszenzitív nekrozissal, illetve a papilla képződéssel járó rezisztens reakció során képződik, ugyanakkor az árpa *Fusarium culmorum* nekrotróf (hemibiotróf) kompatibilis kapcsolatban tapasztalható a H₂O₂ felhalmozódása (3. ábra).

Az előzőekből adódóan, a növényi sejteket, szöveteket a reaktív oxigén fajták károsításától megvédő antioxidánsok aktivitásának a növelése előnyös a biotróf, de hátrányos a nekrotróf kórokozók számára (Barna és munkatársai, 2003 és 2012). Ezzel a feltételezéssel összhangban az előzőekben ismertetett árpa –liztharmat kapcsolatban a legnagyobb enzimátikus antioxidáns növekedést a kompatibilis, és kisebbet az inkompatibilis kölcsönhatások során mértük (Harrach és mtsai, 2008), ami azt igazolja, hogy a biotróf liztharmat fokozott antioxidáns aktivitással igyekszik megvédeni a reaktív oxigén fajták káros hatásától a számára létfontosságú növényi sejtet. Ezzel ellentétben, az antioxidáns aktivitás növelése árpában fokozta a nekrotróf *F. culmorum* fertőzéssel szembeni ellenállóságot (Harrach és mtsai, 2013).

Hivatkozások

- Barna, B., Sarhan, A. R. T. Király, Z. 1983. The influence of nitrogen nutrition on the sensitivity of tomato plants to culture filtrates of fusarium and to fusaric acid. *Physiol. Plant Pathol.* 23, 257-263.
- Barna, B., Ibenhal, W.D., Heitefuss, R. 1989. Extracellular RNase activity in healthy and rust infected wheat laves. *Physiol Molec. Plant Pathol.* 35,151-160

-
- Barna, B., Fodor, J., Pogány, M., Király, Z. 2003. Role of reactive oxygen species and antioxidants in plant disease resistance. *Pest Management Science*, 59: 459-464.
- Barna, B., Jansen, C. and Kogel, K.H. 2011. Sensitivity of barley leaves and roots to fusaric acid but not to H₂O₂ is associated with susceptibility to fusarium infections. *J. Phytopathol.* 159: 720-725.
- Barna B, Fodor J, Harrach BD, Pogány M, Király Z 2012. The Janus face of reactive oxygen species in resistance and susceptibility of plants to necrotrophic and biotrophic pathogens. *Plant Physiology and Biochemistry* 59: 37-43.
- Dekhuijzen, H.M. 1976. Endogenous cytokinins in healthy and diseased plants. In *Physiological Plant Pathology, Encyclopedia of Plant Physiology, New Series (Vol.4)* (Heitefuss, R. and Williams, P.H., eds), pp. 526–559, Springer-Verlag
- Harrach, B.D., Fodor, J., Pogány, J., Preuss, J., Barna, B. 2008. Antioxidant, ethylene and membrane leakage responses to powdery mildew infection of near-isogenic barley lines with various types of resistance. *Eur. J. Plant Pathol.* 121: 21-33
- Harrach, B.D., Baltruschat, H., Barna, B., Fodor, J., Kogel, K-H. 2013. The mutualistic fungus *Piriformospora indica* protects barley roots from a loss of antioxidant capacity caused by the necrotrophic pathogen *Fusarium culmorum*. *Molec. Plant Microbe Interac.* 26: 599–605.
- Mashaal, S. F., Barna, B., Király, Z. 1976. Effect of nitrogen supply and peroxidase enzyme activity on susceptibility of wheat to stem rust. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 11, 161-166
- Pozsár, B. I. and Király, Z. 1968. Phloem transport in rust-infected plants and the cytokinin-directed long-distance movement of nutrients. *Phytopath. Z.* , 56: 297-309.
- Sziráki, I., Barna, B. S. El Waziri, Király, Z. 1976. Effect of rust infection on the cytokinin level of wheat cultivars susceptible and resistant to *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Acta Phytopath. Acad. Sci Hung.* 11,155-160

Fehérjék minőségének és mennyiségének változása különböző fungicidekkel kezelt, eltérő genotípusú búzafajtáknál

Ács Katalin^{1,2*}, Varga Mónika¹, Lehoczki-Krsjak Szabolcs¹, Kótai Csaba¹,
Ács Erika¹, Salgó András² és Mesterházy Ákos¹

¹Gabonakutató Non-Profit Kft. 6726 Szeged, Alsókikötő sor 9.

²Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rkp.3.

*e-mail: acskati@freemail.hu

Összefoglalás

Vizsgálatunkban három, eltérő minőségi tulajdonsággal rendelkező és különböző fuzáriumfogékonyságú búzafajta minőségi paramétereinek változását tanulmányoztuk különböző fungicid kezelések (Alert S, Caramba, Cherokee, Eminent, Falcon, Folicur Solo, Juwel, Prosaro) alkalmazása mellett, kukorica előveteménnyel provokált fertőzést követően, 3 szélsőséges csapadék-ellátottságú évben (2010-2012). A mintákban vizsgáltuk a fertőzöttség mértékét mutató DON mennyiséget, a nedves sikér mennyiségét, valamint extenzográfus vizsgálatokat végeztünk a fehérje minőségére vonatkozóan. Eredményeink alapján a fungicid kezelések a nedves sikér mennyiségét sem járványos, sem járványmentes évben szignifikánsan nem befolyásolták. Extenzográfus eredményeik szerint járványos időben a megfelelő lisztminőség eléréséhez nélkülözhetetlen a fungicid alkalmazása, de a javulás mértékét szignifikánsan meghatározta mind a fajta mind a fungicid választás. Járványmentes évben a fungicidhatás mérsékeltebb, de a kezelések némely esetben okoztak mind pozitív, mind negatív szignifikáns változást. Évjáratfüggő fajtaspecifikus hatás megfigyelhető.

Kulcsszavak: fungicid, nedves sikér, extenzográfus érték

Abstract

The aim of this study was to determine the changes of wheat quality parameters of three wheat varieties after different fungicide treatments (Alert S, Caramba, Cherokee, Eminent, Falcon, Folicur Solo, Juwel, Prosaro). A three-year field experiments were carried out with extreme precipitations (2010-2012), Fusarium contamination was provoked by maize forecrop. We have

determined the quantity of DON, the wet gluten content and the extensograph properties. The wet gluten content didn't change significantly neither in epidemic nor in non epidemic year. According to the extensograph results fungicide treatment is essential to get adequate quality parameters in case of serious Fusarium contamination, but the degree of improvement depended strongly on the cultivars and fungicide. In a non epidemic year the effect of fungicide is more moderate, but the treatments still can cause both positive and negative significant changes. Year dependent and cultivar specific effect can be observed.

Keywords: fungicide, wet gluten, extensograph parameter

Bevezetés

Hazánk gabonatermesztését az elmúlt évtizedben a szélsőséges csapadékos időjárásnak köszönhetően többször is sújtotta komoly fuzáriumjárvány, mely ellen a leggyorsabb védekezés a fungicidkezelés. Szakirodalomból ismert, hogy a fungicid használata a lisztminőséget befolyásolhatja, ezt a hatást hazánkban az elmúlt két évtizedben már többen vizsgálták (Tanacs et al., Matuz et al., Petroczi et al.). Az eredmények igen változók, a kezelések eltérő módon hatottak az egyes minőségi paraméterekre évről-évre és fajtától függően is. Ahhoz, hogy a fungicidok fajtaspecifikus hatásait jobban megismerhessük, olyan komplex vizsgálat elvégzése szükséges, ahol egyrészt többféle genotípusú, azaz eltérő minőségű búzafajtát vizsgálunk, másrészt a kísérlet több évre terjed ki. Kísérletünk aktualitását az is adja, hogy a vegyszergyártók újabb és újabb fejlesztésekkel állnak elő, szükséges ezeknek az újabb hatóanyagú fungicidoknak is a minőségre gyakorolt hatását vizsgálni.

Anyag és módszerek

A négyismétléses, véletlen blokk elrendezésű 3 éves szántóföldi vizsgálat (2010, 2011, 2012 aratási évek) a Gabonakutató Nonprofit Kft. kiszombori telepén történt. Három, eltérő minőségi tulajdonságokkal rendelkező és különböző fuzárium érzékenységgű búzafajtát vizsgáltunk: fuzáriumra fogékony (*S*), mérsékelten fogékony (*MS*), és mérsékelten rezisztens (*MR*) fajtákat. A természetes fuzáriumfertőzést kukorica előveteménnyel provokáltuk, fungicid permetezést a virágzás közepén (Zadoks és mtsai, 1974), 8 féle kereskedelemben használt növényvédőszerrel (Prosaro, Falcon, Alert S, Cherokee, Folicur Solo, Caramba, Eminent, Juwel) végeztük. A kontroll parcellákat vegyszerrel nem kezeltük.

Az MSZ 6383:2012 búzaszabványban megtalálható, minőséget jellemző paraméterek közül a nedvességtartalom meghatározást és kondicionálást követően Brabender Senior laboralmalon előállított BL 55-ös típusú lisztből meghatároztuk a nedves sikér mennyiségét kézi módszerrel (MSZ EN ISO 21415-1:2007). A tesztá reológiai minőségének jellemzésére extenzográfós vizsgálatot végeztünk (MSZ ISO 5530-2:2007) Brabender Extenzográf készülékkel.

A DON toxin mennyiségét HPLC analízissel határoztuk meg.

Az eredmények statisztikai kiértékelése a *Statistica for Windows* szoftver segítségével készült.

Eredmények

DON toxin mennyisége 2010. évben a minták többségében határérték feletti (>1,25 mg/kg), a kontroll mintákban a legmagasabb (*MR* fajta: 2,4 mg/kg; *MS*: 6,7 mg/kg; *S*: 11 mg/kg). A kezelések hatására szignifikánsan csökkent a DON mennyisége mindhárom fajtánál. A *MR* fajtánál négy esetben kaptunk határérték alatti DON mennyiséget: Caramba, Folicur Solo, Falcon és Prosaro kezeléseknél. 2011-ben és 2012-ben elvéve detektáltunk DON toxint, ezek az értékek minden esetben jóval határérték alatti értékek voltak (max. érték 0,47 mg/kg volt).

A kezelt és kontroll minták nedves sikér mennyiségei között egy adott fajtán belül és adott éven belül szignifikáns különbséget elvéve tapasztaltunk. 2010-ben az *MR* fajta igen alacsony kontroll értékéhez képest (18,5%) csak a Falconnal kezelt minta bizonyult szignifikánsan jobbnak (22,5%), míg az *S* fajtánál a Cherokeeval kezelt minta (17,1%) nedves sikér értéke volt szignifikánsan alacsonyabb a kontrolléhoz képest (21,2%). 2011-ben nem tapasztaltunk szignifikáns változást, 2012-ben pedig csak az *MR* fajtánál kaptunk 3 esetben változást: Falcon és Cherokee használatával szignifikánsan magasabb nedves sikér értékeket mértünk (28,6 %, 26,6%), a Folicur Solo-val kezelt mintánál szignifikánsan alacsonyabbat kaptunk (20,8%) a kezeletlen kontrollhoz képest (24,5%).

2010-ben az extenzográfós vizsgálat 135 perces energia értékei igen alacsony kontroll értékeket mutattak: *S* fajtánál 1 cm², *MS* fajtánál 3 cm², *MR* fajtánál 28 cm²-t. A kezelt minták vonatkozó értékei minden esetben szignifikánsan nőttek a kontrolléhoz képest, 5 eset kivételével (*MR* Cherokee, *MS* Cherokee, és *S* Juwel, Cherokee, Eminent kezelése). Prosaroval és Falconnal kezelt mintáknál kaptuk mindhárom esetben a legmagasabb energia értéket, ezen belül is az *MR* fajtánál kaptuk a legmagasabbakat (72, 70 cm²). 2011-ben az energia értékek szignifikánsan magasak voltak (120-165 cm² között) a 2010. évihez képest. Az *S* és az *MR* fajtáknál a kontrollhoz képest 3-3 esetben kaptunk szignifikánsan kedvezőbb értéket (Caramba, Juwel, Alert S, valamint Caramba, Cherokee és Folicur Solo kezeléseknél). Az *MS* fajtánál 8

kezelés közül négyben a kontrollhoz képest szignifikáns csökkenést mértünk (Cherokee, Alert S, Folicus Solo, Falcon). 2012-re szintén a magas energia érték volt a jellemző. A kezelések csak néhány esetben hoztak szignifikáns változást: *MR* fajtánál három esetben (Folicus Solo és Prosaro negatív, Falcon pozitív), *MS* fajtánál csak egy kezelésnél (Cherokee negatív) mértünk szignifikáns hatást, míg a *S* fajtánál az Alert S kezelés hatására tapasztaltunk szignifikánsan kedvezőbb eredményt.

Megvitatás

Kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, miként hatnak a különböző fungicid kezelések eltérő minőségű búzafajták minőségi paramétereire, valamint megnézzük, hogy a fajta – fungicid kölcsönhatások miként érvényesülnek esetünkben. Eredményeinket nagymértékben befolyásolták az évről-évi hatások. A 2010-es év az elmúlt 100 év legcsapadékosabb éve volt, mely hazánkban, és így kísérleti telepünkön is komoly fuzáriumjárványt okozott. Ennek köszönhetőek az igen magas, határérték feletti DON mennyiségek mintáinkban. Ugyanakkor az ezt követő két év száraz, és egyúttal járványmentes év volt.

Nedves siker mennyiségének tekintetében összességében mindhárom évben azt tapasztaltuk, hogy a kezeléseket nem jellemezték szignifikáns változások egy adott fajtán belül a kontroll mintához képest. A fehérjék minőségében azonban igen nagy különbségeket mértünk. Az extenzográfus vizsgálataink szerint a járványos 2010-es évben mindegyik kezelés javította a lisztminőséget, Prosaro és Falcon kezelések adták mindhárom genotípus esetén a legjobb értékeket, de malmi minőséget csak ott kaptunk, ahol a búza ellenállóbb volt a fertőzéssel szemben. Járványmentes években is tapasztaltunk szignifikáns különbségeket a 135 perces energia értékekben, de különböző módon. Az *MS* genotípusnál eseti szignifikáns csökkenést detektáltunk mindkét évben. Az *S* és *MR* fajtáknál azonban kaptunk szignifikáns pozitív és negatív eredményeket is, a két évre nézve más-más kezelt mintáknál.

Összességében azt mondhatjuk, hogy járványos évben a megfelelő lisztminőség eléréséhez elengedhetetlen a fungiciddel történő védekezés. Segítségével szokványos járványos években mind toxikológiai, mind liszttechnológiai szempontból megfelelő búzaminőség prognosztizálható. Egy adott genotípus minőséget ezekben az években jelentősen befolyásolhatja az alkalmazott fungicid típusa. Járványmentes évben a fungicidhatás mérsékeltebb. Évről-évről függő fajtaspecifikus hatás figyelhető meg, a kezelések az eltérő genotípusú búzafajtákra más-más módon hathatnak.

A fungicidek okozta változások a fehérje minőségére, és kevésbé a mennyiségre vonatkoznak, mely változásokra további fehérjeanalízis vizsgálatok adhatnak választ. Eredményeink alapján pedig érdemes volna mérlegelni fungicidválasztáskor azt is, hogy az elsődleges célon, a védekezésen túl a kezelés a lisztminőségi paramétereket miként befolyásolhatja.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az FP7 MycoRed pályázat segítségével valósult meg.

Hivatkozások

Matuz, J., Krisch, J.; Veha, A. 2008. Effect of the fertilization and the fungicide treatment on the alveolaphic quality of winter wheat. *Cer. Res. Com.* 35 (2). 1193-1196.

Petroczi, I.M., Kovacs, Zs., Bona, L., 2008. Influences of agronomical factors on the yield and quality of winter wheat. *Cer. Res. Com.* 36 (S) 1799-1802.

Tanacs, L., Gero, L., 2001. Effect of herbicide and fungicide treatments on the gluten content, gluten spread and falling number of the grain yield of winter wheat varieties. *Növénytermelés* 50. 407-417.

Tanacs, L., Gregova, E., Bodnar, K., 2010. Effects of Fertilizers and Fungicides Applied in Various Doses and Combinations on Baking Characteristics of Wheat. *Cer. Res. Com.* 38 (4) 579-588

Martonvásári őszi búzafajták szerepe a kalászfuzáriummal szembeni védelemben

Puskás Katalin*, Varga-László Emese, Veisz Ottó és Vida Gyula

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

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

Összefoglalás

Szántóföldi inokulációs kísérletben minden évben vizsgáljuk az MTA ATK Mezőgazdasági Intézetében nemesített, jelentős területen termesztett őszi búzafajták kalászfuzárium-ellenállóságát. Permetezéssel fertőzött körülmények között megállapítottuk, hogy a 2005 óta, de különösen a 2011. és 2012. években állami elismerést kapott fajták körében megnőtt a mérsékelt fertőződik aránya. A szántóföldi rezisztencia vizsgálatában a legkisebb kalászfertőzöttséget az Mv Karéj és Mv Menüett búzafajtákon felvételeztük. Kalászkainjektálásos inokulációt követően megállapítottuk, hogy az Mv Pántlika II. típusú rezisztenciája jobbnak bizonyult a kísérletben szereplő minden egyéb búzafajtáénál.

Kulcsszavak: *Fusarium spp.*, *Triticum aestivum*, rezisztencia, genetikai védelem

Abstract

Fusarium head blight (FHB) resistance of Martonvásár winter wheat cultivars, produced on substantial growing area, is examined every year in artificially inoculated field nursery. Under spray inoculated conditions, the ratio of moderately infected genotypes increased among cultivars registered since 2005, especially those of 2011 and 2012. In the field resistance trial, the cultivars Mv Karéj and Mv Menüett had the lowest FHB infection. Examinations with single spikelet inoculation technique revealed that type II resistance of Mv Pántlika was significantly better than that of all other wheat cultivars in the trial.

Keywords: *Fusarium spp.*, *Triticum aestivum*, resistance, genetic control

Bevezetés

A növénybetegségekkel szembeni védekezés ideális módja – költség- és környezetkímélő szempontból is – az ellenálló fajták előállítás és termesztése. A kenyérbúza kalászfuzárium-ellenállóságra történő nemesítése azonban világszerte akadályokba ütközik, ennek oka a rezisztencia összetettsége (Mesterházy és mtsai, 1999), mennyiségi öröklődésű jellege (Buerstmayr és mtsai, 2009), valamint kedvezőtlen tulajdonságokkal való kapcsoltsága (McCartney és mtsai, 2007). Ezért a távol-keleti forrásokéhoz hasonló kiváló rezisztenciájú, ugyanakkor a hazai termesztési követelményeknek megfelelő nagy termőképességű, jó lisztminőségű fajták megjelenése napjainkig sem jellemző.

A termesztett búzafajták kalászfuzáriummal szembeni rezisztenciája azonban eltérő lehet (Puskás és mtsai, 2004; Lehoczki-Krsjak és mtsai, 2010), ezért fontos feladat az ellenállóság illetve fogékonyság mértékének meghatározása. E munka eredményének ismeretében kiválaszthatók azok a genotípusok, melyek termesztése a betegségnek kedvező években kisebb kockázatot jelent.

Anyag és módszer

A kalászfuzáriummal szembeni ellenállóság vizsgálatát mesterséges fertőzésű tenyészkertben végeztük, melynek permetezéssel inokulált területén automata mikroszórófejes öntözőberendezéssel biztosítottuk a gomba fejlődéséhez szükséges magas páratartalmat. Inokulumként a *Fusarium culmorum* és a *F. graminearum* faj egy-egy agresszív izolátumát használtuk, melyek konídiumszuszpenziójával minden egyes búzafajtát a virágzása idején kezeltünk.

Két inokulációs módszert alkalmaztunk a fertőződés vizsgálatára (Schroeder és Christensen, 1963). A permetezéssel inokuláció a fajták I. (a fuzárium kalászba hatolásával szembeni) és II. típusú (kalászban való terjedésével szembeni) rezisztenciájának együttes értékelésére alkalmas, ezt gyakran szántóföldi ellenállóságnak nevezik. A kalászkainjektálással a II. típusú ellenállóság más rezisztenciátípusoktól függetlenül vizsgálható.

A permetezéssel inokuláció kivitelezése során a növényállomány kalászáinak teljes felületét kezeltük. A fertőzött kalászkák arányát a parcellákban az inokulációt követő 14. naptól a 30. napig négynaponként felvételeztük, és meghatároztuk a járványgörbe alatti terület nagyságát (AUDPC, area under disease progress curve).

A kalászkainjektálásos inokuláció során, melyet 2012-ben és 2013-ban végeztünk, 5 kalászt *Fusarium graminearum*, további 5 kalászt pedig *F. culmorum* izolátummal kezeltünk, egyetlen, a

kalászcúscstól 2-3 cm távolságra elhelyezkedő kalászka alsó virágaiba juttattunk konídiumszuszpenziót. A kalászfertőzöttséget az inokulációt követő 21. napon felvételeztük.

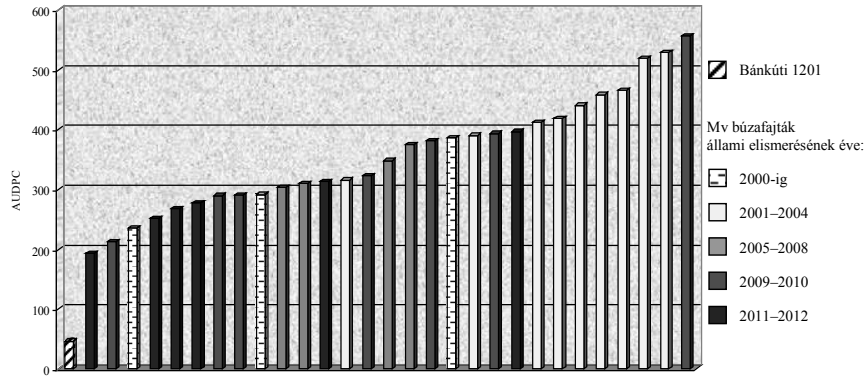
A tenyészkertben minden évben megvizsgáljuk a jelentős területen termesztett martonvásári (Mv) őszi búzafajtákat. A nemesítés folyamatának megfelelően a vizsgálat növényi anyaga évről évre változik, 2011-2013-ig összesen 30 búzafajta szerepelt mindhárom év kísérletében. Közülük kontrollként szolgáltak a vizsgálatokban a 2000. évig állami minősítésben részesített búzafajták (Bánkúti 1201, Mv Csárdás, Mv Magdaléna, Mv Emese), melyek mérsékelt kalászfuzárium-fertőződéséről hosszútávú tapasztalatokkal rendelkezünk (Puskás, 2013).

Eredmények

A permetezve inokulált kísérletben a búzafajták fertőződése széles skálán változott. A három év és az izolátumok átlagában a legellenállóbb Bánkúti 1201 kalászfertőzöttsége az inokulációt követő 30. napon 11%-ot, a legfogékonyabb fajtáé 79%-ot ért el. A kontroll Mv fajták közül az Mv Emese fertőződött enyhébben (41%), az Mv Csárdás és az Mv Magdaléna pedig közepesen (47 és 58%)

Az 1. ábrán bemutatjuk az elmúlt évek jelentős Mv búzafajtáinak kontrollokhoz viszonyított kalászfertőződését. Míg a 2000-es évek első felében minősített fajták nagyobb része a kontroll fajtáknál erősebben fertőződött, ezért inkább a mérsékelt fogékony – fogékony kategóriákba sorolható, addig az elmúlt néhány évben állami elismerésben részesült őszi búzafajtáink többségére csak mérsékelt fertőzöttség volt jellemző. Valamennyi köztermesztésben lévő Mv búzafajta közül legkiválóbbnak a 2011-es Mv Karéj bizonyult, a 2009. és 2010. év fajtái közül pedig az Mv Menüett eredményei voltak a legjobbak. További fajták, melyek a kontroll Mv Csárdásnál kevésbé fertőződtek az átlagos AUDPC-érték és az inokulációt követő 30. napi kalásztünetek szerint egyaránt: az Mv Kokárda és az Mv Pengő, valamint szignifikanciahatáron belül egyezett azzal az Mv Pántlika, az Mv Karizma, az Mv Tallér és az Mv Kolo eredménye.

A II. típusú ellenállóság vizsgálatában a búzafajták sorrendje jelentősen eltért a permetezéses inokulációnál kapott eredményektől. A mérsékelt fertőző Bánkúti 1201 és Mv Emese fajtáktól (átlagos kalászfertőzöttségük: 42 illetve 43%) jelentősen nem különböztek, az Mv Csárdásnál (52%) azonban szignifikánsan kevésbé fertőződtek az Mv Tallér (34%), az Mv Petrence (35%), az Mv Pengő (37%) és Mv Kikelet (41%) búzafajták. A kalászkainjektálásos kísérletben 22%-os átlagfertőzöttségével minden kontrollnál és a fajtasortiment valamennyi tagjánál ellenállóbbnak bizonyult a *Fusarium* fajok kalászban történő terjedésével szemben az Mv Pántlika őszi búzafajta.



1. ábra. Martonvásári (Mv) őszi búzafajták kalászfertőződése permetezéssel inokulációt követően (kontroll fajták: Bánkúti 1201 – mérsékelten ellenálló, 2000-ig elismert búzafajták – mérsékelten fertőződé genotípusok). SzD_{5%}=15,9. Martonvásár, 2011–2013.

Megvitatás

A búzafajták kalászfuzárium-rezisztenciájának javítása hosszadalmas és nehéz feladat. Amíg nem kivitelezhető, hogy fajtáinkban a legjobb rezisztenciaforrásokéhoz hasonló kalászfuzárium-ellenállóságot alakítsunk ki, törekednünk kell arra, hogy őszi búzafajtáink körében csökkentsük a fogékony genotípusok arányát (Puskás, 2013). A szántóföldi rezisztencia tekintetében az elmúlt években állami elismerésben részesült martonvásári őszi búzafajtákkal jelentős előrelépést sikerült elérni ezen a területen, a legújabb fajták között minden eddignél nagyobb arányban vannak a kalászfuzáriummal mérsékelten fertőződő, jó szintű genetikai védelemmel rendelkező típusok. Körültekintő agrotechnika alkalmazásával (Kükedi, 1988) és megfelelő fajtaválasztással a fertőzés számára kedvező környezeti feltételek mellett is jelentősen mérsékelhető a betegség elterjedése.

A mérsékelten fertőződő búzafajták ellenállósága a nemesítési programban közvetlenül is hasznosítható. Szülői partnerként a külföldi rezisztenciaforrásoknál alkalmasabbak lehetnek új fajták előállítására, hiszen bennük a rezisztencia jó termőképességgel és lisztminőséggel együtt, valamint a hazai környezethez adaptálódott genetikai háttérben van jelen.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg. Munkánkat az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok K105949. számú pályázata támogatta.

Hivatkozások

- Buerstmayr, H., Ban, T., Anderson, J. A. 2009. QTL mapping and marker-assisted selection for *Fusarium* head blight resistance in wheat: a review. *Plant Breeding*, 128:1-26.
- Kükedi E. 1988. Az őszi búza fuzariózisairól, különös tekintettel az időjárásra és a termesztéstechnikára. *Növénytermelés*, 37 (1):83-89.
- Lehoczki-Krsjak, S., Szabó-Hevér, Á., Tóth, B., Kótai, C., Bartók, T., Varga, M., Farády, L., Mesterházy, Á. 2010. Prevention of *Fusarium* mycotoxin contamination by breeding and fungicide application to wheat. *Food Addit. Contam.*, 27 (5):616-628.
- McCartney, C. A., Somers, D. J., Fedak, G., DePauw, R. M., Thomas, J., Fox, S. L., Humphreys, D. G., Lukow, O., Savard, M. E., McCallum, B. D., Gilbert, J., Cao, W. 2007. The evaluation of FHB resistance QTLs introgressed into elite Canadian spring wheat germplasm. *Mol. Breeding*, 20:209-221.
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Mirocha, C. G., Komoróczy, R. 1999. Nature of wheat resistance to *Fusarium* head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. *Plant Breeding*, 118:97-110.
- Puskás K. 2013. Búza genotípusok kalászfuzárium-ellenállósága és a rezisztencia genetikai hátterének vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. SZIE NTDI, Gödöllő, 142 o.
- Puskás, K., Vida, G., Komáromi, J., Veisz, O., Bedő, Z. 2004. Field resistance of Martonvásár winter wheat cultivars against *Fusarium* head blight. *Acta Agron. Hung.*, 52:351-359.
- Schroeder, H. W., Christensen, J. J. 1963. Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae*. *Phytopathology*, 53:831-838.

Adatok a kukorica (*Zea mays L.*) csőfuzárium betegségéhez

Gál Olivér^{1*}, Záborszky Sándor¹ és Szőke Csaba²

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

²MTA Agrártudományi Kutatóközpont, 2462 Martonvásár, Brunsvik u. 2.

*e-mail: galoliver86@gmail.com

Összefoglalás

Dolgozatunkban értékeltük a tőszám hatását a csőfuzárium kialakulására, összehasonlítottuk a természetes- és mesterséges csőfuzárium fertőzések közötti kapcsolatot, vizsgáltuk két fuzárium faj fertőzése közötti összefüggéseket, valamint értékeltük a hibridek csőfuzáriummal szembeni ellenállóságát, és a fertőzés hatását a termésmennyiségére és a szemnedvességére. A szántóföldi kísérlet során két tőszám mellett (60-80 ezer tő/ha) hat hibridet vizsgáltunk mesterséges- és természetes fertőzést alkalmazva. A mesterséges fertőzéshez *F. graminearum* és *F. verticillioides* fajokat használtunk. A kísérletet 2012-2013-ban végeztük.

Eredményeink szerint a tőszám befolyásolja a csőpenész kialakulását, magasabb tőszám esetében nagyobb csőfuzárium fertőzésre számíthatunk. A két *Fusarium* faj közül a *F. graminearum* okozott nagyobb fertőzést, ezáltal jelentősebb terméskiesést. A vizsgált hat hibrid között is voltak szignifikánsan igazolható különbségek a betegséggel szembeni ellenállóságban.

Kulcsszavak: Kukorica, Tőszám, *Fusarium spp.*, Kukorica csőfuzárium

Abstract

In our experiment conducted in 2012 and 2013 we examined if plant density affected maize ear rots formation, compared the relationship between the natural and artificial maize ear rots infections, compared the infection caused by the two *Fusarium* species, examined the effects of resistance and fungal infection, and assessed the effect of maize ear rots on the hybrids' yield quantity and grain moisture. During the field trials, we tested two plant densities (60,000 plants/ha, 80,000 plants/ha) for six hybrids and tested under artificial and natural infection. We used two species for the artificial infection: *F. verticillioides* and *F. graminearum*. Our results show that the number of plants affects the mould tube formation, higher plant densities expect

higher maize ear rots infection. *F. graminearum* were found to be more infectious, causing higher yield loss. There were significant differences among the examined six hybrids in terms of resistance to the disease.

Keywords: Maize, Plant density, *Fusarium spp.*, Maize ear rots.

Bevezetés

A kukorica (*Zea mays L.*) hazánk és a világ egyik legfontosabb szántóföldi növénye. Felhasználása állati takarmányként és élelmiszergabonaként is jelentős. Termesztését több tényező is kedvezőtlenül befolyásolja. Az elmúlt évek egyre gyakoribb szélsőséges időjárása, valamint a nagyüzemi termesztéstechnológiák (nagy méretű táblák, mono- és dikultúra) segítik a kukoricát károsító betegségek kialakulását. Hazánkban a kórokozók közül a legnagyobb problémát a kukorica csőfuzáriumot okozó *Fusarium* fajok okozzák.

A betegség következményeként csökken a termés mennyisége és minősége is (Toldiné és Gyulavári, 1999). A csőfuzárium kialakulását, illetve járványszerű megjelenését leginkább az időjárás befolyásolja, de hatással van még rá a hibrid érzékenysége, az elővetemény, valamint az alkalmazott agrotechnika is. A *Fusarium* gombák által okozott leggyakoribb fertőzési tünet a csőpenészesedés és a szárkorhadás. A csőpenészesedés általában a csövek csúcsi részétől, vagy a csövet károsító hernyók (*O. nubilalis*, *H. armigera*) rágásától indul ki. Hazánkban a kukorica csőfuzárium kialakulását legnagyobb arányban a *F. verticillioides* és a *F. graminearum* fajok okozzák (Mesterházy és Vojtovics, 1977; Szécsi, 1994). Mindkét faj mikotoxinokat termel, melyek emberre és állatra egyaránt nagyon veszélyesek. A kukoricában eredményes szántóföldi vegyszeres védekezés jelenleg még nincs ellenük, ezért a leghatékonyabb védekezési lehetőség a rezisztencianemesítés (Mesterházy et al., 2012). Dolgozatunkban a két faj kártételét vizsgáltuk. Arra kerestük a választ, hogy a különböző hektáronkénti növényesség befolyásolja-e a fertőzés mértékét. Összehasonlítottuk a természetes- és mesterséges csőfuzárium fertőzések közötti kapcsolatot, valamint a két fuzárium faj fertőzése közötti összefüggéseket, valamint vizsgáltuk a hibridek csőfuzáriummal szembeni ellenállóságát is.

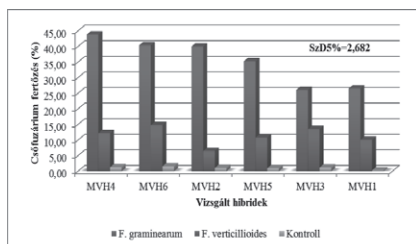
Anyag és módszerek

A kísérlet két évben (2012-2013) 6 kísérleti hibridet vizsgáltunk (MVH1-MVH6). A genotípusokat kéttényezős, négyismétléses, osztott parcellás elrendezésben vetettük el. A

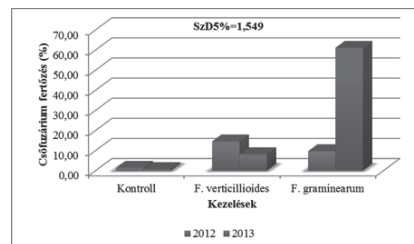
főparcellákban a vizsgált kukorica hibridek, míg az alparcellákban a kezelések voltak. Három kezelést alkalmaztunk: két *Fusarium* fajjal (*F. graminearum* és *F. verticillioides*) mesterségesen fertőztük a csöveket, valamint értékeltük a kezeletlen kontroll parcellákat is. A parcellák hossza 3 m, míg a művelő út 2 m volt. A sortáv 76 cm. Két növényszámot használtunk (60 ezer növény/ha és 80 ezer növény/ha), melyet a tőtáv megváltoztatásával állítottunk be (22 cm és 16 cm). A mesterséges fertőzéseket Young (1943) módszere szerint végeztük el, a virágzástól számított 12. napon. Parcellánként 10 növényt fertőztünk, a betakarítást követően meghatároztuk a mesterséges és természetes fertőzés következményeként kialakult fuzáriumos kártétel nagyságát, és megmértük a 10 növény szemtömegét. A fertőzéshez szükséges micéliummal beszótt fertőzőtt fogvájókat az MTA ATK Mezőgazdasági Intézetben állítottuk elő. A minták betakarítása október első dekádjában történt.

Eredmények

Meghatároztuk a fertőzések következményeként kialakult csőfuzárium mértékét a két évjárat és a növényszám átlagában (1. ábra). Eredményeink szerint a három kezelés között szignifikánsan igazolható különbség volt. Legnagyobb mértékű fertőzést a *F. graminearum*, míg a legkisebbet a kontroll kezelés esetében kaptunk. A hibridek közül az MVH4 károsodott legjobban, míg a legkisebb mértékben az MVH1 (1. ábra).



1. ábra. A vizsgált hibridek eltérő kezeléseik következményeként kialakult csőfuzárium fertőzése az évjárat és a növényszám átlagában (Kaposfüred, 2012-2013)

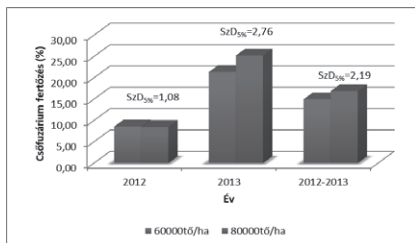


2. ábra. A csőfuzárium fertőzöttségének nagysága a hibridek és a két növényszám átlagában (Kaposfüred, 2012-2013)

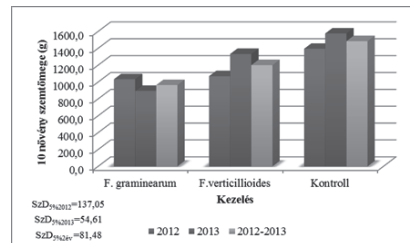
A két évjárat közül 2013-ban volt erősebb csőfuzárium fertőzés (2. ábra). A szakirodalmi adatoknak megfelelően ebben az évben a *F. graminearum* okozott nagyobb csőkártételt. Mindkét

évben alacsony volt a természetes csőfuzáriumos fertőzés. 2012-ben jóval kisebb fertőzést kaptunk mindkét *Fusarium* fajjal végzett mesterséges fertőzésnél (2. ábra). Az irodalmi adatoktól eltérően, ebben az évben szignifikánsan igazolhatóan nagyobb fertőzést okozott a *F. verticillioides* izolátum. Ezt egyrészt az időjárási tényezőkkel tudjuk magyarázni. 2012-ben június-augusztus hónapban közel 160 mm-el kevesebb csapadék esett, mint az 5 éves átlag és 1,4 °C-al volt melegebb a három hónap alatt. Ezzel szemben 2013-ban ez az időszak jóval csapadékosabb volt, június-augusztus hónapban csak 35 mm-el hullott kevesebb csapadék, mint az 5 éves átlag. A hőmérséklet nem tért el a sokéves átlagtól, csupán 0,4 °C-al volt hűvösebb. Másrészt 2012-ben jelentősebb volt a rovarkártétel (20,70%), mint a következő évben (14,03%).

Az eltérő növényszám melletti fertőzéseket a kezelések és a hibridek átlagában a 3. ábra tartalmazza. 2012-ben szignifikáns különbséget a 60.000 tő/ha és a 80.000 tő/ha között nem kaptunk, ellenben 2013-ban szignifikánsan igazolható volt, hogy a 80.000 tő/ha növényszám esetében nagyobb volt a csőfuzárium fertőzöttség. A két év átlagában is erősebb volt a 80.000 tő/ha mellett a csőfuzárium fertőzöttség, bár a különbség nem volt szignifikáns.



3. ábra. A fuzáriumos csőfertőzés mértéke a növényszám függvényében a kezelések és az évek átlagában (Kaposfüred, 2012-2013)



4. ábra. A szemtermés mennyisége a különböző kezelésekben a hibridek és a két tőszám átlagában (Kaposfüred, 2012-2013)

A betakarított termés mennyiségeit a hibridek és a két növényszám átlagában a 4. ábra tartalmazza. A kezelések szignifikánsan igazolhatóan befolyásolták a betakarított termés mennyiségét. 2012-ben a két *Fusarium* faj terméscsökkentő hatása között szinte nem volt különbség, azonban a kontrollkezeléshez képest szignifikáns volt a terméscsökkenés (*F. graminearum* 26%, *F. verticillioides* 23%). 2013-ban és a két év átlagában minden kezelés között szignifikáns különbség volt. Legnagyobb terméscsökkenést mindkét esetben a *F. graminearum* okozta, 2013-ban 43%-os, míg a két év átlagában 35%-os terméskiesést okozott. A *F. verticillioides* kisebb mértékben csökkentette a termésmennyiségét, 2013-ban 15%-kal, míg a két év átlagában 19%-kal volt kevesebb a betakarítható termés mennyisége.

Megvitatás

A csőfuzáriummal szembeni ellenálló képességükben a vizsgált hibridek eltérőek voltak. Az MVH1-es genotípus a kísérleti átlaghoz képest sokkal jobb ellenállóságot mutatott mindkét *Fusarium* fajjal szemben. Az MVH2-es hibridnek volt a legjobb ellenállósága a *F. verticillioides* fajjal szemben, azonban a *F. graminearum*-mal szemben csak közepes ellenállósággal bírt. Az MVH4-es hibrid csőfuzáriummal szembeni ellenállósága volt a leggyengébb.

A két faj közül a *F. graminearum* okozott nagyobb kárt. Ez a szakirodalmi adatokkal egyező adat, ugyanis ezt a fajt agresszívebb kórokozóként ismerjük, mint a *F. verticillioides*-t. 2012-es évben a *F. verticillioides* fertőzött erősebben. Ez ellentmond a szakirodalomban leírtakkal. Véleményünk szerint ezt az időjárási tényezőkkel, valamint a 2012-es erősebb hernyókártétellel magyarázhatjuk. A 2012-es év jóval kedvezőbb volt a *F. verticillioides* számára (meleg, száraz), valamint az erősebb hernyókártétel okozta mechanikai sérülések is elősegítették a gomba terjedését.

A növényszám befolyásolta a csőfuzárium megjelenését. Magasabb növényszám mellett 2013-ban és a két év átlagában is nagyobb volt a csőfuzárium fertőzés, mint a kisebb növényzámnál.

A csőfuzárium jelentős terméscsökkenést is okozott. Mesterséges fertőzés esetén a *F. graminearum*-nál nagyobb, míg a *F. verticillioides*-nél kisebb, de mindenképp jelentős terméscsökkenést tapasztaltunk a kontrollhoz képest.

Hivatkozások

- Mesterházy Á., Vojtovics M. 1977. A kukorica *Fusarium* spp. okozta fertőzöttségének vizsgálata 1972 – 1975-ben. Növénytermelés, 26:367- 378.
- Mesterházy, Á., Lemmens, M., Reid, L. 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize. Plant Breeding, 131:1-19
- Szécsi Á. 1994. A Liseola szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. Növényvédelem, 30:313-318.
- Toldiné Tóth É., Gyulavári O. 1999. kukorica csőpenész elleni rezisztencia nemesítése. Agrofórum, 10/4, 27.
- Young, H. C, Jr. 1943. The toothpick method of inoculating corn for ear and stalk rots in Iowa. Phytopathology, 33. 16. p.

Tribázikus-rézsulfát és foszfonát alkalmazása a napraforgó fungicides állományvédelmében

Márkus Péter¹ és Varga Zsolt^{2*}

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

²Cheminova Magyarország Kft., 1027 Budapest Ganz u. 16. 2. emelet

*e-mail: zsolt.varga@cheminova.com

Összefoglalás

A szerzők a napraforgó gombaölő szeres technológiájában 8 levélpáros stádiumban (BBCH 18-32) végzett permetezés során a tribázikus-rézsulfát és a foszfonát típusú hatóanyagokat tartalmazó készítmények levélfertőzöttségre és a napraforgó termésereedményére gyakorolt hatását vizsgálták, szisztémikus gombaölő szerek hatékonyságával történő párhuzamos összehasonlításban. A vizsgálatokat földrajzilag két különböző helyszínen szabadföldi kis- és nagyparcellás kezelésekből elemezték. Az értékelések során a levélfertőzöttségben meghatározó kórokozó az *Alternaria helianthi* gombafaj volt, valamint szórványosan a *Diaporthe helianthi* fertőzését is tapasztalták. Vizsgálataikban igazolták, hogy a tribázikus rézsulfát és a foszfonát hatóanyagok eredményesen alkalmazhatók a napraforgó első gombaölő szeres védekezésére. Kisparcellás eredményeikben a kezelésekből, mind a levélfertőzöttségben, mind a termésereedményben szignifikáns eltéréseket tapasztaltak. Nagyparcellás vizsgálataikban kapott eredmények alapján a levélfertőzöttségben is igazolható statisztikai eltérés mutatkozott.

Kulcsszavak: napraforgó, levélfertőzöttség, tribázikus rézsulfát, foszfonát

Abstract

The authors studied the effect of tribasic copper sulfate and phosphonate active substance containing products on the yield and leaf infection of sunflower in fungicide technology in leaf stage 8 (BBCH 18-32) in parallel comparison with the efficacy of systemic fungicides. The trials were carried out in two different geographical locations and the evaluation of efficacy trials were performed in small and large plots. During assessment *Alternaria helianthi* was the dominant

pathogen in leaf infections and they sporadically found *Diaporthe helianthi* infection as well. In their investigations it was demonstrated that the tribasic copper sulfate and the phosphonate active ingredients can be used successfully as first applied sunflower fungicides. Significant differences were seen in the results of small plot trials between applications in both yield and leaf infections. Based on the evaluated results of the large plots significant differences were shown in leaf infections.

Keywords: sunflower, leaf infection, tribasic copper sulfate, phosphonate

Bevezetés

A napraforgó termőterülete az elmúlt 10 évben drasztikusan emelkedett, jelenleg meghaladja a 600.000 ha-t, ezzel stratégiai szerepet vállalva az olajnövény termesztési ágazatban. Termesztés és növényvédelmi technológiája intenzív lett, így a sikeres gyomirtási kezeléseken túl kétségtelenül meghatározó technológiai elem a fungicid állományvédelem (Horváth és mtsai, 2005). A gyakorlat a napraforgó esetében két gombaölő szeres védekezést alkalmaz (első védekezés BBCH 18-32, második védekezés BBCH 53 fenológiai stádiumban) annak érdekében, hogy az asszimilációs felület épségét megőrizzék. A napraforgóban több kórokozó gombafaj fertőzése jelentős termés kiesést okozhat. A levélzet, majd a szár fertőzésében meghatározó kórokozó gombák az *Alternaria* spp., *Diaporthe helianthi*, *Phoma macdonaldii* és a *Septoria helianthi* (Békési, 2010). A napraforgó fungicid állományvédelmében a szisztémikus gombaölő szerek általánosan elterjedtek, ugyanakkor kevés információval rendelkezünk a kontakt hatóanyagok (réz) alkalmazásának eredményességéről. Az EU környezetkímélő és növényvédő szer csökkentő stratégiája ismert, ezért nagyon fontos olyan technológiai elemek gyakorlati alkalmazásának tesztelése, amelyek megfelelnek a kor ezen elvárásainak. A rézionokat tartalmazó készítmények nagyon jó hatékonysággal alkalmazhatók nem csak a baktériumos, hanem a gombafertőzések esetében is (Kerekes, 2005; Tarjányi, 2000).

Ugyanezen szegmensben jó lehetőségeket kínálnak a foszfonátok. A foszfonát ionok abban különböznek a foszfát ionoktól, hogy egy oxigén atommal kevesebbet tartalmaznak. Ez a tulajdonság adja meg azon hatásukat, hogy a fertőzött növényben stresszmetabolitok termelését indukálják, amelyeket a növény felismerve képes aktiválni saját védekező mechanizmusát. Beindul a flavonozsármazékok így a fitoalexinek szintézise, hiperszenzitív reakciók jelentkeznek, a sejtfal megvastagodik, intenzívebbé válik a lignin beépülése (Clearfield, 1998; Szarka, 2008).

Vizsgálataink célja az volt, hogy információt kapjunk arra a kérdésre, hogy milyen eredménnyel tudjuk alkalmazni a réz-iont, mint fungisztikus elemet és a foszfonát molekulákat a napraforgó első fungicides állományvédelmében a levélfertőzöttséget okozó kórokozó gombák ellen.

Anyag és módszerek

Kísérleteinket szabadföldön két különböző helyszínen (Felsőrajk – Zala megye és Kompolt – Heves megye) állítottuk be az 1. táblázatban megadott paraméterek alapján. A kezelésekhez a Bordói lé+kén Neo SC (215 g/l rézsulfát alapú bordói komplex + 290 g/l kén) és Plantafosz Universal készítményeket alkalmaztuk. A felsőrajki kísérletben az üzemi kontroll kezeléseket tebukonazol+prokloráz, míg Kompolton boscalid+dimoxistrobin hatóanyagokkal kezeltük.

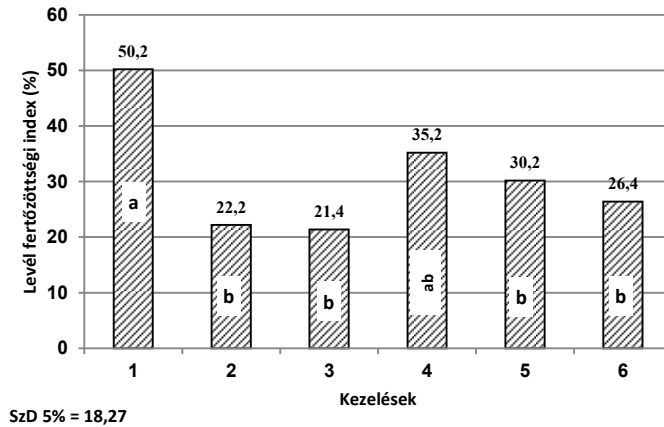
1. táblázat. A két kísérleti helyszínen alkalmazott kezelések és technikai paraméterek

Sor-szám	Kezelések	Dózis (l/ha)	Felsőrajk			Kompolt		
			Vetés-idő/hibrid	Kezelés ideje	Parcella mérete (m ²)	Vetés-idő/hibrid	Kezelés ideje	Parcella mérete (m ²)
1.	Kezeletlen	-	04.18. NK Neoma	06.08.	3500	04.23. NK Neoma	06.16.	22,8
2.	Üzemi kontroll	1						
3.	Plantafosz Universal	3						
4.	Bordói lé+kén Neo SC	4						
5.	Bordói lé+kén Neo SC+Plantafosz Universal	4+3						
6.	Üzemi+Plantafosz Universal	1+3						

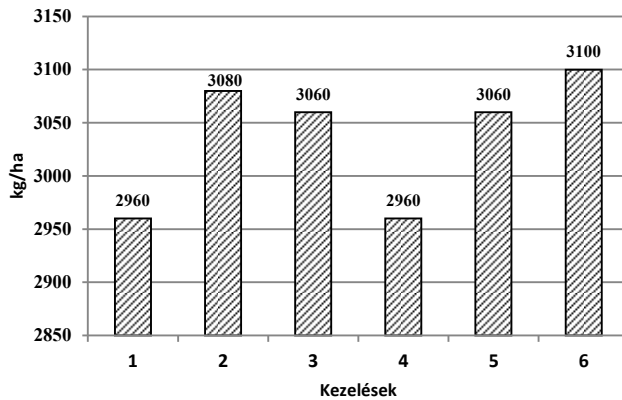
Az értékelések során fertőzöttségi index %-ot számítottunk. A kísérleti terület betakarítása Felsőrajkon szeptember 20.-án, míg Kompolton szeptember 26.-án történt meg. A statisztikai értékelésnél egytényezős varianciaanalízist és Duncan tesztet alkalmaztunk, a szignifikancia minimumértékének a $p < 0,05$ szintet tekintettük.

Eredmények

A Felsőrajkon üzemi parcellán végzett vizsgálataink során a kezeletlenhez viszonyítva a kezelések a levélfertőzöttségi szintekben jelentős hatékonyságot mutattak (1. ábra). Terméseredményben a szisztémikus fungicid és Plantafosz Universal kombinációja adta a legjobb eredményt, a többi kezelés között minimális eltérést tapasztaltunk (2. ábra).

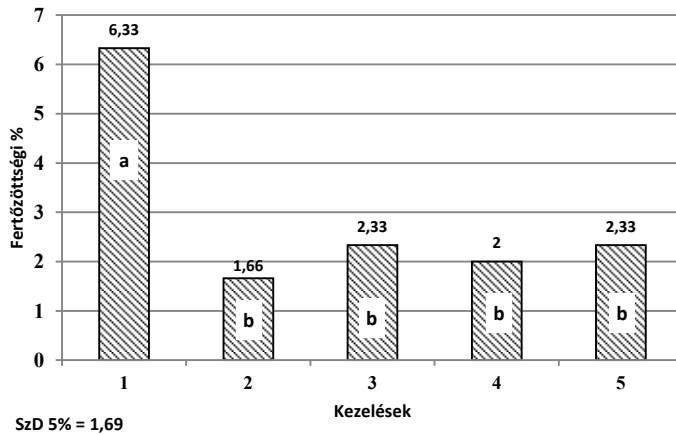


1. ábra. Kezelések hatása a napraforgó levélfertőzöttségére (Felsőrajk)

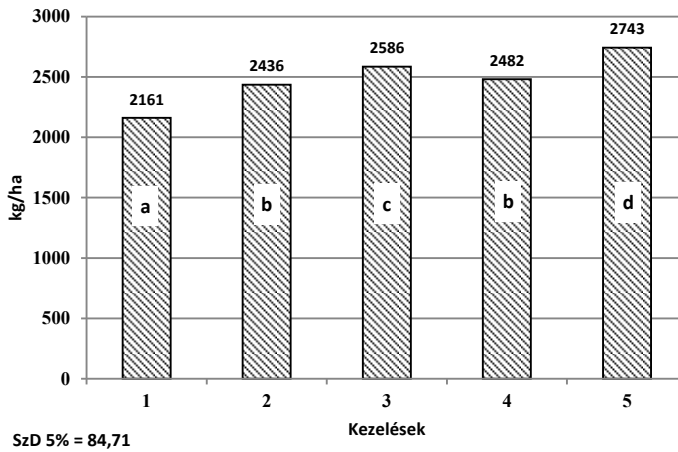


2. ábra. Kezelések hatása a napraforgó termésére (Felsőrajk)

Kompolton a kisparcellás vizsgálatokban is bizonyítást nyertek a kezelések eredményességei (3. ábra). Az *Alternaria* spp. okozta levélfertőzöttséget az üzemi kezelésben alkalmazott szisztémikus fungicid mellett a tribázikus-rézsulfát és a foszfonát, illetve ezek kombinált alkalmazása is biztosította a fertőzöttség visszaszorítását.



3. ábra. Kezelések hatása az *Alternaria* spp. okozta levélfertőzöttségre (Kompolt)



4. ábra. Kezelések hatása a napraforgó termésére (Kompolt)

Megjegyzés az 1-4. ábrákhoz: Az azonos betűt nem tartalmazók szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek egymástól

Terméseredményben a tribázikus-rézsulfát és foszfonát kombinációjának alkalmazása bizonyult a legjobbnak.

Megvitatás

A napraforgó termés potenciálját veszélyeztető levélfertőzöttséget okozó kórokozó gombák infekciója – évjáratról és környezeti tényezőktől függően - a vegetációs periódus második felében jelentkezik erőteljesen (Békési, 2013). Vizsgálatainkban választ kerestünk arra, hogy a napraforgó első gombaölő szeres kezelésére – ebben a fejlődési stádiumban, kisebb fertőzési nyomás mellett – milyen hatékonyságot érhetünk el tribázikus-rézsulfát és foszfonát molekulákkal. Két különböző földrajzi helyen első éves vizsgálataink mutatják, hogy az említett hatóanyagok, illetve kombinációik eredményesen illeszthetők a napraforgó növényvédelmi technológiájába. Az általunk vizsgált hatóanyagok eredményessége a kezeletlen területhez viszonyítva az üzemi kontrollban használt szisztémikus készítmények hatásszintjét eredményezte. Kiemelt figyelmet érdemel a foszfonát hatóanyagú Plantafosz Universal, önmagában, vagy szisztémikus készítménnyel történő alkalmazásának levélfertőzöttség mérséklésére (1. és 3. ábra) és termésnövekedésre (2. és 4. ábra) gyakorolt hatása. Eredményeink hasonlóságot mutatnak Varga és mtsai (2011) őszi búzában végzett vizsgálataival, amelyben kimutatták a foszfonát molekula kalászfuzáriumra gyakorolt pozitív hatását. Vizsgálataik szerint a foszfonát és tebukonazol molekulák kombinált alkalmazása a kezeletlenhez képest 41,5 %-kal csökkentette a kalászfuzárium fertőzöttséget. Jáger és Szabó (2011) repcében mutatták ki azt, hogy a foszfonát molekula alkalmazása 25 %-kal csökkentette a *Phoma lingam* fertőzését és a kezelés 8 %-os terméstöbbletet eredményezett.

Hivatkozások

- Békési, P. 2010. Visszatekintés a napraforgó 2010. évi kórtani állapotára. Agrofórum, 21 (11): 10-12.
- Békési, P. 2013. A napraforgó vetése és az egészségi állapot. Agrofórum, 24 (4): 34-37.
- Clearfield, A. 1998. Metal-Phosphonate Chemistry. In: Karlin, D. K. (szerk.): Progress in inorganic chemistry, 47: 371-511.
- Horváth, Z., Békési, P., Virányi, F. 2005. A napraforgó védelme. Növényvédelem, 41 (11): 307-328.

- Jáger, F., Szabó, R. 2011. A Fosfonin Flow hatása a repce energetikai folyamataira és hozamára. XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 73.
- Kerekes, G. 2005. Ipari hulladékból visszanyert fémkomplexek hatása *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Saccardo és *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) De Bary növénypatogén gombákra és felhasználásuk lehetősége a növényvédelemben. PhD értekezés, Keszthely, 1-141.
- Szarka, E. 2008. A növények általános védekezési rendszerének biokémiai és genetikai vizsgálata. PhD értekezés, Budapest, 1-146.
- Tarjányi, J. 2000. A réztartalmú gombaölő szerek fejlesztése az elmúlt, több mint 100 esztendő alatt. Növényvédelem, 36 (1): 28-29.
- Varga, Zs., Tamasi, J., Lőrinczné, I. G. 2011. Új szemléletű védekezési lehetőség az őszi búza növénybetegségei ellen. XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 132.

Napraforgófajták peronoszpóra- és szádor-ellenállósága üvegházi provokációs kísérletekben, 2013

Gergely László^{1*}, Juhász Zsuzsanna² és Virányi Ferenc³

¹ Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 1024 Budapest, Keleti Károly u. 24.

² NÉBIH, Növényfajta-kísérleti Állomás, 2463 Tordas, Szabadság u. 2.

³ Szent István Egyetem Növényvédelmi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

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

Összefoglalás

2013-ban állami elismerésre bejelentett napraforgó-fajtajelöltek (hibrid, beltenyésztett vonal) peronoszpóra (*Plasmopara halstedii*)- és szádor (*Orobanche cernua/cumana*)-ellenállóságát vizsgáltuk üvegházi provokációs kísérletekben. A peronoszpóra-tesztben a teljes csíranövény-bemártásos (WSI) mesterséges fertőzési módszert használtuk, a napraforgó-szádorral szembeni viselkedést pedig az ún. korai szádor-diagnosztikai eljárással (Horváth 1989) határoztuk meg. A *Plasmopara* rezisztenciavizsgálatban az összes vizsgált fajtajelöltből (n = 36) a rezisztens (R) és fogékony (F) genotípusok aránya 75 – 25%-nak, a szádor-tesztben vizsgált genotípusoknál (n = 33) pedig 70 – 30%-nak bizonyult. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a közölt vizsgálati módszerekkel megbízhatóan és jól reprodukálhatóan értékelhető a napraforgó-genotípusok peronoszpóra- és szádor-ellenállósága. Következésképpen a gazdanövény-rezisztencia, mint az integrált növényvédelem meghatározó eleme, hatékonyan felhasználható mindkét növényi parazitával szemben.

Kulcsszavak: rezisztencia-vizsgálat, napraforgó, *Plasmopara halstedii*, *Orobanche cernua/cumana*, rassz-specifikus rezisztencia, integrált növényvédelem

Abstract

Resistance of sunflower variety candidates (hybrid, inbred line) applied for state registration was tested to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) and broomrape (*Orobanche cernua/cumana*) in glasshouse provocation trials, in 2013. In the *Plasmopara*-assay the whole seedling

inoculation (WSI) method was used and the behaviour against the root parasite was assessed using the so-called early broomrape-diagnostic process (Horváth, 1989). Of the variety candidates tested (n = 36) the proportion of *Plasmopara*-resistant (R) and susceptible (S) genotypes proved to be 75 and 25%, respectively. In the broomrape assay this R/S proportion was 70 and 30%, respectively. Based on our results it is concluded that the resistance of sunflower genotypes to downy mildew and broomrape can be reliably tested in a reproducible way using the above-mentioned testing methods. Consequently, host resistance as the key element of Integrated Pest Management can be effectively used against both plant parasites.

Keywords: testing for resistance, sunflower, *Plasmopara halstedii*, *Orobanche cernua/cumana*, race-specific resistance, Integrated Pest Management

Bevezetés

A napraforgó-peronoszpóra (*Plasmopara halstedii*) gazdasági jelentősége az ellenálló hibridek és a hatékony vetőmagcsávázás jóvoltából csökkent ugyan, de a vertikális (rassz-specifikus) rezisztencia sebezhetősége (Virányi, 1991), valamint a metalaxil-rezisztencia kialakulásának veszélye (Virányi és mtsai, 1992) miatt változatlanul fontos az állami elismerésre bejelentett napraforgók ellenállóságának vizsgálata. Jelenleg a fajtajelöltek peronoszpóra-rezisztenciájának megléte az állami elismerés alapfeltétele Magyarországon. A napraforgószádor (*Orobanche cernua/cumana*) az utóbbi időszakban a déli országrész felől erőteljesen terjed és számolni kell a virágos élősködő fiziológiai specializációja nyomán újabb rassz (ok) fellépésével is (Fernández-Escobar és mtsai, 2009). A szádor-ellenállóság igazolása ugyan nem feltétele a fajtaelismerésnek, de fontos értékmérő tulajdonságnak tekinthető.

Anyag és módszerek

2013-ban 36 napraforgó-genotípus (hibrid, beltenyésztett vonal) ellenálló képességét értékeltük a napraforgó-peronoszpóra öt hazai patotípusával (100, 700, 710, 730, 330) szemben, üvegházi provokációs vizsgálatokban. A mesterséges fertőzéshez a nemzetközileg elfogadott teljes csíranövény-bemártásos (WSI) módszert használtuk (Cohen és Sackston, 1973). A rezisztencia értékelését két tünettípus (sporuláció a sziklevélen, szisztemikus klorózis a lombleveleken) alapján végeztük el.

Ugyancsak üvegházi provokációs kísérletekben vizsgáltuk 33 genotípus ellenállóságát az agresszív E - rasszt is magában foglaló hazai szádor-populációval szemben, az ún. korai szádor-diagnosztikai módszer (Horváth, 1989) alkalmazásával.

Eredmények

A *Plasmopara*-teszben az összes vizsgált mintából (n = 36) a rezisztens (R) és fogékony (F) genotípusok aránya (%) 75 – 25-nek bizonyult. A fogékony kontroll fajta (GK 70) átlagos fertőzöttsége 83,7 % volt. Egyetlen genotípus valamennyi hazai *Plasmopara*-rasszra fogékonyságot mutatott (2,8 %), a fajtajelöltek többségénél a 700, 730 és 710-es patotípusok iránti fogékonyság volt a leggyakoribb.

A szádor-teszben vizsgált mintákból (n = 33) 23 genotípus mutatott ellenállóságot a hazai szádor-populációval szemben, azaz az R/F arány 70 – 30 % volt.

Megvitatás

A közölt vizsgálati módszerekkel megbízhatóan és jól reprodukálhatóan értékelhető a napraforgó-genotípusok peronoszpórával és szádorral szembeni ellenálló képessége.

A fajtarezisztencia, mint az integrált növényvédelem fontos eleme, mindkét növényi károsító ellen hatékonyan bevetendő.

Hivatkozások

- Cohen, Y., Sackston, W.E. 1973. Factors affecting infection of sunflower by *Plasmopara halstedii*. Can. J. Bot., 51: 15-22.
- Fernández-Escobar, J., Rodríguez-Ojeda, M.I., Fernández-Martínez, J.M., Alonso, L.C. 2009. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Castilla-León, a traditionally non-broomrape infested area in northern Spain. Helia, 32 (51): 57-64.
- Horváth, Z. 1989. Hatékony módszer a napraforgószádor (*Orobanche cumana* Wallr., *Orobanchaceae*) fertőzések korai diagnosztizálására. Növényvédelem, 25 (1): 7-11.
- Virányi, F. 1991. A *Plasmopara halstedii* rasszok és a genetikai védelem lehetőségei. Növényvédelem, 27: 241-244.
- Virányi, F., Gulya, T. J., Masirevic, S. 1992. Races of *Plasmopara halstedii* in Central Europe and their metalaxyl sensitivity. In: Proc.13th. Sunflower Conf., Pisa, Italy. Vol. I.: 865-868.

Kárpát medencei *Cryphonectria parasitica* (MURRILL) M.E BARR izolátumok mikroszatellit vizsgálata BAPS program segítségével

**Görcsös Gábor^{1*}, Irinyi László¹, Tarcali Gábor¹, Radócz László¹ és Sándor
Erzsébet²**

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 legsúlyosabb növénykórtani problémája a szelídgesztenye kéregrákosodását előidéző *Cryphonectria parasitica* tömlősgomba. A betegség elhatalmasodásával a megtámadott kéregrész teljesen elhal és felszakadozva leválik. Kutatásunk során 3 különböző országból származó 70 darab *Cryphonectria parasitica* izolátumot vizsgáltunk meg. Munkánk során az izolátumokból 6 különböző mikroszatellit vizsgáltunk meg. A mikroszatelliteket a gombáknál széles körben alkalmazzák populációgenetikai vizsgálatokra. A kapott eredményeket BAPS program segítségével dolgoztuk fel. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy Kárpát-medencei minták nagy genetikai diverzitást mutattak.

Kulcsszavak: *Cryphonectria parasitica*, mikroszatellit, genetikai diverzitás, BAPS

Abstract

Cryphonectria parasitica is one of the most important fungal pathogen of sweet chestnut (*Castanea sativa*). The disease destroys 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 70 *Cryphonectria parasitica* isolates from three different countries. Six different microsatellite markers were used 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.

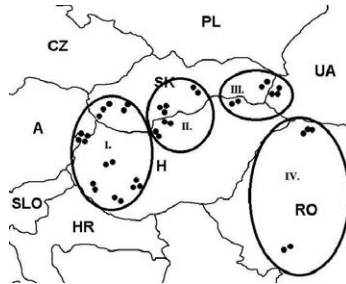
Keywords: *Cryphonectria parasitica*, mikrosatellite, genetic diversity, geneflow.

Bevezetés

Az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) a Kárpát medence számos pontján előforduló, tölgyekkel elegyerdőt alkotó fafaj. Termesztése és a termésének élelmiszeripari célú felhasználása nagy múltra tekint vissza. Növényvédelmi vonatkozásban viszont fontos kitérni arra, hogy legjelentősebb növénykórtani problémája a szelídgesztenye kéregrákosodását előidéző *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr (syn.: *Endothia parasitica* (Murr.) tömlősgomba (Anagnostakis, 1987). Egy-egy fertőzött fán általában több rákos seb is kialakul, leggyakrabban a vágásokon, a törzsön és az ágvillaikban jelennek meg a tünetek (Anagnostakis, 1987; Barr, 1978; Radócz, 2002). 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 találhatóak a genomban, és könnyen amplifikálhatóak specifikus primerekkel és nincsenek szelekciós nyomás alatt (Jarne és Lagoda, 1996; Tautz, 1993; Asadollahi et al., 2013). 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).

Anyag és módszerek

Kutatásunk során a Kárpát medence jelentősebb európai szelídgesztenye populációjából vettünk mintákat, és izoláltuk a kéregrák kórokozóját. Négy országból 70 minta került be a vizsgálatokba (1. ábra). Munkánk során 6 különböző mikrosatellitot választottunk ki és vizsgáltunk meg, melyeket előzőleg Breuillin et al. (2006) és Kubisiak et al. (2007) írtak le (1. táblázat).



1. ábra. A begyűjtött minták származási helye

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.

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 mellékelte a felhasznált gélhez.

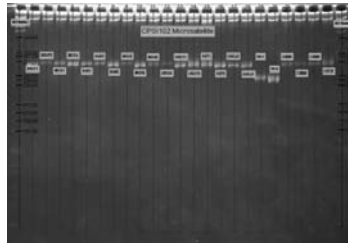
1. táblázat. A vizsgált mikrosatellitek jellemzői (Breuillin et al. 2006; Kubisiak et al. 2007)

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

A populációk struktúráját a BAPS 6.16 (Bayesian Analysis of Population Structure) program (<http://www.helsinki.fi/bsg/software/BAPS/>) segítségével elemeztük. A program a Bayesian megközelítést használva határozza meg a populációban található egyedek legvalószínűbb csoportosítását. A program a molekuláris markerek (pl. DNS szekvenciák, mikrosatellit fragment hosszúság) adataiból határozza meg a populációk legvalószínűbb (posterior valószínűség) számát (k – klaszter szám), illetve megadja az egyedek csoporthoz tartozását (Corander et al., 2003, Tang et al., 2009).

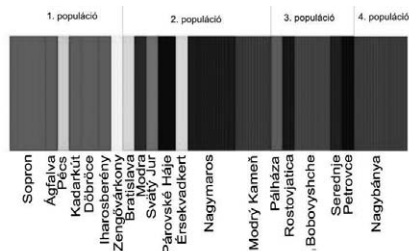
Eredmények

A sikeres amplifikáció és futtatás eredményeként kapott gél képeken a BIO-RAD gél dokumentációs program segítségével pontosan meghatároztuk a különböző izolátumok méretét. A kapott adatokat a BAPS program segítségével értékeltük ki (2. ábra).



2. ábra. CPS1102 mikroszatellit gépképe a festést követően, a BIO-RAD által berajzolt segédvonalakkal

A BAPS program a kapott adatok alapján meghatározta a különböző populációban található egyedek legvalószínűbb csoportosítását. A kapott eredményeket a 3. ábrán foglaltuk össze.



3. ábra. A BAPS program által meghatározott populáció összetétel. Minden izolátumot egy színes oszlop jelöl. Az egyes elkülönülő klasztereket eltérő színek jelölik

Megvitatás

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 (Jarne és Lagoda, 1996;

Tautz, 1993). Kutatásunk során a Kárpát medence jelentősebb európai szelídesztenye populációból vettünk mintákat, és izoláltuk a kéregrák kórokozóját. Négy országból 70 minta került be a vizsgálatokba, és munkánk során 6 különböző mikroszatellitot választottunk ki és vizsgáltunk meg. A kapott eredményeket a BAPS program segítségével elemeztük. Vizsgálataink során megállapítható hogy a Kárpát medence *Cryphonectria parasitica* populációi nagy genetikai variabilitást mutatnak egymáshoz viszonyítva. Az adatok alapján jól elkülöníthető a dunántúli populációk, és külön csoportba rendeződtek a romániai minták is. A szlovákiai minták étékeléséből jól látható hogy a különböző populációk külön csoportba rendeződtek.

Hivatkozások

- Anagnostakis, S. L. 1987. Chestnut blight: The classical problem of an introduced pathogen. *Mycologia* 79: 23-37.
- Asadollahi M., Fekete, E., Karaffa L., Flippi M., Árnási M., Esmaeili, M., Váczy K.Z., Sándor E. 2013. Comparison of *Botrytis cinerea* populations isolated from two open-field cultivated host plants. *Microbiological Research* 168: 379-388.
- Barr, M. E. 1978. The *Diaporthales* in North-America. *Mycologia Memoir*. 7. ed: J. Cramer, Lehne, Germany. 232 p.
- Breullin, 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.
- Corander J., Waldmann P., Sillanpää M. J. 2003 Bayesian analysis of genetic differentiation between populations. *Genetics* 163: 367–374.
- Jarne, P., Lagoda, P.J.L. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 424-429.
- 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.
- Levinson, G., Gutman, G.A. 1987. Slipped-strand mispairing: a major mechanism for DNA sequence evolution. *Molecular Biology and Evolution* 4: 203-221.
- Radócz L. 2002. A héjasok növényvédelme. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.

Tang J., Hanage W. P., Fraser C., Corander J. 2009 Identifying currents in the gene pool for bacterial populations using an integrative approach. *PLoS Comput. Biol.* 5. e1000455. (doi:10.1371/journal.pcbi.1000455)

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.

A WRKY transzkripciós faktorok szerepe tobamovírusokkal fertőzött paprika növényekben

Juhász Csilla^{1*}, Kristály Anna Mária^{1,2}, Tóbiás István¹ és Gullner Gábor¹

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

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

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

Összefoglalás

Nyolc paprika WRKY transzkripciós faktor kódoló génjeinek a kifejeződését vizsgáltuk meg tobamovírusokkal fertőzött paprika levelekben, mivel az ilyen típusú transzkripciós faktor fehérjék feltételezhetően fontos szerepet játszanak a paprika vírus-rezisztenciájában. Egy *L³* rezisztenciagént tartalmazó paprika fajta leveleit kétféle vírussal fertőztük. Az *Óbuda paprika vírussal* (ObPV) történő fertőzés hatására hiperszenzitív nekrotikus léziók jelentek meg a leveleken, míg a *Paprika enyhe tarkulás vírussal* (PMMoV) történő fertőzés csak nagyon enyhe klorotikus tüneteket okozott. Az ObPV fertőzés hatására több *WRKY* gén expressziója jelentősen megemelkedett a fertőzést követő korai időpontokban, különösen a *CaWRKY2* és a *CaWRKY-a* esetében. Ezek a változások lassabban és kisebb mértékben jelentkeztek a PMMoV-fertőzött levelekben. Három *WRKY* gén esetében viszont egyik vírusfertőzés sem befolyásolta szignifikáns módon a génexpressziót. Szalicilsavval történő kezelések szintén jelentős mértékben aktiválták egyes paprika *WRKY* gének kifejeződését.

Kulcsszavak: paprika, szalicilsav, tobamovírus, WRKY transzkripciós faktor

Abstract

We have investigated the changes in the expression of eight pepper genes encoding WRKY transcription factors in virus-inoculated pepper plants, because this family of transcription factor proteins plays presumably an important role in the virus resistance of pepper. Leaves of a pepper variety harbouring the *L³* resistance gene were inoculated with two different tobamoviruses. Inoculations with *Obuda pepper virus* (ObPV) led to the appearance of hypersensitive necrotic

lesions, while Pepper mild mottle virus (PMMoV) caused only very mild chlorotic symptoms. The expression of several *WRKY* genes was markedly and rapidly up-regulated in ObPV-inoculated leaves, particularly in the case of *CaWRKY2* and *CaWRKY-a*. Slower and weaker activation of these genes was observed in PMMoV-inoculated leaves. The expression levels of three pepper *WRKY* genes were not significantly altered by any virus inoculation. Treatment of pepper leaves with salicylic acid also led to the significant up-regulation of several *WRKY* genes.

Keywords: pepper, salicylic acid, tobamovirus, WRKY transcription factor

Bevezetés

A vírusfertőzött növényekben a kórokozó felismerése után számos védekezési reakció indul meg, többek között a növények gén-expressziós mintázata is igen jelentősen megváltozik. Nagy számú védekezési gén aktiválódik, emellett azonban számos gén átíródása le is csökken. Ezeket a folyamatokat egy bonyolult, többszintű rendszer szabályozza, amelyben transzkripciós faktor fehérjék és növényi hormonok is fontos szerepet játszanak. A kórélettani kutatásokban az utóbbi években előtérbe kerültek a WRKY típusú transzkripciós faktorok, amelyek kódoló génjei számos biotikus stressz, köztük vírusfertőzések hatására is jelentősen aktiválódnak (Chen és Chen, 2000; Park és mtsai., 2006; Eulgem és Somssich, 2007). A felhalmozódó WRKY fehérjék számos védekezési gén promoteréhez képesek tapadni a sejtmagban, így nagymértékben elősegítik a gén-expressziós mintázat gyors átalakulását és ezáltal a rezisztenciát is (Li és mtsai., 2004). Az *Arabidopsis thaliana* modellnövényben 74 gén (Kalde et al., 2003), míg a paradicsomban 81 gén (Huang és mtsai., 2012) kódolja a WRKY fehérjecsalád tagjait.

A kutatómunkánk célja az volt, hogy jobban megismerjük a WRKY transzkripciós faktorok szerepét tobamovírusokkal fertőzött paprika növények leveleiben. Az inkompatibilis és kompatibilis vírus-paprika kölcsönhatások összehasonlítása érdekében kétféle tobamovírusal fertőztük ugyanazon paprikafajta leveleit.

Anyag és módszerek

Kísérleteinkhez az L^3 rezisztenciagént tartalmazó TL 1791 paprika (*Capsicum annuum* L.) fajta üvegházban nevelt egyedeit használtuk. Kéthónapos növények leveleit fertőztük a tobamovírusokkal Tóbiás és mtsai. (1982) módszere szerint, majd a növényeket 25 °C-os nevelőkamrában inkubáltuk. Az *Óbuda paprika vírussal* (ObPV) történő fertőzés hatására

hiperszenzitív nekrotikus léziók jelentek meg a leveleken (inkompatibilis kölcsönhatás), míg a *Paprika enyhe tarkulás vírussal* (PMMoV) történő fertőzés csak nagyon enyhe klorotikus tüneteket okozott (kompatibilis kölcsönhatás) (Tóbiás és mtsai., 1982). A vírusfertőzött ill. mock-inokulált levelekből a fertőzést követő különböző időpontokban teljes RNS kivonást végeztünk. Az egyes paprika WRKY transzkripciós faktorokat kódoló gének átíródását reverz-transzkripciót (RT) követő PCR tehnikával vizsgáltuk specifikus primerpárok felhasználásával. Egy paprika aktin gén átíródását vizsgáltuk konstitutív kontrollként. A vírusfertőzések mellett 5 mM nátrium-szalicilát oldattal is kezeltünk paprika leveleket, majd megvizsgáltuk a *WRKY* gének expressziós változásait.

Eredmények

A kísérleteink során nyolc WRKY transzkripciós faktor kódoló génjének az expresszióját vizsgáltuk meg a vírusfertőzött paprika leveleken. A PCR vizsgálatokhoz szükséges gén-specifikus primerpárokat részben a GenBank-ban elérhető paprika *WRKY* gének szekvenciája alapján terveztük. Emellett homológia-keresés segítségével további *WRKY* gén-szekvenciákat is azonosítottunk szekvencia adatbázisokban. Egy ilyen új *WRKY* gén esetében (*CaWRKY70*) kísérletileg is meghatároztuk a gén teljes fehérje kódoló szekvenciáját (GenBank KF484401). A gén által kódolt fehérje a szekvenciája alapján a WRKY transzkripciós faktorok III. osztályába sorolható. Az RT-PCR vizsgálatok kimutatták, hogy az ObPV fertőzés hatására öt *WRKY* gén expressziója már a fertőzést követő korai időpontokban (12-24 óra) megemelkedett, legnagyobb mértékben a *CaWRKY2* (GenBank DQ402421) valamint a *CaWRKY-a* (GenBank AY391747) gének esetében. Érdekes módon a fenti két gén által kódolt WRKY fehérjék szekvenciájának N-terminális részében megtalálható egy olyan kináz enzim-dokkoló motívum (Ishihama és Yoshioka, 2012), ami arra utal, hogy ezen WRKY fehérjék működése foszforiláció révén poszttranszlációs módon is szabályozott. A fenti gének mellett a *CaWRKY70* gén expressziója is szignifikánsan megemelkedett az ObPV fertőzés hatására. A PMMoV-fertőzött illetve a mock-inokulált leveleken ezek a gének általában csak lassabban és kisebb mértékben aktiválódtak. Három *WRKY* gén esetében egyik vírusfertőzés sem befolyásolta szignifikáns módon a génexpressziót. A konstitutív kontroll génként vizsgált aktin expressziója nem változott meg szignifikáns módon a vírusfertőzött ill. mock-inokulált leveleken.

A vírusfertőzések mellett a nátrium-szalicilát kezelés is jelentősen megnövelte több *WRKY* gén transzkripciós szintjét. Különösen erős gén-aktiválódást okozott az 5 mM-os nátrium-szalicilát kezelés az általunk megszekvenált *CaWRKY70* gén esetében.

Megvitatás

A vizsgálataink kezdetén feltételeztük, hogy egyes WRKY transzkripciós faktorok jelentős szerepet játszhatnak a paprika vírus-rezisztenciájában, mivel ismert, hogy különböző növény-kórokozó kölcsönhatások korai szakaszában a felhalmozódó WRKY fehérjék számos növényi védekező gén átíródását aktiválják (Li és mtsai., 2004; Eulgem és Somssich, 2007). Egyes *WRKY* gének aktiválódását már korábban is kimutatták tobamovírusokkal fertőzött paprika levelekben (Oh és mtsai., 2006; Park és mtsai., 2006; Huh és mtsai., 2012). Kísérleteink során több olyan *WRKY* gént is azonosítottunk, amelyek az ObPV-fertőzés hatására nagymértékben és gyorsan indukálódtak a fertőzött paprika levelekben, míg a PMMoV fertőzés hatására csak gyengébb mértékben aktiválódtak. Ezek az eredmények alátámasztják a WRKY faktorok feltételezett szerepét a vírus-rezisztenciában. A tobamovirus-paprika kölcsönhatások vizsgálatának korábbi szakaszában már kimutattuk egyes védekező gének, így a divinil-éter szintetáz (DES) enzimet valamint egyes lipoxigenáz (LOX) enzimeket kódoló gének jelentős aktiválódását az ObPV fertőzött paprika levelekben (Gullner és mtsai., 2010). Jelenleg még nem ismert az, hogy a WRKY transzkripciós faktorok részt vesznek-e a *LOX* és *DES* gének szabályozásában. További vizsgálatok szükségesek annak eldöntéséhez, hogy a paprika WRKY fehérjéknek a felhalmozódása milyen növényi védekezési gének működését szabályozza az inkompatibilis vírus-paprika kölcsönhatásokban.

Köszönetnyilvánítás

Kutatómunkánkat az OTKA K77641 pályázatának pénzügyi támogatásával végeztük.

Hivatkozások

- Chen, C., Chen, Z. 2000. Isolation and characterization of two pathogen-and salicylic acid-induced genes encoding WRKY DNA-binding proteins from tobacco. *Plant Mol. Biol.*, 42: 387-396.
- Eulgem, T., Somssich, I.E. 2007. Networks of WRKY transcription factors in defense signaling. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 10: 366-371.
- Gullner, G., Künstler, A., Király, L., Pogány, M., Tóbiás, I. 2010. Up-regulated expression of lipoxygenase and divinyl ether synthase genes in pepper leaves inoculated with Tobamoviruses. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 74: 387-393.

- Huang, S.X., Gao, Y.F., Liu, J.K., Peng, X.L., Niu, X.L., Fei, Z.J., Cao, S.Q., Liu, Y.S. 2012. Genome-wide analysis of WRKY transcription factors in *Solanum lycopersicum*. *Mol. Genet. Genomics*, 287: 495-513.
- Huh, S.U., Choi, L.M., Lee, G.J., Kim, Y.J., Paek, K.H. 2012. *Capsicum annuum* WRKY transcription factor d (CaWRKYd) regulates hypersensitive response and defense response upon *Tobacco mosaic virus* infection. *Plant Sci.*, 197: 50-58.
- Ishihama, N., Yoshioka, H. 2012. Post-translational regulation of WRKY transcription factors in plant immunity. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 15: 431-437.
- Kalde, M., Barth, M., Somssich, I.E., Lippok, B. 2003. Members of the *Arabidopsis* WRKY group III transcription factors are part of different plant defense signaling pathways. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 16: 295-305.
- Li, J., Brader, G., Palva, E.T. 2004. The WRKY70 transcription factor: a node of convergence for jasmonate-mediated and salicylate-mediated signals in plant defense. *Plant Cell*, 16: 319-331.
- Oh, S.K., Yi, S.Y., Yu, S.H., Moon, J.S., Park, J.M., Choi, D. 2006. CaWRKY2, a chili pepper transcription factor, is rapidly induced by incompatible plant pathogens. *Mol. Cells*, 22: 58-64.
- Park, C.J., Shin, Y.C., Lee, B.J., Kim, K.J., Kim, J.K., Paek, K.H. 2006. A hot pepper gene encoding WRKY transcription factor is induced during hypersensitive response to *Tobacco mosaic virus* and *Xanthomonas campestris*. *Planta*, 223: 168-179.
- Tóbiás, I., Rast, A.T.B., Maat, D.Z. 1982. Tobamoviruses of pepper, eggplant and tobacco: comparative host reactions and serological relationships. *Netherl. J. Plant Pathol.*, 88: 257-68.

The protective role of SMM against Dwarf Mosaic Virus infection in maize

Edit Ludmerszki¹, Ilona Rácz¹ és Szabolcs Rudnóy¹*

¹Department of Plant Physiology and Molecular Plant Biology, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

**e-mail: ludmerszki.edit@gmail.com*

Abstract

In this study we examined the effects of *S*-methylmethionine (SMM) on *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) infection in maize. We monitored changes in chlorophyll content, in the amount of viral coat protein and in the expression patterns of stress-related genes, such as *S-adenosylmethionine synthase* (*SAMS*) and a 14-3-3-like protein gene (*GF14-6*). A considerable decrease in chlorophyll content was observed in infected plants, but this was tempered by SMM pretreatment. The results of ELISA test showed that the amount of viral coat protein remained significantly lower in the leaves of infected plants pretreated with SMM. SMM was found to cause a considerable change in the expression patterns of the investigated genes previously proved to relate to MDMV infection.

Keywords: GF14-6, MDMV, SAMS, SMM, sweet corn

Összefoglalás

Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy milyen módon lehetne javítani a növény védekezőképességét és ezáltal visszaszorítani a vírus terjedését. Ennek vizsgálatához egy természetes biogén vegyülettel, az *S*-metilmethioninnal kezeltük a növényeket, majd ezt követően kukorica csikos mozaik vírussal (MDMV) fertőztük a kukoricákat. Vizsgáltuk a klorofilltartalom változásait és két, a stresszválaszban szerepet játszó gén, a *GF14-6* (G-boksz faktor 14-3-3 homológ), és a *SAMS* (*S*-adenozilmetionin-szintáz) expressziójának változásait. Nyomon követtük továbbá a vírus mennyiségének a változását növényekben a kezelések hatására DAS-ELISA technikával. Megállapítottuk, hogy fertőzött növényekben csökken a klorofilltartalom,

mely csökkenés SMM-előkezeléssel kivédhető. A vírusfertőzés és SMM-kezelés egyaránt befolyásolta a vizsgált gének expressziós változásait, mellyel összefüggésben a kombinált kezelés hatására csökkent a víruspartikulumok mennyisége a növényekben. Összességében elmondható, hogy kísérleteink során sikerült igazolnunk az S-metilmetionin védő hatását.

Kulcsszavak: csemegekukorica, GF14-6, MDMV, SAMS, SMM

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most widely cultivated crops worldwide. The need to improve its stress and disease tolerance is an urgent problem in agriculture. *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV), a member of the *Potyvirus* genus, is one of the most important biotic stressors of sweet corn cultivars. The infection usually causes crop losses of 10-45%, but the damage may be as high as 100%. The virus preferentially colonizes members of the Poaceae family and spreads in natural or agro-environments via aphid, pollen and seed transmission (Tóbiás et al., 2008).

The use of a biologically active compound could be a feasible way to improve tolerance to certain abiotic and biotic stress factors. *S*-methylmethionine (SMM; $(\text{CH}_3)_2\text{-S-(CH}_2)_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$) occurs naturally in the plant kingdom as a non-proteinogenic, sulphur-containing amino acid. In plants, SMM is synthesised from methionine and can also be reconverted, resulting in a circular pathway, known as the SMM-cycle. SMM contributes to an increase in resistance, as it is a direct precursor of sulphur-containing compounds involved in defence mechanisms, while also influencing the biosynthesis of certain plant hormones (Rácz et al., 2008).

The present study investigated the effects of SMM on MDMV infection and on the stress response of maize. Chlorophyll content and the relative quantity of viral particles were assayed in infected leaves along with the expression patterns of genes involved in plant defence pathways.

Materials and methods

Plant growth conditions: Maize (*Zea mays* cv. *saccharata* Koern., sweet corn) plants were grown on ¼ strength Hoagland solution in SANYO MLR-350 HT growth chambers, with a 14/10 h light/dark period and a light intensity of 300 $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$, a day/night temperature of 25/22 °C and 70% relative humidity.

Treatments: To study the effects of SMM, 11-day-old plants were placed in ¼ strength Hoagland solution containing 2 mg/l SMM for 24 h. MDMV infection was carried out on the 12th

and 14th days. The first and second leaves of the plants were inoculated mechanically with Dallas-A strain of MDMV.

Measurement of chlorophyll content: Chlorophyll extraction was carried out using 80% acetone, with subsequent photometric assays and calculations as described by Porra et al. (1989).

cDNA synthesis and quantitative real-time PCR: A ZR Plant RNA MiniPrep™ 2024 kit (Zymo Research, Irvine, CA, USA) was used for RNA extraction, and a First Strand cDNA Synthesis Kit (Thermo Scientific, Rockford, IL, USA) for cDNA synthesis, based on the manufacturers' instructions. qRT-PCR measurements were carried out using a Power SYBR® Green PCR Master Mix (Life Technologies, Foster, CA, USA). The experiments were run on an ABI Prism® 7000 Sequence Detection System (Applied Biosystems, Foster, CA, USA). A maize *actin* gene and the membrane protein gene *PB1A10.07c* (*MEP*) were included in the assays as internal controls, and a 14-3-3-like protein GF14-6 and S-adenosylmethionine synthase (SAMS) were the genes of interest. The relative changes in gene expression were quantified according to the modified $\Delta\Delta C_t$ method of Pfaffl (2001), where E levels are taken into account.

DAS-ELISA test: DAS-ELISA (double antibody sandwich - enzyme linked immunosorbent assay) was applied to detect MDMV coat protein in maize leaves, using an MDMV antiserum kit (Bioreba A.G., Reinach, Switzerland) following the manufacturer's instructions. Absorbance (colour intensity) was measured at 405 nm with a Labsystem Multiskan MS spectrophotometer (Thermo Scientific, Rockford, IL, USA).

Statistical data analysis: The results were evaluated using analysis of variance (ANOVA), while Student's *t* test was performed on the relevant data using IBM® SPSS® statistical software (version 20).

Results

The amount of chlorophyll molecules increased in SMM-treated (*S*) plants. By contrast, the chlorophyll content decreased in infected (*inf*) plants. The differences were most pronounced three weeks after the treatments. SMM-pretreated and infected (*Sinf*) plants and *S* plants contained 35.9 ± 2.5 and 35.4 ± 2.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ chlorophyll, respectively, while control and *inf* plants contained 33.7 ± 2.4 and 24.3 ± 1.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ respectively.

The gene expression levels of *GF14-6* increased in *S* and *inf* plants in the 1st and 3rd week after treatment. However, in the 2nd week all the treatments resulted in significant decreases. By contrast, in *Sinf* plants gene expression did not change in the 1st week as compared to the control, but dropped in the 3rd week. One week after treatment *inf* plants showed a 391% increase in the

gene expression of *SAMS* compared to the control, but in the following weeks, the rate of gene expression declined. In *Sinf* plants a similar expression pattern was observed, though a week after treatment the gene expression level was still only 156% of the control in these plants. Interestingly, in the second and third weeks a pronounced increase in *SAMS* expression could be observed (187 and 219% of the control, respectively), indicating the possible conditioning effect of SMM in infected plants. In *S* plants no such pattern was observed.

The results of ELISA showed that *Sinf* plants contained significantly smaller amounts of MDMV coat protein than *inf* plants, and these differences increased with time after infection. Younger leaves had a lower concentration of MDMV particles than older leaves.

Discussion

A decrease in chlorophyll content was recorded in *inf* plants, however, SMM pretreatment increased the amount of chlorophyll molecules, and alleviated the decrease exerted by the infection. Our results demonstrated that SMM triggers chlorophyll biosynthesis indirectly, and based on previous results also protects biological membranes, resulting in a higher level of chlorophyll in the leaves.

In the present work MDMV infection differentially triggered the expression of *GF14-6* and *SAMS* genes. In *inf* plants, increases of 134% and 391% were detected for *GF14-6* and *SAMS*, respectively, in the first week, compared to the control plants. In the second week, the expression rates of both genes dropped, especially that of *GF14-6*. In the case of *SAMS*, gene expression further decreased in the third week. In *Sinf* plants low levels of *GF14-6* gene activity were measured. However, in *S* plants, high levels of gene expression were recorded in the first and third weeks. These data indicate that SMM treatment and MDMV infection trigger pathways that are related to high levels of *GF14-6* expression, but when the treatments are applied at the same time, the inhibition of *GF14-6* expression can be observed. In the case of *SAMS*, the expression level of *Sinf* plants was 156% in the first week compared to the control plants, which slightly increased in the second and third weeks. SMM pretreatment delayed the increase in *SAMS* expression in infected plants, but also prolonged it, providing a slow, but constant rise. This phenomenon could be related to improved virus resistance. The results suggest that these gene products play a crucial role in the mechanisms of plant defence against MDMV infection.

Based on the ELISA results, *Sinf* plants contained less MDMV coat protein than *inf* plants. This demonstrates the protective nature of SMM, as it may inhibit the replication and spread of MDMV in maize plants.

The results of these experiments on the effect of exogenous SMM clearly demonstrate that this natural compound has a beneficial effect on the stress response, resulting in an increase in the defence potential of maize plants during MDMV infection. These observations are in agreement with previous findings (Rácz et al., 2008; Ludmerszki et al., 2011).

Acknowledgements

Thanks are due to Dr. Demeter Lásztity for all his help and advice, to Györgyi Balogh for her technical assistance and to Barbara Harasztos for revising the English of the manuscript. This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP 4.2.4. A/1-11-1-2012-0001 'National Excellence Program', and by the grant of the Hungarian Scientific Research Fund (OTKA 73178).

References

- Ludmerszki, E., Rudnóy, S., Almási, A., Szigeti, Z., Rácz, I. 2011. The beneficial effects of *S*-methyl-methionine in maize in the case of *Maize dwarf mosaic virus* infection. *Acta Biol. Szeged*, 55:109-112.
- Pfaffl, M.W. 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Res.*, 29:e45.
- Porra, R.J., Thompson, W.A., Kriedemann, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficient and simultaneous equations for assaying chlorophylls *a* and *b* extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochim. Biophys. Acta*, 975:384-394.
- Rácz, I., Páldi, E., Szalai, G., Janda, T., Pál, M., Lásztity, D. 2008. *S*-methylmethionine reduces cell membrane damage in higher plants exposed to low-temperature stress. *J. Plant Physiol.*, 165:1483-1490.
- Tóbiás, I., Bakadjieva, N., Palkovics, L. 2008. Comparison of Hungarian and Bulgarian isolates of *Maize dwarf mosaic virus* (In Hungarian). *Növényvédelem*, 44:385-389.

Indukált rezisztencia alkalmazása a szőlő szürkerothadás és vírusfertőzés okozta kártétele mérséklésére

Csikászné Krizsics Anna¹, Mátai Anikó², Nagy Ágnes², Kovács Sándor², Végh Brigitta Éva², Werner János¹ és Jakab Gábor^{1,2*}

¹PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, 7634 Pécs, Pázmány P. u. 4.

²Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, 7624. Pécs, Ifjúság u. 6.

*e-mail: jakab@gamma.ttk.pte.hu

Összefoglalás

Kísérletünkben az indukált rezisztencia kiváltásában hatékony β -aminovajsav (BABA) aktivátort alkalmaztunk szőlőben a szürkerothadás és a vírus fertőzés megelőzésére. A szabadföldi kezeléseket négy különböző BABA koncentrációval (0,2, 0,4, 1,0, 2,0 g/liter) állítottuk be Királyleányka fajtán. A kezeléseket a *Botrytis* fertőzés mértékét szignifikánsan csökkentették, a 2,0 g/l-es BABA kezelésben volt a legalacsonyabb a fertőzési index. BBCH 61-65 fenológiai stádiumban kijuttatva a 2,0 g/l koncentrációjú BABA kezelés hatékonyan bizonyult a fürtök tömörségének csökkentésében is. Üvegházi kísérletben a levélsodródás vírussal (GLRaV-1) fertőzött növényről származó dugványokon értékeltük a BABA kezelés hatását, eredményeink alapján az alkalmazott módszer ígéretes.

Kulcsszavak: *Botrytis* fertőzés mértéke, bogyószám/kocsányhossz index, vírus kontroll, a BABA kuratív hatása

Abstract

The potent inducer of resistance β -aminobutyric acid (BABA) was tested to control bunch rot and virus infection in grapevine. In field experiment the treatments have been carried out with different BABA concentrations (0,2, 0,4, 1,0, 2,0 g/L). The *Botrytis* infection rate in BABA-treatments was significantly lower than in the untreated control, the lowest values were measured in case of 2,0 g/L BABA-treatment. The highest dose applied at BBCH 61-65 phenological states also proved to be effective on reduction of the compactness of bunches. In another experiment

developing leaves of BABA-treated vines originated from virus (GLRaV-1) infected plants became virus free. Therefore BABA could be an effective tool for regulation of grape bunch structure of cultivars with compact bunches and for moderation of grey mould (*Botrytis cinerea*) and virus infections.

Bevezetés

A szőlőtermesztésben a növényvédőszeres felhasználásának mérséklését ellenálló szőlőfajták termesztésével, ill. alternatív védekezési eljárások alkalmazásával érhetjük el. Ezen eljárások egyike az indukált rezisztencia, amikor a növény saját védekező mechanizmusát erősítjük, felkészítve ezzel a növényt a kórokozók támadására.

Publikációk sora számol be arról, hogy a BABA különböző növényfajokban képes indukált rezisztenciát kiváltani számos patogénnel szemben (Jakab *et al.*, 2001). A BABA által indukált rezisztencia (BABA-IR) esetében, az alap védelmi mechanizmus gyors és erős aktiválása következik be, amint az aktivátorral kezelt növényeket valamilyen károsító támadja meg vagy abiotikus stressz éri (Zimmerli *et al.*, 2000; Jakab *et al.*, 2005). Ezt a megnövekedett válaszkapacitást primingnak nevezzük (Conrath *et al.*, 2002). A *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Zimmerli *et al.*, 2000) és a *Botrytis cinerea* (Zimmerli *et al.*, 2001) ellen a BABA-IR elsősorban a szalicilsav függő védelmi útvonalhoz tartozó gének expresszióját aktiválja. Ellenben más kórokozók pl. a *Hyaloperonospora arabidopsidis* (Zimmerli *et al.*, 2000), *Alternaria brassicicola* és *Plectosphaerella cucumerina* (Ton & Mauch-Mani, 2004) ellen a fertőzés helyén a kallóz tartalmú papillák akkumulációjának elősegítésével (primingjával) függ össze a BABA-IR, melyet az abszicinsav-függő szignálút vonal kontrolál.

A BABA eredményesen felhasználható szőlőben a peronoszpóra (*Plasmopara viticola*) elleni indukált rezisztenciához (Cohen *et al.*, 1999), ebben az esetben azonban a jázmonsav függő védekezési válaszok bizonyultak meghatározónak (Hamiduzzaman *et al.*, 2005). A molekuláris genetikai kutatások eredményeire alapozottan kísérletünk célja volt meghatározni a már hatékony, de még nem toxikus dózis és a megfelelő kezelési időpont (fenológiai stádium) kombinációját a BABA esetében a szőlő *Botrytis cinerea* okozta szürkerothadás fertőzésének kivédésére. Ugyancsak vizsgáltuk a BABA hatását a szőlő vírusfertőzése esetén, miután a dohány TMV fertőzéssel szembeni eredményes védekezés lehetősége már igazolódott (Siegrist *et al.*, 2000).

Anyag és módszer

A szabadföldi kísérletet (*Botrytis cinerea* fertőzés vizsgálatára) a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Királyleányka ültetvényében állítottuk be Pécssett, Moser-kordon és ernyő művelésmódokon. Ez a szőlőfajta közepes fűrtméretű, vállas és tömött fűrtű, vékony bogyóhéjú, s így a *Botrytis* fertőzéssel szemben különösen érzékeny.

A vírus kísérlethez a 2 rügyes fás dugványok szőlő levélsodródás-1 (GLRaV-1) vírussal fertőzött Leányka tőkéről származtak, melyeket 300 ml-es vizes perlittel töltött műanyag edénybe ültettünk és növényházi körülmények között neveltünk.

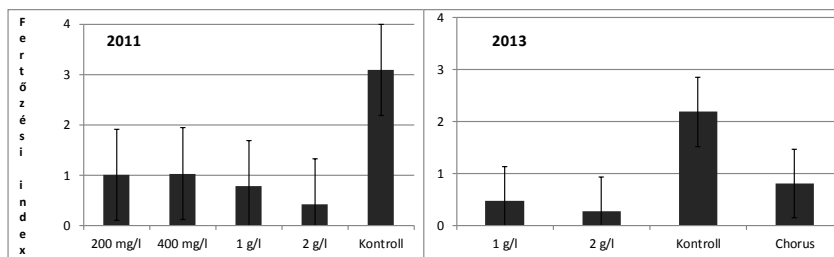
A szabadföldi kísérletben a kezeléseket 2011-ben 4 különböző BABA koncentrációval (0,2, 0,4, 1,0, 2,0 g/l) végeztük, közvetlenül a Királyleányka fűrtökre BBCH 65 fenológiai stádiumban 4 ismétlésben kijuttatva. 2013-ban a vizsgálatot ernyő művelésmódon ismételtük meg két különböző BABA koncentrációval (1,0, 2,0 g/liter) a virágzás kezdetén (BBCH 61). 2013-ban a kezeletlen kontroll mellett speciális botriticid (1,3 g/liter Chorus 50WG) kezelésben részesített parcellát is beiktattunk a vizsgálatokba. Az értékelést kezelésként 4 x 10 fűrtön végeztük el, a fűrtök kiválasztása a tőkénként leszűretelt valamennyi fűrt kategóriába sorolását követően arányosítással történt. A *Botrytis* fertőzöttség mértékét bonitálással határoztuk meg, ebből számoltuk a fertőzöttségi indexet.

Az üvegházi kísérletben (30 ml, 300 mg/l koncentrációjú) BABA oldattal öntöttük alulról a perlitet a levelek megjelenését követően, heti gyakorisággal 8 héten át. A kezelt növényeket zölddugványozással továbbzapóritottuk majd kontrollált körülmények között tartottuk.

A szőlőlevelekből az RNS izolációt és a reverz transzkripciót Szalontai *et al.* (2012) által leírt módszer szerint végeztük. A vírus RNS jelenlétének kimutatása GLRaV-1 specifikus primerrel 1FHSP70 (5'-CAGGGCTCGTTTGTACTGG-3') és 1RHSP70 (5'-TCGGACAGCGTTTAAGTT CC-3') történt.

Eredmények és megvitatás

A Királyleányka fajtán 2011-ben a kontroll (BABA-val nem kezelt) bogyók fertőzöttségi indexe az ismétlésekben 1-6 % között mozgott, míg a kezeltké 2 % alatti értékeket mutatott (1. ábra). A kezelt bogyók fertőzöttsége mindkét évben szignifikánsan alacsonyabb volt a kezeletlen kontroll értékénél. Eredményeink alapján a BABA hatékonysága koncentrációfüggő, de a kezelések közötti különbség statisztikailag nem volt igazolható.



1. ábra. *Botrytis cinerea* fertőzési index alakulása Királyleányka fürtökön

Az oszlopok az átlagokat, a hibásávok az SzD 5%-t jelölik.

A BABA hatásmechanismusának tisztázására PDA lemezekon, különböző BABA koncentrációknál, vizsgáltuk a *Botrytis* gomba fejlődését. 400 µg/l koncentráció felett a BABA gátolta a micéliumok növekedését, fungicid hatást viszont nem észleltünk.

A BABA kezelések a virágok termékenyülése idején kijuttatva női sterilitást indukálhatnak, melynek révén csökkenhet a bogyószám (Jakab *et al.*, 2001). Kísérletünkben ilyen igazolt hatást csak az alkalmazott legmagasabb (2 g/liter) BABA koncentrációnál figyeltünk meg. Adott esetben a laza fürt előnyös lehet, mérsékelheti a másodlagos fertőzések kockázatát az érés során.

Üvegházi kísérletünkben a GLRaV-1 vírus fertőzött dugványok kezelését követően a tünetek megjelenését folyamatosan figyeltük. 60 nap után a BABA kezelt növények 65%-a hosszú hajtást hozott, míg a kezeletlenek elpusztultak. A hajtások leveleinek vírus fertőzöttségét RT-PCR módszerrel határoztuk meg, melynek során fokozatosan csökkenő vírus titert kaptunk a hajtás csúcsa felé közeledve. Mindez arra utal, hogy a BABA-kezelés hatékonyan alkalmazható a szőlő kémiai védelmére a GLRaV-1 fertőzéssel szemben.

Eredményeink alapján a körültekintően végrehajtott BABA kezelésekkal kiváltott növényi válasz a jövőben a szőlő integrált növényvédelmének részévé válhat.

Köszönetnyilvánítás

Hálásan köszönjük a vírushajtó növényanyagot Dr. Lázár Jánosnak, a GLRaV-1 specifikus primert Prof. Palkovics Lászlónak, a hasznos szakmai észrevételeket Dr. Kocsis Mariannának. A kutatómunkát az OTKA (K101430) támogatta.

Hivatkozások

- Cohen, Y., Reuveni, M., Baider, A. 1999. Local and systemic activity of BABA (DL-3-aminobutyric acid) against *Plasmopara viticola* in grapevines. *Eur. J. Plant Pathol.* 105:351–361.
- Conrath, U., Pieterse, C. M. J., Mauch-Mani, B. 2002. Priming in plant-pathogen interactions. *Trends Plant Sci.* 7: 210-216.
- Hamiduzzaman, M. M., Jakab, G., Barnavon, L., Neuhaus, J.-M., Mauch-Mani, B. 2005. β -Aminobutyric Acid-Induced Resistance Against Downy Mildew in Grapevine Acts Through the Potentiation of Callose Formation and Jasmonic Acid Signaling. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 18 (8): 819-829.
- Jakab, G., Cottier, V., Toquin, V., Rigoli, G., Zimmerli, L., Métraux, J.-P., Mauch-Mani, B. 2001. Beta-aminobutyric acid-induced resistance in plants. *Eur. J. Plant Pathol.* 107:29-37.
- Jakab, G., Ton, J., Flors, V., Zimmerli, L., Métraux, J.-P., Mauch-Mani, B. 2005. Enhancing *Arabidopsis* salt and drought stress tolerance by chemical priming for its abscisic acid responses. *Plant Physiol.* 139: 267-274.
- Siegrist, J., Orober, M., Buchenauer, H. 2000. β -Aminobutyric acid-mediated enhancement of resistance in tobacco to tobacco mosaic virus depends on the accumulation of salicylic acid. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 56: 95-106.
- Szalontai B., Stranczinger S., Palfalvi G., Mauch-Mani B., Jakab G. 2012. The taxon specific paralogs of grapevine PRLIP genes are highly induced upon powdery mildew infection. *Journal of Plant Physiol.* 169 (17): 1767-1775.
- Ton, J., Mauch-Mani, B. 2004. β -amino-butyric acid-induced resistance against necrotrophic pathogens is based on ABA-dependent priming for callose. *Plant J.* 38: 119-130.
- Zimmerli, L., Jakab, G., Métraux, J.-P., Mauch-Mani, B. 2000. Potentiation of pathogen-specific defense mechanisms in *Arabidopsis* by β -aminobutyric acid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 97, 12920-12925.
- Zimmerli L., Métraux J.P, Mauch-Mani, B. 2001. β -aminobutyric acid-induced protection of *Arabidopsis* against the necrotrophic fungus *Botrytis cinerea*. *Plant Physiol.* 126: 517-523.

Magyarországon előforduló szőlővírusok 2013. évi vizsgálata

Apró Melinda^{1}, Cseh Eszter², Gáborjányi Richard¹, Csáky Júlia¹ és Takács András Péter¹*

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

²Pannon Egyetem Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

*e-mail: apromelinda24@gmail.com

Összefoglalás

A szőlőt fertőző vírusok a fertőzöttség mértékétől függően, évről évre nagyobb fokú leromlást idézhetnek elő a szőlőültetvényekben. Munkánk során célul tűztük ki a 2013. évben előforduló szőlővírusok vizsgálatát Magyarország különböző borvidékein. Vizsgálataink során 16 borvidék 18 településéről gyűjtöttünk mintákat különböző időszakokban. A vizsgálatok DAS-ELISA módszer alkalmazásával történtek. A *Nepovirus* nemzetségbe tartozó vírusok közül a GFLV, az ArMV, a GCMV és a TBRV, a *Maculavirus* nemzetségbe tartozó GFKV, az *Alfavirus* nemzetségbe tartozó AMV, a *Closterovirus* nemzetségbe tartozó GLRaV-2, az *Ampelovirus* nemzetségbe tartozó GLRaV-1 és GLRaV-3, a *Vitivirus* nemzetségbe tartozó GVA, GLRaV-6, és GLRaV-7 jelenlétét kerestük. Az általunk vizsgált 144 mintából 35 minta esetében bizonyítottuk a vírusfertőzést. A kapott eredményeket összevetettük az általunk korábban vizsgált évek eredményeivel, és arra a következtetésre jutottunk, hogy a szőlőültetvényekben a GLRaV-1 fertőzése dominált.

Kulcsszavak: szőlő, növényvírusok, DAS-ELISA, GLRaV-1

Abstract

Virus diseases can cause serious destruction in plant's health and quality of the yield. Symptoms are not always serious or obvious, but they caused even a small decrease in yield, which will added in time, later causing significant economic losses. The aim of our work was the identification of grapevine viruses in Hungary and comparing these results with the results of the previous years. Grapevine leaf samples showing disease symptoms were collected from different

18 vineyards of the 16 wine region of Hungary in 2013. Each grapevine plant with virus symptoms was selected and marked twice during the vegetation period: during the flowering and then in the middle of September. The presence of the viruses were analysed by DAS ELISA method, tested for *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), *Arabis mosaic virus* (ArMV), *Grapevine chrome mosaic virus* (GCMV), *Tomato black ring virus* (TBRV), *Grapevine fleck virus* (GFKV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Grapevine leafroll-associated virus 2* (GLRaV-2), *Grapevine leafroll-associated virus 1* (GLRaV-1), *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV-3), *Grapevine virus A* (GVA), *Grapevine leafroll-associated virus 6* (GLRaV-6) and *Grapevine leafroll-associated virus 7* (GLRaV-7).

Among the 144 samples, 35 showed positive results according to the serological tests. Twenty-one of them proved to be infected by GLRaV-1. GLRaV-1 infection was a dominant also in previous years. Leafroll disease is one of the important virus diseases of grapevines worldwide.

Keywords: grapevine, plantviruses, DAS-ELISA, GLRaV-1

Bevezetés

A szőlőnek több mint 70 viroid, vírus, fitoplazma és baktérium kórokozója van, ebből 58 a vírusos eredetű (Martelli és Boudon Padieu, 2006). Ezek elterjedése a környezeti adottságoknak függvénye (Lehocky és Reinhart, 1968). A vírusbetegségek gazdasági következménye a fokozott tőkeleromlás és elhalás, a termés hozamok csökkenése és a minőség romlása, a tőkék produktív időszakának megrövidülése, az oltványkészítés eredményességének csökkenése, a szaporítóanyag gyökeresedő képességének romlása, a beteg tőkék környezeti tényezőkkel szembeni ellenálló képességének csökkenése (Lehoczky, 1965). A szőlővírusok többsége vegetatív úton való szaporítással, a fertőzött szaporítóanyaggal terjed. Terjesztésükben részt vesznek a fonálféreg, a levél- és pajzstetvek (Bényei és mtsai, 1999). Hazánkban ez idáig a szőlőről 15 vírusbetegséget írtak le (Lázár, 1996).

Munkánk célja 2013. évben Magyarország különböző borvidékein előforduló szőlővírusok azonosítása volt, továbbá az ezek összehasonlítása a korábbi évek eredményeivel.

Anyag és módszerek

Vizsgálataink során Magyarország különböző területű, korú és fajta összetételű borvidégeiről gyűjtöttünk levélmintákat 2013. tavaszán és őszén. Mintáink 16 borvidékről származtak: Neszmélyi borvidék (Tata), Pannonhalmi borvidék (Pannonhalma), Móri borvidék (Mór), Hajós-Bajai borvidék (Érsekhalma, Borota), Kunsági borvidék (Kiskunhalas), Csongrádi borvidék (Pusztamérges), Balaton-felvidéki borvidék (Sümeg, Szentbékállá), Pécsi borvidék (Szigetvár), Balatonboglári borvidék (Ordacsehi), Nagy-Somlói borvidék (Sághegy), Balatonfüred-Csopaki borvidék (Aszfő), Badacsonyi borvidék (Csobánc), Mátrai borvidék (Gyöngyös), Egri borvidék (Eger), Tokaji borvidék (Tokaj), Bükki borvidék (Miskolc).

A vizsgálatokhoz a levélminták nagy részét a már ismert vírusok által okozott tünetek hasonlósága alapján gyűjtöttük. Az általunk tapasztalt tüneteket feljegyeztük és a mintákat a szerológiai tesztekig hűtve tároltuk. A DAS-ELISA vizsgálatok a LOEWE *Biochemica*, *Agritest* és *Bioreba* cég reagenseinek felhasználásával történtek. A *Nepovirus* nemzetségbe tartozó vírusok közül a szőlő fertőző leromlás vírus (*Grapevine fanleaf virus*, GFLV), az arabisz mozaik vírus (*Arabid mosaic virus*, ArMV), a szőlő króm-mozaik vírus (*Grapevine chrome mosaic virus*, GCMV), a paradicsom fekete gyűrűsfoltosság vírus (*Tomato black ring virus*, TBRV), a *Maculavirus* nemzetségbe tartozó szőlő foltosodás vírus (*Grapevine fleck virus*, GFKV), az *Alfavirus* nemzetségbe tartozó lucerna mozaik vírus (*Alfalfa mosaic virus*, AMV), a *Closterovirus* nemzetségbe tartozó szőlő levélsodródás vírus-2 (*Grapevine leafroll-associated virus 2*, GLRaV-2), az *Ampelovirus* nemzetségbe tartozó szőlő levélsodródás vírus-1 (*Grapevine leafroll-associated virus 1*, GLRaV-1), és szőlő levélsodródás vírus-3 (*Grapevine leafroll-associated virus 3*, GLRaV-3), a *Vitivirus* nemzetségbe tartozó szőlő A vírus (*Grapevine virus A*, GVA), továbbá a szőlő levélsodródás vírus-6 (*Grapevine leafroll-associated virus 6*, GLRaV-6), és a szőlő levélsodródás vírus-7 (*Grapevine leafroll-associated virus 7*, GLRaV-7) jelenlétét kerestük.

A vizsgálat során *Labsystems Multiskan* EC ELISA fotométert használtunk. Negatívnak azokat a mintákat tekintettük, amelyek extinkciós értékei nem haladták meg a negatív kontrollnál mért extinkciós érték háromszorosát.

Eredmények

A mintavételezések során a leggyakrabban tapasztalt tünetek a különböző erősségű levél deformáció, mozaikfoltosság, klorózis, sárga mozaik, krómsárga mozaik, nekrotikus foltok, levélszíneződés (vörösödés, sárgulás) és barázdáltság komplexre utaló tünetek voltak.

A gyűjtött 140 mintából 35 minta esetében mutattuk ki a vizsgált vírusok valamelyikét, ebből hat esetben két-két vírus együttes jelenlétét tapasztaltuk.

Összesen 21 esetben GLRaV-1 fertőzést mutattunk ki. A GLRaV-3 jelenlétét 8 mintában találtuk meg. 5 mintában GVA fertőzést igazoltunk. ArMV és GCMV azonos arányban 3-3 minta esetében találtuk meg. A GFkV megjelenését 2 esetben, míg a GLRaV-6 jelenlétét 1 esetben igazoltuk. Ezek a vírusok komplex fertőzések formájában is megfigyelhetők voltak. Három mintában a GLRaV-1 és -3 fertőzését, míg két esetben GLRaV-1 találtunk ArMV-vel, ezen kívül 1-1 mintában GLRaV-3-GVA, GLRaV-1-GVA, GFkV-GCMV, GLRaV-1, GCMV komplex fertőzést lehetett azonosítani. A GFLV, TBRV, AMV, GLRaV-2 és GLRaV-7 fertőzését nem sikerült egy mintában sem kimutatnunk.

Borvidékekre kivetítve a 2013 évben a legtöbb fertőzött minta az Egri borvidékről származott, 9 esetben tudtunk vírusfertőzést kimutatni, melyek megoszlása: GLRaV-1 (4 db), GLRaV-3 (3 db), GFkV (1 db), GCMV (1 db), ebből komplex formában GLRaV-3 - GLRaV-1 (1db), GFkV - GCMV (1 db). A Kiskunsági borvidék 8 mintája volt pozitív, GLRaV-1 (5 db.), ArMV (3 db) volt kimutatható, ebből 2 esetben a GLRaV-1 és ArMV komplex formában fordult elő. Ezt követte a Tokaji- és Badacsonyi borvidék 6-6 mintával. A Tokaji borvidéken: GLRaV-1 (3 db), GVA (1 db.), GCMV (1 db.) volt kimutatható, ebből 1 esetben GLRaV-1 és GCMV komplex volt kimutatható. A Badacsonyi borvidék fertőzött mintáinak eloszlása: GLRaV-3 (3 db), GVA (2 db), GLRaV-1 (1 db). Ebből 1 esetben GVA és GLRaV-3, továbbá GLRaV-3 és GLRaV-1 fordult elő komplexen. A Mátrai borvidék 5, Pécsi borvidék 3, Miskolci borvidék 3, Balatonfüred-csopaki borvidék 2, Csongrádi-, Móri-, Balaton-felvidéki borvidék 1-1 mintája mutatott pozitív eredményt vírusfertőzésre. A Mátrai borvidék esetében 3 db. GLRaV-1-t, 2 db. GVA-t és GLRaV-6-ot sikerült kimutatnunk. Ebből 1 esetben GLRaV-1 és GVA komplex formában fordult elő. A Pécsi borvidék fertőzöttségének eloszlása: GLRaV-1 (2 db), GLRaV-3 (1 db), ebből 1 esetben GLRaV-1 és GLRaV-3 komplex fordult elő. A Miskolci borvidék mintáiban, 3 esetben GLRaV-1 fertőzést mutattunk ki. A Balatonfüred-csopaki borvidék esetében 1 GVA és 1 GLRaV-3-al fertőzött minta volt pozitív. A Csongrádi borvidék 1 mintájában volt GFkV kimutatható, a Móri borvidéken GCMV 1 esetben, a Balaton-felvidéki mintákban GFLV szintén 1 mintában tudtuk kimutatni. A Neszmélyi-, Nagy-Somlói-,

Balatonboglári-, Pannonhalmi-, Hajós-Bajai borvidék mintái vírusmentesnek bizonyultak a vizsgálatok során.

Megvitatás

2013-ban a vizsgálataink alapján a legtöbb esetben a GLRaV-1 fertőzése fordult elő önmagában és komplexen is a mintákban. 2008-ban a GLRaV-3 fertőzése volt a legtöbb mintában kimutatható, 2009-ben a GFkV, 2010-ben és 2012-ben szintén a GLRaV-1 fertőzése dominált a különböző településekről gyűjtött növényi anyagok mintáiban.

Ezekből az adatokból arra a megállapításra jutottunk, hogy Magyarországon az elmúlt években a GLRaV-1 fertőzése a legjelentősebb. A kórokozó oltással, fertőzött szaporítóanyaggal és közönséges teknős pajzstetvekkel, valamint egyéb, viaszos pajzstetű fajok, közvetítésével is terjedhet (Komínek és mtsai, 2005).

Ezért elengedhetetlenül fontos az ellenőrzött vírusmentes szaporítóanyagok használata a szőlőültetvények telepítésekor, a vírusvektorok ismerete, és legfőképpen a hazánkba kereskedelem útján bekerült vírusos szaporítóanyagok eredetének megismerése.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

Bényei F., Lőrincz A., Sz. Nagy L. 1999. Szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 409-410.

Komínek, P., Glasa, M., Bryxiová, M. 2005. Analysis of the molecular variability of Grapevine leafroll-associated virus 1 reveals the presence of two distinct virus groups and their mixed occurrence in grapevines. *Virus Genes* 31: (3) 247-255.

Lázár J. 1996. A szőlő vírusokkal kapcsolatos újabb hazai kutatások eredményei- Vírusbetegségek és mentes törzsültetvények létesítése. Doktori értekezés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem. Budapest.

Lehocky J., Reichart G. 1968. Szőlő növényvédelme. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 42.

Lehoczky, J. 1965. Research on virus diseases of grapevines in Hungary. Proc. Int. Conf. on Virus and Vector on Perennial Hosts, with special Reference to Vitis. Publ. Univ. Calif. Dept. Plant Path. Abstr. 311-318.

Martelli, G. P., Boudon-Padieu, E. (eds.) 2006. Directory of Infectious Diseases of Grapevines and Viroses and Virus-like Diseases of the Grapevine, CIHEAM Press, Bari 279 p.

**Multi-drog rezisztens Gram-negatív patogének elleni védekezés
lehetősége *Xenorhabdus* antimikrobiális peptidek felhasználásával:
in vitro kísérletek eredményei**

**Böszörményi Erzsébet^{1*}, Fodor András², Hogan, Joseph³, Olasz Ferenc⁴,
Noureldeen, Ahmed Hammad², Racskó József⁶, McMormick, Jeanett³,
Vozik Dávid⁵, Zsugovics Nóra¹, Barcs István¹ és Dubleczy Károly²**

¹Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Egészségtudományi Kar, Epidemiológiai Tanszék
1088 Budapest, Vas u. 17.

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

³Ohio State University, Department of Animal Sciences, Madison Ave., Wooster OH-44691 USA

⁴Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.

⁵Pannon Egyetem Vegyészmérnöki Kar, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

*e-mail: boszormenyie@se-etk.hu

Összefoglalás

Xenorhabdus baktériumok sejtmentes ferment-levében (CFCM) antimikrobiális peptidek (XAMP) találhatóak. Összehasonlítottuk 8 antibiotikum-profilban eltérő standard *Agrobacterium tumefaciens* (*A.t.*) laboratóriumi törzs XAMP-érzékenységét. Nem találtunk összefüggést a XAMP-rezisztencia és más antibiotikumokkal szembeni rezisztencia között. Eltérő antibiotikum-rezisztencia spektrumú *E. coli* (OF 1-7) és *Salmonella* (OF 8, 9, 11-13) törzsekkel végzett kísérleteink eredményei alapján ez általános érvényű. A XAMP- rezisztens laboratóriumi *A.t.* törzsek nem tudják a nopalint hasznosítani. Az érzékeny törzsek a *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) és a *X. szentirmaii*, (EMC) eredetű CFCM-ra egyaránt érzékenyek voltak. A XAM-peptidek nemcsak a növényorvoslás potenciális eszközeinek, hanem antibiotikum-rezisztens patogének ellen bevethető alternatív alkalmazási eszköznek is tekinthetők. Ezt a feltevést az enterális megbetegedést okozó humán patogénnel végzett kísérleteink is megerősítik.

Abstract

In the cell-free conditioned media (CFCM) of *Xenorhabdus* bacteria antimicrobial peptides (XAMP) could be found. The XAMP-sensitivities of 8 standard *Agrobacterium tumefaciens* laboratory strains of different antibiotics-resistant profile were compared. No interrelation between XAMP-resistance and other antibiotics-resistance have been found. Results of experiments on *E. coli* (OF 1-7) and *Salmonella* (OF 8, 9, 11-13) standard laboratory strains allow stating it as a general conclusion. The examined XAMP resistant *A.t.* lab strains could not utilize nopaline. The examined XAMP-sensitive *A.t.* proved equally sensitive to antibacterial effects of both *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) and *X. szentirmaii*, (EMC). We concluded that some XAM-peptides could be considered not only as potential plant medicines but also as potential tools in controlling antibiotics multi-resistant pathogens. This hypothesis was justified by results on some gastro-intestinal human pathogens.

Bevezetés

A *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) és *X. szentirmaii* (EMC) entomopatogén nematoda szimbionta baktérium-fajok (Lengyel et al., 2005); széles-spektrumú antimikrobiális aktivitású peptidokat (továbbiakban: XAMP) termelnek (Furgani et al., 2008, Böszörményi et al. 2009, Xiao et al. 2012). Az antibakteriális peptidok koevolúciós termékek (Fodor et al., 2011). Potenciális lehetőséget kínálnak az egyre több antibiotikumra rezisztens növény,- állat és humánpatogének ellen. Ezzel kapcsolatos - részben keszthelyi - munkáinkról korábban beszámoltunk Fodor et al., 2007; Fodor et al., 2010, 2012). Erős baktericidhatást találtunk. E cikkben arra keressük a választ, hogy milyen eséllyel vethetők be ezek az anyagok antibiotikum- rezisztens patogénekkal szemben. Korábban azt találtuk, hogy a vad típusú és antibiotikum rezisztens *E. amylovora* törzsek egyformán érzékenyek EMA és EMC XAMP-ekre (Böszörményi et al., 2009). Hatásosnak találtuk őket a poli-rezisztens *S. aureus* MRSA törzsrre (Fodor and McGwire, előkészületben).

Anyag és módszerek

Teszt-baktériumok:

***Agrobacterium tumefaciens* törzsek:** Vizsgálataikat 1 virulens (OF 1838) és 7 laboratóriumi (OF 1836, OF 1837, OF 1839, OF 1840, OF 1841, OF 1842, OF 1843) törzsszel végeztük.

Coliform baktérium törzsek: Többféle antibiotikummal szemben rezisztens *Escherichia coli* és 3 fajt reprezentáló 6 - *Salmonella* törzs szerepelt. Antibiotikum-rezisztenciaprofiljuk különbözött. (2. táblázat). **Humánpatogén baktérium törzsek az OKI törzs-gyűjteményéből:** *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, 2 *Salmonella* derbi izolátum (3. táblázat). Humán patogénekkal a Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Karán végeztünk kísérleteket. Agardiffúziós módszert (Bonev et al., 2008) kvalitatív összehasonlításokra használtunk. A kvantitatív összehasonlításokra - mivel nem tisztított molekulákkal, hanem biológiailag aktív ferment- levekkel dolgoztunk - MIC helyett a korábbi gyakorlatnak megfelelően (Furgani et al., 2008) a MID (maximális gátlást okozó legkisebb hígítás) értékeket használtuk.. A MID meghatározása 24-üregű tenyésző-edényekben történt, 2ml végtérfogóban, 3 párhuzamossal, 6 hígításban megfelelő kontrollok mellett. Az LB folyadék-kultúrákat kiegészítettünk azokkal az antibiotikumokkal, amelyekkel szemben a vizsgált törzs rezisztens volt. A CFCM literes tételekben, 5 napig szobahőmérsékleten rázatott LB- kultúrák centrifugálásával (13,000 g) s az ezt követő steril szűréssel történt. Rövidítések: Az antibiotikum rövidítések a szakirodalmi konvenciónak megfelelőek; MID érték* = a CFCM legnagyobb hígítása, mely teljesen gátolja a tesztorganizmus növekedését.

Eredmények

Eredményeinket a 1-3. táblázatok foglalják össze. Valamennyi laboratóriumi teszt-törzs Dr. Olasz gyűjteményéből, a 3. táblázat klinikai izolátumai pedig az Országos Közegészségügyi Intézet törzsgyűjteményéből származnak.

Multi-drog rezisztens Gram-negatív patogének elleni védekezés lehetősége *Xenorhabdus* antimikrobiális peptidok felhasználásával: in vitro kísérletek eredményei

1. táblázat. *Agrobacterium tumefaciens* törzsek XAMP érzékenysége

OF TÖRZSEK		MID érték*		TÖRZSEK LEIRÁSA	Referencia
		EMA	EMC		
OF 1836	C58C1	20	40	Ti plazmid kúrált, nopaline NilR	Dudás B.
OF 1837	LBA4404	20	40	plazmid pal4404 octopine SmRSpRrifR	Dudás B.
OF 1838	A281	>50	>50	virulens törzs	Dudás B.
OF 1839	AGL1	20	40	plazmid pTiBo542, deltaTDNA NilR succinamopine NilRrifR	Dudás B.
OF 1840	GV3101	>50	>50	plazmid kúrált, nopaline rifR	Dudás B.
OF 1841	C58C1	>50	>50	Ti plazmid kúrált, nopaline NilR	Silhavy D.
OF 1842	C58C1	>50	>50	Ti plazmid kúrált, nopaline NilR.	Tisza V.
OF 1843	GV3101	>50	>50	Ti plazmid kúrált, nopaline rifR	Kiss Gy.

2. táblázat. *Coliform* törzsek XAMP (EMA) érzékenysége

TÖRZS OF	FAJ	MID	Rezisztencia Markerek	TÖRZSEK LEIRÁSA	Referencia
801	<i>Escherichia coli</i>	< 20	KmR, CmR, SmR, TcR	Vad izolátum sertésből K88 antigént tartalmazó plazmidot hordoz	Olasz F. szem. közlés
785	<i>E. coli</i>	< 20	TcR	Ec2173 Vad izolátum sertésből, hly+, sta, stb, plazmidok: pTC, pF18ac,	Nagy et al. 1997
1611	<i>E. coli</i>	< 20	KmR, ApR, SmR,	K12 szerotípus plazmid pIP40a	B. Doublet személyes közlés
1609	<i>E. coli</i>	< 20	KmR, ApR,	K12 szerotípus plazmid pR16a	
1499	<i>E. coli</i>	< 20	KmR, GmR, CmR, FloR, SmR, TcR.	Vad humán izolátum plazmid TcA1	F. De la Cruz személyes közlés
280	<i>E. coli</i>	< 20	CmR, KmR, SulR, SmR, ApR, RifR, EritrR,	Vad humán izolátum plazmid A3R,	A. Cloeackert személyes közlés
156	<i>E. coli</i>	< 20	CmR, KmR, GmR, SulR, SmR, ApR TcR, NalR	TG90nalR törzsben integrálódott SG11 genomi sziget plazmid: R55	Olasz Ferenc személyes közlés

159	<i>Salmonella typhimurium</i>	< 20	CmR, ApR TcR, SmR, RifR	Vad izolátum SGI1 genomi sziget	Olasz Ferenc személyes közlés
208	<i>Salmonella typhimurium</i>	< 20	CmR, NaIR, ApR SmR, TcR, RifR	Vad izolátum SGI1 genomi sziget	Olasz Ferenc személyes közlés
741	<i>Salmonella enteritidis</i>	< 20	ApR	Vad izolátum plazmid pFOL1111	Olasz Ferenc személyes közlés
1748	<i>Salmonella infantis</i>	< 20	RifR, SpR EryR, SuR, sulfam/Sm	Vad izolátum	Olasz Ferenc személyes közlés
1844	<i>Salmonella typhimurium</i>	< 20	TcR, RifR).	LT2 szerotípus , recA1, srl-202::Tn10 TcR rifR	Olasz Ferenc személyes közlés
BE 4	<i>Salmonella typhimurium</i>	< 20	CmR,ApR, MupR, ClrR, ImpR humán	humán törzs	OKI törzsgyűjtemény

3. táblázat. Klinikai humán-patogén baktérium- törzsek XAMP (EMA) érzékenysége

OKI TÖRZSEK	MID	Rezisztencia markerek	EREDET
<i>Vibrio cholerae</i>	< 20	PR, CSR, IMPR, SR, OLER, KR, CBR, ER, GEFR,	OKI törzsgyűjtemény,
<i>Yersinia enterocolitica</i>	< 10	PR, GEFR, QDR, IMPR,SR, FTR, ER, OLER, ETPR, CBR	OKI törzsgyűjtemény
<i>Salmonella derbi-1</i>	< 40	PR, GEFR, CSR, QDR, IMPR, TGCR, SR, FRR, OLER	OKI törzsgyűjtemény
<i>Salmonella derbi-2</i>	< 40	PR, GEFR, CSR, QDR, IMPR, TGCR, FRR, OLER	OKI törzsgyűjtemény
<i>Shigella flexneri</i>	< 10	PR, CSR, QDR, SR, FTR, ER, OLER	OKI törzsgyűjtemény
<i>Shigella dysenteriae</i>	< 10	CXTR, CSR, QDR, IMPR, CFMR, SR	OKI törzsgyűjtemény

* antibiotikum korongok rövidítése a gyártó által megjelöltek szerint

Megvitatás

Az 1. táblázat tanulsága: a virulens (OF1838) és a nopalín nem hasznosító *Agrobacterium*-törzsek rezisztensek mindkét vizsgált XAMP-re. AMP-rezisztens *A.t.* törzsek léte lehetőséget kínál transzgenikus növények előállítására. Az a tény, hogy valamennyi multi-rezisztens *E. coli* és *Salmonella* törzs érzékeny az EMA XAMP-ra, azt bizonyítja, hogy ez az anyag potenciális eszköz lehet többszörösen antibiotikum-rezisztens növényi, sőt: állat és humán-patogén baktériumok ellen. A 3. táblázat adatai igazolják, hogy EMA hatékony multirezisztens enterális

patogének (*Vibrio Shigella*, és *Yersinia*) ellen, amelyekkel szemben antibiotikumokkal védekezünk.

Köszönetnyilvánítás

Az itt ismertetett eredmények az ERFA keretében működő Ausztria-Magyarország Határon Átnyúló Együttműködési Program 2007-2013 által támogatott CEPO (ATMOS LO'2) – Baromfi Kiválósági Központ projekt keretében születtek. A humánpatogén baktériumokkal való munka lehetőségét Dr. Barcs Istvánnak köszönjük meg (Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Epidemiológia Tanszék).

Hivatkozások

- Bonev, B., Hooper, J., Parisat, J. 2008. Principles of assessing bacterial susceptibility to antibiotics using the agar diffusion method. *J Antimicrobial Chemotherapy* 61 (6): 1295-1301.
- Böszörményi E, Ersek T, Fodor A, Fodor AM, Földes LS, Hevesi M, Hogan JS, Katona Z, Klein MG, Kormány A, Pekár S, Szentirmai A, Sztaricskai F, Taylor RA. 2009. Isolation and activity of *Xenorhabdus* antimicrobial compounds against the plant pathogens *Erwinia amylovora* and *Phytophthora nicotianae*. *J Appl Microbiol.* 107 (3): 746-759.
- Fodor, A., Böszörményi, E., Keresztes, B., Marczali, Zs., Kormos, É. 2011. Co-evolutionary aspects of soil-born entomopathogenic nematode – bacterium symbioses. 10th Alps-Adria Scientific Workshop, Opatija, Croatia March 14th-19th, 2011. (CD-ROM).
- Fodor, A., Fodor, A.M., Forst, S., Hogan, J., Hevesi, M., Klein, M.G., Stackebrandt, E., Szentirmai, A., Sztaricskai, F: 2007. New aspects of *Xenorhabdus* research, *FEBS J.*274, 1946 - 1956. Epub 2007 Mar 12.
- Fodor, A., Fodor, A. M., Forst, S., Hogan, J. S., Klein, M. G., late Sáringner, Gy., Lehoczky, É. 2010. Comparative analysis of antibacterial activities of *Xenorhabdus* species on related and non-related bacteria in vivo. *Journal of Microbiology and Antimicrobials* 2 (3): 30-35.
- Fodor, A., Hevesi, M., Mathe-Fodor, A. Racskó J., Hogan, J. 2012. Novel anti-microbial peptides of *Xenorhabdus* origin against multidrug resistant plant pathogens, pp. 148-196., In: *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology – A Search for Antimicrobial Agents*,
- Furgani G, Böszörményi E, Fodor A, Máthé-Fodor A, Forst S, Hogan JS, Katona Z, Klein MG, Stackebrandt E, Szentirmai A, Sztaricskai F, Wolf SL 2008. *Xenorhabdus* antibiotics: a

comparative analysis and potential utility for controlling mastitis caused by bacteria. *J Appl Microbiol.* 104: 745-758.

Lengyel K, Lang E, Fodor A, Szállás E, Schumann P, Stackebrandt E. 2005 Description of four novel species of *Xenorhabdus*, family Enterobacteriaceae: *Xenorhabdus budapestensis* sp. nov., *Xenorhabdus ehlersii* sp. nov., *Xenorhabdus innexi* sp. nov., and *Xenorhabdus szentirmaii* sp. nov. *Syst Appl Microbiol.* 28: 115-122. Erratum in: *Syst Appl Microbiol.* 2007 Jan; 30 (1): 83

Nagy, B., Moon, H.W., Isaacson, R.E. 1977. Colonization of porcine intestine by enterotoxigenic *Escherichia coli*: selection of piliated forms *in vivo*, adhesion of piliated forms to epithelial cells *in vitro*, and incidence of a pilus antigen among porcine enteropathogenic *E. coli*. *Infect. Immun.* 16: 344-351

Xiao Y, Meng F, Qiu D, Yang X.. 2012. Two novel antimicrobial peptides purified from the symbiotic bacteria *Xenorhabdus budapestensis* NMC-10. *Peptides.* 2012 Jun; 35 (2): 253-60. doi: 10.1016/j.peptides.2012.03.027. Epub 2012 Apr 3

A *Ralstonia solanacearum* elleni védelem lehetőségei és a *Xenorhabdus* baktériumok antimikrobiális produktumai

**Vozik Dávid^{1*}, Bélafiné Bakó Katalin¹, Hevesi Mária²,
Fodor András³ és Polgár Zsolt³**

¹Pannon Egyetem Mérnöki Kar, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

²Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

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

*e-mail: vozikd@gmail.com

Összefoglalás

A *Ralstonia solanacearum* a baktériumos hervadás kórokozója, amelyet a növénygyógyászat a legfontosabb bakteriális betegségek között tart számon. A *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) és a *X. szentirmaii* (EMC) entomopatogén nematoda-szimbionta baktérium fajok antibakteriális hatású anyagainak a *Ralstonia* elleni védekezésben való lehetőségeit vizsgáltuk. Reprodukálható módszereket dolgoztunk ki a (1) *Ralstonia* fertőzéses növénykísérletek inokulum méretének optimalizálására; (2.) sejtmentes EMA fermentlé (CFCM) készítmények fitotoxikus koncentrációjának és (3) az EMA CFCM preparátumok legkisebb *Ralstonia* – gátló koncentrációjának meghatározására. Eredményeink alapján az EMA CFCM antibakteriális hatású anyagait a *Ralstonia*-kontrol potenciális eszközeinek tekintjük.

Kulcsszavak: *X. budapestensis*, *R. solanacearum*, antimikrobiális aktivitás, antibiotikum rezisztencia, fitotoxicitás

Abstract

Ralstonia solanacearum is a pathogen causes bacterial wilt, which has been considered as one of the most significant epidemic disease in plant medicine. The potential of using antibacterial substances from entomopathogenic nematode-symbiotic bacterium strains *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) and *X. szentirmaii* (EMC) in *Ralstonia* control has been studied. We have elaborated reproducible methodology to quantitate (1) optimum inoculum size needed for

successful *Ralstonia* infection in plant experiments; (2) the minimum phytotoxic concentration and (3) the minimal *Ralstonia* inhibiting concentration of EMA cell free conditioned medium (CFCM) *in vitro*. At the light of the results we consider the antibacterial component(s) of EMA CFCM potential tool(s) of *Ralstonia* control.

Keywords: *X. budapestensis*, *R. solanacearum*, antimicrobial activity, antibiotic resistance, phytotoxicity

Bevezetés

A *Ralstonia solanacearum* a burgonya barnarothadásának, valamint a burgonya és a paradicsom baktériumos hervadásának kórokozója, amelyet a legfontosabb bakteriális betegségek között tartanak számon világszerte. Több mezőgazdasági haszonnövény - burgonya, paradicsom, paprika és banán - is szerepel célszervezetei között (Hayward, 1991). Fertőzés során a baktérium a növény edénnyaláb-rendszerébe jut. A sejtsűrűség növekszik, virulencia gének expresszálódnak, sejtburjánzás jön létre, ezt követi exopoliszacharidok és pektinbontó enzimek kiválasztása, s a gazdanövény pusztulása (Clough és mtsai., 1997; Saile és mtsai., 1997). A *Ralstonia solanacearum* Európa-szerte a karantén-kórokozók listáján szerepel. A patogén kórokozók támadása elleni védekezés egyik elvi lehetősége antibiotikumok alkalmazása. Ennek környezetvédelmi és rezisztencia-problémák szabnak határt. Ezért a biológiai védekezés lehetőségei kerültek előtérbe (Fravel, 1988; Weller, 1988; Sakhivel és Gnanamanicham, 1987; Xu és Gross, 1986). Entomopatogén baktériumok (EPB) által termelt antimikrobiális hatású anyagok *in vitro* vizsgálatokban aktívnak bizonyultak számos Gram-pozitív és Gram-negatív növénypatogén baktériummal szemben (Furgani és mtsai., 2008). Célunk reprodukálható módszerek kifejlesztése *Xenorhabdus* antibakteriális hatású anyagainak alkalmazására *Ralstonia* ellen.

Anyag és módszerek

Kísérleteinkben a *Xenorhabdus budapestensis* DSM-16342^T (EMA) és *X. szentirmaii* DSM-16338^T (EMC) anyagcseretermékeinek antimikrobiális aktivitását vizsgáltuk *Ralstonia solanacearum* R1240 növénypatogén tesztbaktérium ellen. A burgonyával végzett növénykísérletekben a „Balatoni rózsza” fajtát használtuk (Pannon Egyetem, Agrártudományi Centrum, Burgonyakutatási Központ). Növénykísérleteinket a SZIE Kertészettudományi Kar

Gyümölcs Tanszékének Dr. Hevesi Mária által vezetett karantén-laboratóriumában végeztük, amely a szükséges engedélyekkel rendelkezik.

Meghatároztuk a tesztbaktérium rezisztencia-profilját 9 különböző antibiotikummal (gentamicin, kanamycin, sztreptomycin, ampicillin, karpenicillin, tetraciklin, klóramfenikol, nalidixinsav, rifampicin) szemben, LB táplevesben, mikrotitrátor lemezen. Az alkalmazott antibiotikum-koncentrációkat a szakirodalomban található MIC értékeknek megfelelően állítottuk be (CLSI, Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; M100-S17).

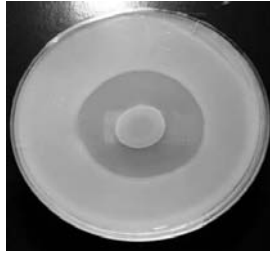
Xenorhabdus törzsek antibiotikum-termelésének vizsgálatára felülrétegzés (Furgani és mtsai., 2008) és agardiffúziós tesztet alkalmaztunk. Utóbbi esetben a sejmentes kondicionált fermentlevek (CFCM) antibakteriális aktivitását vizsgáltuk. Ennek részleteiről előadásunkban számolunk be. A fermentlevek nemzetközileg elfogadott standardizálása biológiai (agardiffúziós) értékméréssel történik, standard *E. coli* törzsön, 4 mm vastag Muller-Hinton agar-lemezen, 1 cm lyuk-átmérővel. 1 TIU (Ideiglenes Nemzetközi Egység az aktivitása a vizsgált CFCM-nak, amelyik 1 cm átmérőjű inaktivációs zónát indukál).

A burgonya kísérletekben 6 hetes, steril befőttesüvegekben agar táptalajon gyökereztetett növényeket vizsgáltunk. Fertőzési kísérletben *Ralstonia solanacearum* R1240 NB folyadék-kultúrájának különböző hígításait készítettük el autoklávozott csapvízzel, 2-2 párhuzamossal kémcsövekben. Mértük az oldatok optikai sűrűségét. Ezután csövenként 2-3 növényt helyeztünk az oldatokba, és vizuálisan nyomon követtük állapotuk változását 18 napon keresztül. Az EMA sejmentes kondicionált fermentlé fitotoxicitását hasonló módon tanulmányoztuk. Hígítási sort készítettünk autoklávozott csapvízzel, majd az oldatokba merített növények állapotát megfelelő időközönként értékeltük.

Az antimikrobiális hatású anyagot tartalmazó EMA CFCM baktericid aktivitására vonatkozó mérést a következőképpen végeztünk: burgonya-kísérletben hatékony sejtszámú *Ralstonia solanacearum*-ot eltérő hígítású EMA fermentlével hígítottuk, majd 28 °C-on, 110 rpm fordulaton rázattuk az elegyeket. Összemérést követően 2, 4, 6, 8 és 24 óra elteltével mintát vettünk az oldatokból, LBA lemezen történő szélesztéssel és sejtszámlálással meghatároztuk a minták sejtszámát.

Eredmények

A *Ralstonia solanacearum* R1240 törzs rezisztensnek bizonyult ampicillin, karbenicillin, klóramfenikol és nalidixinsav antibiotikumokkal szemben. A *X. budapestensis* és *X. szentirmaii* gátolja a *R. solanacearum* növekedését (1. ábra).



1. ábra. Felülrétegzéses teszt – *X. budapestensis* antimikrobiális hatása *R. solanacearum* tesztbaktériummal szemben

A burgonya fertőzési kísérlet eredményeként azt tapasztaltuk, hogy az általunk beállított körülmények között $6 \cdot 10^7$ CFU/ml az a *Ralstonia solanacearum* baktérium sejtszám, amely infekciót okoz a vizsgált növényeken. Az EMA CFCM 40 V/V%-os oldatába merítve a növényeket 6 nap után nem tapasztalható változás, 18 nap után azonban a 10 V/V%-os hígítás is károsodást okozott a növényeken. *X. budapestensis* sejtmentes fermentlevének baktericid-hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy $1,2 \cdot 10^8$ CFU/ml *R. solanacearum* kiindulási baktérium sejtszám esetén 10 V/V%-os EMA CFCM kezelés már 2 óra után $2,5 \cdot 10^5$ CFU/ml-re csökkentette a növénypatogén kórokozó koncentrációját, 24 óra elteltével pedig teljes baktericidhatást sikerült elérni.

Megvitatás

Reprodukálható módszert dolgoztunk ki steril körülmények között végezhető *Ralstonia solanacearum* / növény kísérletekre. (Kémcsővenként 3 növény, 8 ml folyadék, steril kémcső, steril vatta, 18 napig). Meghatároztuk azt a baktérium-sejtszám-(dózis)-határt, amelyen belül az ismertetett körülmények között biztonsággal fertőzhetőek a növények és értékelhetőek az eredmények 6-18 nap között. Tapasztalataink szerint 10 V/V%-os baktérium-szuszpenzió koncentráció az alsó határ, amikor 28 °C-on O/N NB folyadékban növesztett *Ralstonia solanacearum* R1240 (Dr. Hevesi Mária) törzssel dolgoztunk. Meghatároztuk a *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) sejtmentes kultúrájának (CFCM) fitotoxikus koncentrációját is. A 40 V/V% alatti hígítás 6 napig nem károsította a növényeket, 18 nap után azonban - a 10 V/V% alsó tesztelt határértékkel kezelt kivételével - elpusztultak a növények. E késeltetett fitotoxikus hatás feltehetőleg az antibakteriális peptid felhalmozódásával és lassú lebomlásával magyarázható. A *Xenorhabdus budapestensis* (EMA) erős citotoxikus hatást fejt ki a *Ralstonia*

solanacearum R1240-es törzsének sejtjeire, ami már 2 órás kezelés során is kvantitatíve kimutatható, 8 órás kezelés esetén csaknem teljes, 24 órás kezelés után pedig teljes, 10 V/V% és annál nagyobb dózisok esetén.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a Pannon Egyetem Burgonyakutató Intézete dolgozóinak a kísérleti anyag, Dublecz Károly dékán úrnak (PE Georgikon Kar) és Takács András igazgató úrnak (PE Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet) a kísérletek anyagi és egyéb feltételeinek biztosításáért, Dr. Gáborjányi Richárd professzor úrnak a rendkívül hasznos bírálatáért jár őszinte köszönet.

Hivatkozások

- Clough, S., Flavier, A., Schell, M., Denny, T. 1997. Differential expression of virulence genes and motility in *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* during exponential growth. *Appl Environ Microbiol* 63:844–50.
- Hayward, H. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu Rev Phytopathol* 29:65–87.
- Fravel, D. R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annu Rev Phytopathol* 26:75–91.
- 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
- Saile, E., McGarvey, J., Schell, M., Denny, T. 1997. Role of extracellular polysaccharide and endoglucanase in root invasion and colonization of tomato plants by *Ralstonia solanacearum*. *Phytopathology* 87:1264–71.
- Sakthivel, N., Gnanamanicham, S. S. 1987. Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* for suppression of sheath rot disease and for enhancement of grain yields in rice (*Oryza sativa* L.). *Appl Environ Microbiol* 53:2056–9.
- Weller, D. 1988. M. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu Rev Phytopathol* 26:379–407.
- Xu, G. W., Gross, D. C. 1986. Selection of fluorescent pseudomonads antagonistic to *Erwinia carotovora* and suppressive of potato seed piece decay. *Phytopathology* 76:414–22.

**Emich Gusztáv (1843–1911),
az első hazai lepkéskönyv és az első gazdasági rovartani szakkönyv
szerzője**

Vig Károly

Savaria Megyei Hatókörű Városi Múzeum, 9700 Szombathely, Kisfaludy S. u. 9.

e-mail: nathist@savariamuseum.hu

Összefoglalás

Emich Gusztáv (1843–1911) a 19. század második felének kiemelkedő személyisége volt, aki korának pezsgő légkörében számos tudományterületen (rovartan, kertészet, könyvészet) alkotott maradandót. Politikai szerepvállalása mellett nyomdatörténeti, kiadói tevékenysége is kiemelkedő.

Felsőfokú tanulmányait 1856 és 1858 között a fiumei haditengerészeti akadémián kezdte, majd 1859-től a lipcsei egyetemen filozófiát és jogot tanult. Hosszabb tanulmányúton vett részt Németországban, Franciaországban, Olaszországban és Angliában; Kemény Zsigmond író társaságában beutazta Görögországot, Törökországot és Szíriát.

Hazatérése után 1865-től 1867-ig apja nyomdászati és kiadó vállalkozását vezette, majd 1867-től a kiadó vállalkozás vezetőjeként és üzlettársaként dolgozott. A vállalat 1868-ban az Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvénytársasággá alakult. Emich Gusztáv a részvénytársaság vezérigazgatója, majd elnöke lett.

A rovartan terén kifejtett munkásságának csúcsa az 1868-ban megjelent *A kis lepkegyűjtő* című könyvecskéje, amely az első magyar nyelvű lepkéskönyvünk. Jablonowski József kiegészítéseivel 1899-ben jelent meg *A mező- és kertgazdaságra káros rovarok. A gazdasági rovartan kézikönyve* című munkája, amely az első gazdasági rovartani munka hazánkban.



1. ábra. Emich Gusztáv (1843–1911) arcképe

A tudományra nézve két új lepkefajt írt le a Kaukázusból. Lepkegyűjteménye a British Museum-ba került, ahol a The Natural History Museum General Collection egységében található. Kortársai lepkefajokat és muskátli fajtákat neveztek el tiszteletére.

Kulcsszavak: Emich Gusztáv, gazdasági rovaran, lepidopterológia, könyvészet, kertészet, *A kis lepkegyűjtő*, *A mező- és kertgazdaságra káros rovarok*. *A gazdasági rovaran kézikönyve*

Abstract

Gusztáv Emich (1843–1911) was a remarkable figure on the lively scientific scene in the latter half of the 19th century, who did work of lasting value in a number of fields (entomology, horticulture, bibliography). Apart from playing a political part, he also made significant contributions in press history and book publishing. He began his higher education at the naval academy of Fiume (Rijeka) in 1856–58, and moved on to study philosophy and law at the University of Leipzig. In addition he made extensive study trips to Germany, France, Italy and Britain, as well as joining the writer Zsigmond Kemény on tours of Greece, Turkey and Syria. From his return to Hungary in 1865 up to 1867, he was the manager and a partner in his father's printing and publishing firm, which in 1868 became the Athenaeum Literary and Printing Joint Stock Company, of which Emich was managing director and then chairman.

His work in entomology reached its apogee in 1868, with the publication of a booklet entitled *The Little Butterfly Collector*, the first on the subject in Hungarian. In 1899 there appeared his work *The Insects Harmful to Agriculture and Horticulture – Manual of Economic Entomology* was with additions by József Jablonowski. His book is likewise a pioneering work in Hungary. His contribution to science included describing two new butterfly species from the Caucasus. His butterfly collection ended up in the British Museum, where it is now preserved within the General Collection of The National History Museum in South Kensington. His contemporaries honoured him by naming species of butterflies and varieties of pelargonium after him.

Keywords: Gusztáv Emich, economic entomology, lepidopterology, bibliography, horticulture, *The Little Butterfly Collector*, *The Insects Harmful to Agriculture and Horticulture – Manual of Economic Entomology*

Emich Gusztáv életútja

Emich Gusztáv (1. ábra), aki 1868-tól az emőkei előnevet és a nemességet is büszkén viselhetette, 1843. március 5-én született Pesten. Az elemi és gimnáziumi tanulmányait Pesten végezte, majd 1856 és 1858 között a fumei Császári és Királyi Haditengerészeti Akadémia növendéke lett. Apja megbetegedése után, annak kívánságára búcsút intett a tengerészetnek, és magántanulóként folytatta tanulmányait. Nyári szabadidejének jelentős részét szülei svábhegyi (ma Széchenyi-hegy) nyaralójában töltötte, és a közelben lakó, atyjával baráti kapcsolatot ápoló Frivaldszky Imre biztatására már ifjúként lepkéket kezdett gyűjteni. Nagynevű mentora társaságában járta be keresztül-kasul a budai hegyeket.

Könyvkiadó és nyomdász édesapja cégében kitanulta a szedés, majd a nyomdászat csinját-bínját. 1860 őszétől a lipcei egyetemen, mint rendkívüli hallgató jogot, filozófiát, sőt, állat- és növényteni előadásokat hallgatott, bár útjának igazi célja a legújabb nyomdászattechnikai ismeretek elsajátítása volt. Később Németországban, Angliában, Franciaországban és Svájcban töltött hosszabb időt, majd az író Kemény Zsigmond társaságában beutazta Olaszországot, Görögországot, a balkáni fejedelemségeket, Törökországot és Szíriát. 1865-ben tért haza a szülői házhoz.

1865-ban édesapja cégénél, miután apja kérésére nagykorúsítottatott, cégvezető és egyben üzlettárs lett. Ebben az évben, október 28-én vette feleségül Tormay Etelkát, Tormay Károly, előbb Tolna, majd Pest vármegye főorvosának lányát. Házasságukból hét gyermek született, kik közül öt még kiskorúként, hajdonként vagy nőtlenként halt meg, csak az 1866-ban született Gusztáv és az 1869-ben született Mártha vitte tovább a családi vérvonalat.

A nyomdai és kiadványállalat 1868-ban, édesapja kezdeményezésére az Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvénytársasággá alakult. Emich Gusztávot a részvénytársaság egyik igazgatósági tagjává, 1893-ban elnökgazgatójává, majd 1901-től elnökévé választották.

Számos közeleti tisztséget viselt: 1884-től a szabadelvű párt országgyűlési képviselőjeként a szászvárosi kerületet képviselte 1892-ig. Ezen időszak alatt a közgazdasági bizottság tagja és előadója, valamint a delegáció rendes tagja volt. A főváros törvényhatóságában 1876-tól tevékenykedett; a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara levelező tagja, az Országos Gazdasági Egyesület Közgazdasági Szakosztályának jegyzője, a Kertészeti Szakosztály alelnöke, az Országos Iparegyesület Nemzetgazdasági Szakosztályának alelnöke, a Magyar Történelmi Társulat és a Genealogiai és Heraldikai Társulat választmányi tagja volt. 1885-ben megalapította az Országos Magyar Kertészeti Egyesületet, melynek 1891-től elnöki tisztségét is betöltötte, de a

Magyar Királyi Természettudományi Társulat, a Kaiserlich-Königliche Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien, vagy a Société Entomologique de France ugyanúgy sorai közt tudhatta.

1868-ban a Földművelés-, Ipar- és Kereskedelmügyi Minisztérium állományába lépett, ahol később a Külkereskedelmi, Vám- és Tengerészeti Osztályon titkár, majd osztályvezető lett. Érdemei elismeréseképpen 1870-ben az asztalnoki méltóságot nyerte el. Megromlott egészségi állapotára hivatkozva 1872-ben távozott a közszolgálatból.

Érdemei elismeréseképpen 1881. február 1-én a III. osztályú vaskoronarendet nyerte el. Ezen kívül számos külföldi rend lovagja volt, 1899-től magyar királyi udvari tanácsos, és 1902-ben megkapta a Ferenc József-rend középkeresztjét.

Szerteágazó irodalmi munkásságot fejtett ki, hiszen írásai könyvészeti, közgazdaságtani illetve rovtani témákban jelentek meg. Ösnyomatványokkal, régi magyar krónikákkal és könyvekkel kapcsolatos felfedezéseiről kisebb cikkekben számolt be. Híres bibliofil volt, aki nemcsak írt a régi könyvekről, de jelentős gyűjteménnyel is büszkélkedhetett. Még Corvina-kötet – a „Caius Marius Victorinus Commentarium in Ciceronis librum de invention” című – is volt tulajdonában, amelyet 1905-ben, öt másik magyar vonatkozású kézirattal együtt 20 000 koronáért adott el a Magyar Nemzeti Múzeumnak. A Corvinát napjainkban az Országos Széchényi Könyvtár őrzi, Cod. Lat. 370-es jelzet alatt.

Családjával a Hűvösvölgyben lakott, amelyet híresen szép kert vett körül (Kardos, 1912). 1896-ban egy bérpalotát is építtetett: a ház az egykori Zerge, ma Horánszky utca 16. szám alatt áll.

Emich Gusztáv 1911. június 29-én hunyt el Fiumében. Életútját és irodalmi munkásságát Mágocsy-Dietz Sándor méltatta az Országos Magyar Kertészeti Egyesület 1912. január 4-én tartott közgyűlésén (Mágocsy-Dietz 1912).

A kertészet terén kifejtett tevékenységének állít emléket a róla elnevezett muskátli fajta, a *Pelargonium zonale* 'Emich Gustav', utalva arra, hogy muskátlik és rózsák nemesítésével is foglalkozott. A kertészeti irodalmat két írásával gazdagította (Emich, 1886, 1910).

Emich Gusztáv rovtani munkássága

Érdeklődése Frivaldszky Imre hatására fordult a rovtan felé, akivel gimnazista korában kötött ismeretséget. Frivaldszky és a későbbiek során Anker Lajos látta el tanácsokkal és buzdította egy lepkegyűjtemény felállítására. 1868-ban, szinte a semmiből, mondhatni előzmények nélkül, tollából megjelent „A kis lepkegyűjtő” című könyv (Emich, 1868).

Méreteit tekintve valóban „kicsi”, hiszen egy nagyobb zsebben is elfér, és nyugodtan tekinthető a mai klasszikus „pocket guide”-ok előfutárának. Tartalmát illetően azonban teljességre törekvő: nyugodtan állíthatjuk, hogy mindazt az ismeretanyagot, amit egy kezdő lepkésznek a lepkék életmódjáról, fejlődési alakjairól, gyűjtésükről és a gyűjtőeszközökről, a hernyók neveléséről és a preparálási módszerekről tudnia kellett, azt mind megtalálhatta ebben a könyvben. És mindezt ékes magyar nyelven, mert a könyv élvezetes olvasmány is egyben! Külön hangsúlyoznunk kell Emich azon törekvését, hogy a természetismeretet a nemzeti nyelven népszerűsítse, így a szélesebb érdeklődő közönség számára is hozzáférhetővé tegye. A német nyelvű tudományosság helyébe magyar nyelvű tudományosságot kínált, hiszen ebben az időben a magyar szaknyelv hiánya jelentette az egyik legnagyobb akadályt a honi természettudományok fejlődése előtt. A könyv csillogó tartalma mellett arra is lehetőséget kínál, hogy megcsodálhassunk nyelvünk kifejezőkészségét, azt a plaszticitást és gazdagságot, amely csírájában már a 19. század második felében jellemezte a hazai rovtani szaknyelvet.

„A kis lepkegyűjtő” saját kiadásban jelent meg, és az előszóban a szerző jogosan büszkélkedhetett a „tizenhét, szorgosan színezett és két fekete kőmetszetű táblá”-ra. Ezek alkotója, metszője sajnos ismeretlen. A bevezetésben Emich a fejlődési alakok leírását részletezi, így azokkal a magyar „műszavakkal” találkozunk, amelyek már akkor alkalmasak voltak egy részletező alaktani leírásra. Az első rész a lepkegyűjtés fortélyait ismerteti, az eszközöket, a példányok fogásra és előlésére vonatkozó szabályokat, a hernyók és bábok nevelése során követendő eljárásokat, a lepkék kifeszítését és gyűjteménybe helyezését. A második rész a lepkék természetrajzát, azaz magát a rendszert, és a fajok életmódját tárja az olvasó elé. A harmadik részben a Pest-Buda környékén észlelt lepkék listáját olvashatjuk, előfordulási gyakoriságuk megjelölésével.

Emich a későbbiek során tovább tágította lepidopterológiai ismereteit, illetve saját gyűjtések és vásárlás révén gyűjteményét is gazdagította. Így szerezte meg a Pestre költöző Joseph Haberhauer (1828–1902) morva származású, 1848–49-es magyar honvédtiszt, a későbbi jeles rovargyűjtő utazó és kereskedő 1871. évi kaukázusi gyűjtéseit. Emich a bécsi lepkész, Georg Friedrich Treitschke (1776–1842) nyomdokain haladva az anyagból két új fajt is leírt (Emich 1872, 1873a), az egyik a *Sesia guriensis* Emich, 1872 (mai nevén *Chamaesphex guriensis* (Emich, 1872)), míg a másik faj a *Cidaria guriata* Emich, 1873 (napjainkban előforduló névalakjai: *Chloroclysta guriata* (Emich, 1873), illetve *Thera guriata* (Emich, 1873)). Emich volt az elő, aki hazánkban molyokkal kezdett foglalkozni.

Kortársai két lepkefajt is elneveztek róla: az egyik az *Euchalcia emichi* (Rogenhofer & Mann, 1873) (eredeti nevén *Plusia emichi* Rogenhofer & Mann, 1873) nevű bagolylepke, amely a

Görögországhoz tartozó Dodekanészosz-szigetcsoporton honos, a másik pedig a magyar zöldmoly, *Scythris emichi* (Anker, 1870) (eredeti nevén *Butalis emichi* Anker, 1870), amely hazánkon kívül Kis-Ázsiából és Iránból ismert.

Közel húszévnnyi lepkészés után búcsút intett kedvenceinek és gyűjteményét is eladta. Gyűjteménye számottevő méretű lehetett és jelentős értéket képviselt, hiszen a Magyar Nemzeti Múzeum nem tudta megvásárolni azt. Ismerve Emich lobogó hazaszeretétét, nehezen képzelhető el, hogy gyűjteményét először ne a Magyar Nemzeti Múzeumnak ajánlotta volna fel megvételre. Feltehető, hogy miután a múzeum Frivaldszky Imre gyűjteményét megvásárolta, Emich kollekcójára egyszerűen nem volt már pénz, így azt az angol John Henry Leech (1860–1900) vásárolta meg a John Crace Stevens rovarkereskedő cég egyik árverésén. Később a Leech-gyűjtemény ugyanezen cégen keresztül a londoni British Museumba került. Emich lepkéi napjainkban így a The Natural History Museum lepkegyűjteményének „General Collection” részében található, és a Haberhauer-féle anyagból leírt típusok is ide kerültek (Bálint és id. Frivaldszky, 2009).

Figyelme az 1870-es évtizedben fordult a gyakorlati rovtartan irányába. A németül és franciául kiválóan beszélő, alapos jogi és entomológiai ismeretekkel rendelkező Emich hazánkat számos ízben képviselte külföldön: 1877-ben a lausannei, majd 1881-ban a berni nemzetközi filoxéraértekezleten (Emich, 1877a, 1877b). Szereplése a kormány osztatlan elismerését vívta ki, ezért, mint az Országos Phylloxera Bizottság tagját, a minisztérium 1880 júliusában Olaszországba és Franciaországba küldte, hogy Horváth Géza társaságában a filoxéraügyet a helyszínen tanulmányozza. Emich a franciaországi példák és tapasztalatok nyomán hívta fel a hazai mezőgazdasági szakemberek figyelmét a Duna–Tisza közén elterülő parlagon heverő homokos területekre, amelyek megkötésére a szőlőt javasolta (Emich, 1880). Ezzel egyik kezdeményezője volt a hazai homoki szőlőkultúra megteremtésének. Az 1881 októberében Bernben megtartott második nemzetközi filoxéraértekezlet folyamánként ő írta alá a hazánkban 1882. évi XV. törvénycikként bejegyzett első berni nemzetközi filoxéra-egyezményt.

Életrajzírói gyakran egyetlen mondatban említik, hogy „megírta a hazai gazdasági rovtartan első kézikönyvét”. Mintha ezzel az utókor le is róttá volna minden tiszteletét, mintha ezt a tettet, ezt a vállalkozást, ezt a bátorságot egyetlen mondatba lehetne sűríteni! Aki valaha is megpróbált igazán újat alkotni, csak az tudja, milyen igazságtalanul érdemtelen egyetlen mondat! Ahogyan „A Kis lepkegyűjtő” is kitaposatlan utakon járt, elsősorban a magyar nyelven megírt munka jellege miatt, legalább oly mértékben volt úttörő vállalkozás „A mező- és kertgazdaságra káros rovarok” elkészítése.

1875-ben a Földművelési-, Ipari- és Kereskedelmi Minisztérium átiratban kért segítséget a Magyar Királyi Természettudományi Társulattól egy, a mező- és kertgazdaságra nézve káros rovarokat és azok irtását bemutató munka megírása feltételeinek, kritériumainak kijelölésében. Az 1875. október 20-án tartott választmányi ülés az állattani bizottság hatáskörébe utalta a válaszadást. A bizottság körvonalazta a készülő mű tartalmi követelményeit. Nem sokkal később, a minisztérium levélben értesítette a Társulat választmányát, hogy a meghirdetett nyílt pályázat keretében – Margó Tivadar és Frivaldszky János véleménye nyomán – a mű megírására Emich Gusztávot kérte fel.

Emich a pályázathoz a szőlő rovarellenségeiről írt mintafejezetet csatolta, hiszen ezzel a növényvel foglalkozott a legtöbbet. Azonban a filoxéravész kapcsán tudatosodott benne, hogy nemcsak egyetlen kártevő fenyegeti a szőlőt, és a helyzet hasonló a mezőgazdaság és a kerteszet egyéb területein is. Anyagi lehetőségei megengedték, hogy kora egyik legteljesebb rovarotani könyvtárát hozza létre, amiben szinte az összes, kártevőkkel foglalkozó könyv megvolt. Ezzel párhuzamosan folyamatosan figyelemmel kísérte az egyre gyarapodó szakfolyóiratok cikkeit is. Nemcsak az irodalmat gyűjtötte össze, de kiterjedt kapcsolatokat ápolt az állattan jeles hazai művelőivel is, így Cserháti Sándorral, Frivaldszky Jánossal, Herman Ottóval, Horváth Gézával, Linhart Györggyel, Margó Tivadarral, Rodiczky Jenővel és Szaniszló Alberttel. Ifjúkorában a rajzolás és festészet terén szerzett tudását most kamatoztathatta, hiszen a könyv négy színes táblája sajátkezű festményei nyomán születtek.

A munka első része 1899-ben jelent meg (Emich, 1899), annak ellenére, hogy a 263. oldalig terjedő kinyomtatott szövegrész már 1884-ben elkészült. Néhány példány, mint az 1899-es kiadvány első füzeté (Emich, 1884a), a gazdák kezébe is eljutott, míg a további példányok egy raktárban várták, hogy a szükséges kiegészítésekkel együtt megjelenhessenek. A kinyomtatott íveket Horváth Géza mentette meg az enyészettől.

A kiegészítés azonban nem készült. A leginkább hátráltató tényező az lehetett, hogy Emich Gusztáv 1884-től a szabadelvű párt országgyűlési képviselőjeként tevékenykedett, és távozott a földművelésügy szolgálatából. A másik ok saját maga és családja megromlott egészségi állapota volt, amely késleltette az 1882-ben eltervezett befejezést.

Amikor Emich belátta, hogy a munkát képtelen befejezni, 1895 végén felkérte Jablonowski Józsefet, hogy a rendelkezésre bocsátott jegyzetanyag felhasználásával készítse el a hiányzó fejezeteket. Jablonowski örömmel mondott igent, de a millenniumi kiállítással kapcsolatos elfoglaltságai, illetve a Magyar Királyi Állami Rovartani Állomás élére történt kinevezése megakadályozták a vállalás teljesítését. Később a Rovartani Állomás személyzete bővült, így

Jablonowski levegőhöz jutva megírta a kiegészítéseket, előszóval, tárgymutatóval látta el, sőt, felmerült, hogy rövidesen a könyv második felét is elkészíti.

A földművelésügyi miniszter azonban úgy döntött, hogy az eddig elkészült részek, azaz az 1–3. fejezetek jelenjenek meg, figyelembe véve, hogy az elkészült oldalak pótlásra szorulnak. Emich újra csak Jablonowski Józsefet kérte fel, hogy az új eredményeket egy függelékben foglalja össze. Természetesen a függelék (a 267–311. oldal) tartalma is korlátozott volt, hiszen nem terjedhetett ki a mezőgazdasági rovtan teljes rendszerére, hanem csak az életmóddal kapcsolatos új eredményekre, az újonnan fellépett kártevőkre és a sikerrel kipróbált védekezési módszerekre összpontosított. A könyvet 4 színes tábla és 234 fametszet tette szemléletessé.

A könyv azonban nem érte el célját. A kötetek tiszteletpéldányokként részint a legmagasabb körökbe, részint a főrendek és a képviselők kezébe jutottak, és alig került belőlük a gazdákhöz. A másik ok az ismeretek hihetetlen mértékű gyarapodása volt. Hiába állt Jablonowski József a kötet mögött, a benne közölt ismeretanyag fölött az évek gyorsan eljártak, és a rákövetkező évtizedben már inkább csak tiszteletreméltó irodalmi jelentőséggel bíró, semmint használható, korszerű tudást közvetítő munkaként tűnt fel.

Az MTA Matematikai és Természettudományi Osztálya 1884. február 18-i ülésén Kriesch János levelező tag olvasta fel Emich Gusztáv „A csajkó (*Lethrus cephalotes*) átalakulásának története” című dolgozatát. Az előadás nyomán készült írás még ugyanabban az évben megjelent a Matematikai és Természettudományi Értesítő-ben (Emich, 1884b), annak német nyelvű kiadásában (Emich 1884c), illetve az újraindult Rovtani Lapok második számában (Emich, 1884d).

Első természetrajzi témájú cikke a Vadász- és Versenylapban jelent meg a zergékről (Emich, 1871). A drótférgek károsításáról rövid dolgozatban hívta fel a gazdák figyelmét (Emich, 1873b), míg a Rovtani Lapok hasábjain a spárgalepke, *Parahypopta caestrum* (Hübner, 1808) tápnövényével kapcsolatban értekezett (Emich, 1898). Kisebb rovtani cikkei a Petites Nouvelles Entomologiques című folyóiratban is megjelentek.

Hivatkozások

Bálint, Zs., id. Frivaldszky J. 2009. A Magyar Parnasszuson. Frivaldszky Imre, a természet kutatója. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 243.

Emich, G. 1868. A kis lepkegyűjtő. A lepkészet rövid kézikönyve, különös tekintettel a Magyarországon s főleg Buda-Pest környékén előforduló lepkefajokra és gyűjtésükre. Kezdek s

- az ifjúság számára ifjabb Emich Gusztávtól. Emich Gusztáv sajátja, Pest, 214. + 17 színezett és 2 fekete kőmetszetű táblával. (Hasonmás kiadása: Kossuth Kiadó, Budapest, 2008.)
- Emich, G. 1871. Zergék a radnai havasokon Máramarosban. Vadász- és Versenylap, 46: 303.
- Emich, G. 1872. Descriptions de Lépidoptères de Transcaucasie. Revue et Magasin de Zoologie Pure et Appliquée (Seconde série), 23: 63–64.
- Emich, G. 1873a. Beitrag zur Lepidopteren-Fauna Transkaukasiens und Beschreibung zweier neuer Arten. Horae Societatis Entomologicae Rossicae, 9: 40–44.
- Emich, G. 1873b. A drótférgék. Földmívelési Érdekeink, 38: 236–237.
- Emich, G. 1877a. [Emich Gusztáv] Jelentése az 1877. év aug. 6-án Lausanneban tartott Phylloxera-Congressusról a nmélt. földmívelési miniszter urhoz. Budapest.
- Emich, G. 1877b. Mémoire sur la question du Phylloxera dans le royaume de Hongrie. Imprimerie Veuve S. Genton et Fils, Lausanne, 11.
- Emich, G. 1880. Jelentés a phylloxeraügy tanulmányozása végett Stajer-, Olasz- és Franciaországban tett útról: I. melléklet a Földmívelés-, Ipar- és Kereskedelemügyi M. K. Ministerium 1881. évi költségvetésének indokolásához. (Átmeneti kiadások I. czime). Magyar Királyi Államnyomda, Budapest, 80.
- Emich, G. 1884a. A mező és kertgazdaságra káros rovarok: a gazdasági rovartan kézikönyve. I. rész. – Magyar Királyi Állami Nyomda, Budapest, 265. + 4 Tábla.
- Emich, G. 1884b. A Lethrus cephalotes Fab. átalakulásának története. Matematikai és Természettudományi Értesítő, 2(4–5): 163–167. + 1 Tábla.
- Emich, G. 1884c. Die Metamorphose des Lethrus cephalotes Fab. Beschrieben v. Gustav v. Emich Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 18. Februar 1884 vom c. M. J. Kriesch. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn (1883–1884), 2: 184–188.
- Emich, G. 1884d. A csajkó fejlődése és átalakulása. Rovartani Lapok, 1(2): 30–33. + 1 Tábla.
- Emich, G. 1886. A műkertészet. I. A műkertészet múltja és jelene hazánkban. II. A műkertészet a kiállításon. Hivatalos jelentés a budapesti 1885-diki országos általános kiállításról. Budapest, I. kötet, 1. füzet, 91–116. (Részletei megjelentek: Kertészeti Lapok (1886), 1: 171–178.)
- Emich, G. 1898. Hypopta caestrum Hb. mint kártékony állat. (Hypopta caestrum als Schädling.) Rovartani Lapok, 5(8): 164.
- Emich, G. 1899. A mező- és kertgazdaságra káros rovarok. A gazdasági rovartan kézikönyve. I. rész. (Függelékkel ellátta Jablonowski József). Pallas Részvénytársaság Nyomdája, Budapest, 312. + 4 Tábla. (A földmívelésügyi m. kir. miniszter kiadványa, 1899/6. szám.)
- Emich, G. 1910. A műkertészet múltja és jelene hazánkban. Kertészeti Lapok, 25: 2–4.
- Kardos, Á. 1912. Emich Gusztáv kertje. Kertészeti Lapok, 27(2): 68–77.

Emich Gusztáv (1843–1911), az első hazai lepkéskönyv és az első gazdasági rovarügyi szakkönyv szerzője

Mágocsy-Dietz, S. 1912. Emich Gusztáv. *Kertészeti Lapok*, 27(2): 47–67.

A selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis*) 2013-ban ismert elterjedése Magyarországon

**Vétek Gábor^{1*}, Boros Noémi¹, Papp Veronika¹, Haltrich Attila¹, Csóka György²,
Szócs Levente², Tuba Katalin³, Molnár Miklós³, Kelemen Géza³ és Lakatos
Ferenc³**

¹Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Rovartani Tanszék,
1118 Budapest, Villányi út 29–43.

²Erdészeti Tudományos Intézet Erdővédelmi Osztály, 3232 Mátrafüred, Hegyalja u.
18.

³Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet,
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.

*e-mail: gabor.vetek@uni-corvinus.hu

Összefoglalás

A kelet-ázsiai eredetű selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis*) egyike azoknak az Európában idegenhonos rovarfajoknak, amelyek mindössze néhány évvel a kontinensre történő behurcolásukat követően már jelentős károkat okoztak számos térségben. Munkánk célja a kártevő országos elterjedésének feltérképezése volt 2012–2013-ban. A vizsgálatot a Budapesti Corvinus Egyetem Rovartani Tanszéke, az Erdészeti Tudományos Intézet és a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőművelési és Erdővédelmi Intézete közösen koordinálta. Saját felvételezéseinken túlmenően az adatgyűjtésben több szakmai és civil szervezet, valamint további szakemberek együttműködését is kértük, hogy átfogóbb képet kaphassunk a faj jelenlegi előfordulásáról. Eredményeink alapján elmondható, hogy a legsúlyosabb károk eddig Győr-Moson-Sopron, Vas és Zala megyében jelentkeztek, míg az ország délkeleti részéből egyelőre nem kaptunk hírt a kártevőről. A Budapest területén, többek között két kertészeti árudában is megfigyelt károsított növények a szaporítóanyaggal történő terjedés veszélyeire hívják fel a figyelmet.

Kulcsszavak: *Cydalima perspectalis*, terjedés, buxus, kártétel

Abstract

The box tree moth (*Cydalima perspectalis*) is one of the insect species alien to Europe which have already caused significant damage in many parts of the continent only a few years after their introduction. The aim of our study was to reveal the distribution area of the pest in Hungary in 2012–2013. The monitoring project was coordinated by the Department of Entomology, Corvinus University of Budapest, the Forest Research Institute, and the Institute of Silviculture and Forest Protection, University of West Hungary. Besides our personal data collection during field work, information were requested from the members of professional and civil organizations so that we could prepare a distribution map of the species as detailed as possible. Our results show that the most affected regions are Győr-Moson-Sopron, Vas and Zala counties, while we have not got any presence data from the southeastern part of the country yet. Damaged *Buxus* plants observed in two garden centres, besides other locations, in Budapest call our attention to the further spread of the species facilitated by human-mediated transport.

Keywords: *Cydalima perspectalis*, dispersal, *Buxus*, damage

Bevezetés

A Kelet-Ázsiában honos selyemfényű puszpángmolyt [(*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)], mint Európa faunájára új lepkefajt elsőként Németországból jelezték (Billen, 2007; Krüger, 2008). Ezt követően folyamatosan érkeztek a hírek megjelenéséről Európa több országából. Kelet-, délkelet-európai elterjedésének határa a rendelkezésünkre álló szakirodalmi információk alapján Délnyugat-Szlovákia (Pozsony) (Pastorális és mtsai, 2013), Magyarország nyugati része (Győr-Moson-Sopron megye több települése, valamint Zalaegerszeg és Zirc) (Sáfián és Horváth, 2011; Maráczai, 2012; Szabóky, 2012; Papp és mtsai, 2013), Szlovénia (Seljak, 2012; Marion és mtsai, 2013) továbbá Horvátország egyes, a szlovén határhoz közel fekvő területei (Koren és Črne, 2012). A 2011. évi romániai (Bukarest) felbukkanása (1 imágó) valószínűbb, hogy szaporítóanyaggal történő, véletlen behurcolással hozható összefüggésbe, mintsem a természetes terjedés jele (Székely és mtsai, 2011). Székely szóbeli közlése alapján eddig nem érkezett hír újabb romániai előfordulásáról. A kártevőt Törökországban, Isztambul európai részén is megtalálták ugyanebben az évben, itt azonban jelentős kártételéről is

beszámoltak. Az import (kínai, európai) növényanyaggal való behurcolás azonban ez esetben sem zárható ki (Hizal és mtsai, 2012).

A selyemfényű puszpángmoly lárváinak tömeges megjelenésére a települések közterületeire, kastélyparkokban vagy magánkertekben ültetett buxus bokrokon, sövényeken lehet számítani. Ezekben a helyeken kártételük egyfelől esztétikailag zavaró a növények lombvesztése miatt, másrészt pedig a védekezés kivitelezhetőségét tekintve számos kérdést is felvet. Mindez azonban szinte eltölpül a mellett az ökológiai szempontból is aggasztó probléma mellett, amely Európa egyes erdei növénytársulásaiban jelentkezik: ahol a puszpáng (*Buxus sempervirens*) a flóra természetes alkotóelemeként fordul elő, a *C. perspectalis* rendszeres károsítása a cserjék teljes pusztulását is okozhatja. Fentieket figyelembe véve fontosnak tartottunk egy olyan átfogó felvételezést és adatgyűjtést elvégezni Magyarország területére vonatkozóan, amely segítségével a selyemfényű puszpángmoly 2013. évi elterjedéséről pontosabb képet alkothattunk. Bár Magyarországon *Buxus* fajok és fajták csak dísznövényként fordulnak elő, hagyományos és sokféle jellemző ültetésük, valamint kereskedelmük továbbterjedési lehetőséget teremt a kártevő számára azon délkeleti régiók irányába, ahol a *Buxus sempervirens* természetes populációi még fellelhetők. A selyemfényű puszpángmoly jelenleg ismert hazai előfordulásának és kártételének bemutatásával elsősorban a faj fokozatos terjedésére és károsításának veszélyeire kívánjuk felhívni a növényvédelmi és dísznövénytermesztő szakemberek, illetve kereskedők, valamint a hobbikertészek és a lakosság figyelmét egyaránt.

Anyag és módszerek

A selyemfényű puszpángmoly nyugat-magyarországi elterjedésének feltérképezése már 2012 tavaszán elkezdődött, azonban az ország egész területének vizsgálatát célzó adatgyűjtésünk 2013 elején indult meg. Ennek részeként egyfelől felvételezéseket végeztünk Magyarország több régiójában (elsősorban települések temetőiben, illetve parkokban és kastélykertekben), másrészt pedig kapcsolatba léptünk több szakmai és civil szervezettel, fórummal (NÉBIH, NMNK, MNT, MRT, Lepkész levelezőlista, Forestpress.hu, Gazdabolt.hu, Facebook) és további szakemberekkel annak érdekében, hogy minél átfogóbb képet kaphassunk a faj jelenlegi hazai előfordulásáról. A NYME munkatársai létrehoztak és a BCE kollégáival közösen működtetnek egy internetes felületet is (<http://emevi.emk.nyme.hu/index.php/22542/>), melyen információk érhetőek el a fajra vonatkozóan, továbbá a károsító megjelenése online is jelezhető. Munkánk során felhívtuk a figyelmet a kártevő faj magyarországi megjelenésére, továbbá szükség szerint

rövid, képekkel illusztrált leírást is adunk a kártevőről és a buxuson okozott jellemző tünetekről, és megkértük a célcsoportok tagjait, hogy ha munkájuk vagy útjaik során észlelnék a károsítót, azt jelezzék felénk. A beérkezett visszajelzésekből a következő információkat rögzítettük adatbázisban: észlelő személy neve, észlelés helye és ideje, továbbá – ha a visszajelzésből megtudtuk – a kártétel mértéke és a megfigyelt fejlődési alak(ok), illetve fénykép a kártevőről, kárképről és egyéb hasznos információk (pl. növények habitusa, volt-e védekezés). Az arra vonatkozó adatokat is gyűjtöttük, ha valaki találkozott a tápnövénnyel, de nem észlelte rajta a kártevőt, illetve a kártételt.

Megvitatás

A selyemfényű puszpángmoly hazai elterjedésének megismerését célzó 2012–2013. évi országos adatgyűjtésünk eredményeképpen több mint 250 településre vonatkozóan tudunk a kártevő előfordulását vagy elő nem fordulását jelző adatot rögzíteni. Ezek alapján megállapítható, hogy a selyemfényű puszpángmoly 2013-ban jelen volt/van Borsod-Abaúj-Zemplén, Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Pest, Somogy, Vas, Veszprém és Zala megyében, valamint Budapesten is.

A legsúlyosabb kártétel eddig Győr-Moson-Sopron (pl. Fertőd, Kópháza, Sopron), Vas (pl. Gersekerát, Halogy, Vasvár, Szombathely) és Zala (pl. Alibánfa, Felsőpáhok, Keszthely, Pusztaszentlászló, Szilvagy, Tőfej, Zalaegerszeg) megyében jelentkezett, de a Veszprém megyei Ábrahámhegy belterületéről, valamint Borsod-Abaúj-Zemplén megye több északi, a szlovák határhoz közeli településéről (pl. Bódvaszilas, Hidvérgárdó, Komjáti) is jelentős károsításról számolhatunk be. E megyék közül a legrészletesebb felderítést Zalában végeztük, így Magyarország területéről jelenleg ebből a térségből áll rendelkezésünkre a legtöbb, előfordulásra vonatkozó információ.

Míg a Dunántúl nyugati részéről származó észlelési adatok kevésbé meglepőek, egyes előfordulási pontok, mint például a budapesti, Pest megyei (Érd, Pécel, Solymár, Szentendre) és Borsod-Abaúj-Zemplén megyei észlelések a kártevő keleti irányú terjedésére hívják fel a figyelmet függetlenül attól, hogy ez természetes úton, vagy emberi közvetítéssel történik-e. Van der Straten és Muus (2010) németországi adatok alapján a selyemfényű puszpángmoly természetes terjedési sebességét kb. 5-10 km / évre becsüli. Ezt figyelembe véve a budapesti és főváros környéki észleléseknek leginkább azt a magyarázatát tartjuk elképzelhetőnek, miszerint a moly valamely fiatal fejlődési alakja(i) károsított növényi szaporítóanyaggal, emberi közvetítéssel, véletlenül jutottak el ebbe a régióba, ahol azután egy vagy több gócpontból a

kifejlődött imágók tovább repülhettek, majd adott esetben utódaik kárt okozhattak. Ezt a feltételezésünket erősíti az a tény, miszerint a főváros két kerületében kertészeti árudában is előkerült károsított növényanyag. Fontosnak tarjuk mindemellett megjegyezni, hogy jelenleg egy nemzetközi együttműködés keretében vizsgálatot folytatunk a kártevő szlovákiai elterjedésére vonatkozóan is többek között azzal a céllal, hogy a váratlannak mondható észak-magyarországi felbukkanások okait tisztáznı próbáljuk.

A selyemfényű puszpángmoly 2012–2013. évi országos felderítésének eredményei és a számos településen megfigyelt, sok esetben súlyos kártétel alapján ezúton is fel kívánjuk hívni a figyelmet az egészséges szaporítóanyag használatának fontosságára, mellyel a lepkefaj nagy távolságokra történő, gyors eljutása akadályozható. Szükségesnek tartjuk továbbá a kártevő elleni környezetkímélő és közterületeken is kivitelezhető védekezési eljárások kidolgozását és a bevezetőben említett célcsoportok számára ezen információk mielőbbi átadását is.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani mindazoknak a kollégáknak, szakembereknek, valamint kertbarátoknak, akik önzetlenül segítették országos adatgyűjtő munkánkat.

Hivatkozások

- Billen, W. 2007. *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) – ein neuer Zünsler in Europa. Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel, 57 (2/4): 135-137.
- Hizal, E., Kose, M., Yesil, C., Kaynar, D. 2012. The New Pest *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 11 (3): 400-403.
- Koren, T., Črne, M. 2012. The first record of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) in Croatia. Natura Croatica, 21 (2): 507–510.
- Krüger, E. O. 2008. *Glyphodes perspectalis* (Walker, 1859) – neu für die Fauna Europas (Lepidoptera: Crambidae). Entomologische Zeitschrift, 118 (2): 81-83.
- Maráczı L. 2012. A puszpáng-ilonca. Kertészet és szőlészeti, 61 (24): 22-23.
- Marion, L., Grmovšek, T., Jurc, M. 2013. Pušpanova vešča (*Cydalima perspectalis*) se širi po Sloveniji. 4. seminar in delavnica iz varstva gozdov, 18. junij 2013, Maribor. <http://www.zdravgozd.si/dat/dogodki/64.pdf>

- Papp V., Haltrich A., Varga Á., Véték G. 2013. A selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis*) kártétele és elterjedése Magyarországon. 59. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2013. február 19-20., Budapest. Előadások összefoglalói, p. 30.
- Pastoralis, G., Elsner, G., Kopeček, F., Kosorín, F., Laštůvka, A., Lendel, A., Liška, J., Němý, J., Richter, I., Štefanovič, R., Šumpich, J., Tokár, Z. 2013. Štrnášť nových druhov motýľov (Lepidoptera) pre faunu Slovenska. Folia faunistica Slovaca, 18 (1): 1-12.
- Sáfián, S., Horváth, B. 2011. Box Tree Moth – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), new member in the Lepidoptera fauna of Hungary (Lepidoptera: Crambidae). Natura Somogyiensis, 19: 245-246.
- Seljak, G. 2012. Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011. Acta entomologica slovenica, 20 (1): 31-44.
- Szabóky, Cs. 2012. New data to the Microlepidoptera fauna of Hungary, part XIV (Lepidoptera: Tineidae, Gracillariidae, Gelechiidae, Crambidae). Folia entomologica hungarica, 73: 45-51.
- Székely, L., Dincă, V., Mihai, C. 2011. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), a new species for the Romanian fauna (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae). Buletin de Informare Entomologica, 22: 73-78.
- Van der Straten, M. J., Muus, T. S. T. 2010. The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees. Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting, 21: 107-111.

Szörp vagy víz? Hogyan foghatunk több darázs-szitkárt varsás feromoncsapdával?

Torzsa Sarolta¹, Szántóné Veszélka Mária¹ és Szőcs Gábor^{2*}

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

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

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

Összefoglalás

Célkítűzésünk az volt, hogy megvizsgáljuk, ha a varsás feromoncsapdák fogóedényébe természetes táplálkozási ill. tápnövény illatanyagokat is alkalmazunk, akkor a darázs-szitkár (*Synanthedon vespiiformis*) (Lepidoptera: Sesiidae) hímjei mellett immár a nőstény lepkéket is lehetséges-e nagy számban befogni, továbbá, hogy a mosószeres vizet tartalmazó csapdatípus is megfelelő számban képes-e a befogott hímeket a csapdában tartani. A kísérletet egy tuskétlen szeder ültetvényben végeztük (Nógrád község, 2013), varsás feromoncsapdákkal (Csalomon[®], VARL, MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest). A feromoncsapdák gyűjtőedényébe hígított málna-, bodza-, vagy akác-szörpöt, illetve mosószeres csapvizet tettünk, vagy csupán inszekticid-tartalmú lapocskát¹, vagy pedig üresen hagytuk. Emellett olyan csapdákat is alkalmaztunk, amelyek feromont nem tartalmaztak, ám a fogóedényükbe a fenti szörpöket tettük. A csapdák fogását hetente feljegyeztük, az adatokat pedig ANOVA-t követő Games-Howell *post-hoc* teszttel értékeltük ki. Az eredmények azt mutatták, hogy a feromont nem tartalmazó szörpös csapdák önmagukban egyetlen darázs-szitkárt sem vonzottak, és feromonnal kombinálva is kizárólag csak hímeket, azokat is csak olyan számban, mint a vizes feromoncsapdák. A mosószeres víz legalább annyi hím szitkárt volt képes a feromoncsapdákból megfogni, mint az inszekticid (5.36 ± 0.73 versus 3.47 ± 0.5 szitkár / csapda / hét, a különbség $P=5\%$ -os szinten nem szignifikáns). Azokból a feromoncsapdákból, amelyekbe semmiféle fogószeret nem tettünk, a befogott szitkáróknak mintegy 29–54%-a képes volt a gyűjtőedény levételét követően kirepülni. Megállapítható, hogy a víz kiválóan alkalmas a feromoncsapdába repült darázs-szitkárók megfogására, ezért használata a fogóedénybe ajánlható, akár rajzásmenet megfigyelésre, akár

¹ Az inszekticides csapdák kísérleti alkalmazása a 89/2004 FVM rendelet alapján történt.

tömeges csapdázására alkalmazunk feromoncsapdát. A darázs-szitkár nőstényeit is csalogató csapdák kifejlesztéséhez azonban további kutatásokra van még szükség.

Kulcsszavak: feromoncsapda típusok, vizes csapda, illatcsapda, attraktáns

Abstract

Juice or water: Which enhance captures of yellow-legged clearwing moth in funnel type of pheromone traps?

The objective of this study was to investigate the possibilities of catching not only males but also females of the yellow-legged clearwing moth, *Synanthedon vespiformis* (Lepidoptera: Sesiidae), when applying also host plant kairomones and / or feeding attractants in the collecting jars of funnel type of pheromone traps. A further objective was to test whether filling the collecting jar with tap water (with drops of detergents blended into it), were equally suitable for catching moths, as placing an insecticid strip. The trapping test was conducted in a blackberry plantation at Nógrád (Nógrád county, Hungary), in 2013, using Csalomon® VARL (Plant Protection Institute, CAR HAS, Budapest) traps. The collecting jar of the pheromone traps contained either diluted raspberry fruit-, or *Robinia* flower-, or *Sambucus* flower juices, or just water (with drops of a detergent), or barely an insecticid strip, or nothing. Parallely, the juices were tested in the same type of traps, however, without pheromone baits. Capture data were obtained once a week, and analyzed by ANOVA, followed by Games-Howell *post-hoc* test. Results revealed juices neither synergized pheromone baits, nor attracted on their own any sex of the target pest. Water (with drops of detergents blended into it) caught at least as many male moths in the pheromone traps, as an insecticid strip (5.36 ± 0.73 versus 3.47 ± 0.5 males / trap / week, not statistically different at $P=5\%$). However, 29–54% of captured moth remained alive (was able to escape when removing collecting jar) in traps containing neither insecticid strip nor water. In conclusion, pheromone traps with water in the collecting jar are suitable for both monitoring and mass trapping, while further studies are needed to develop traps which would attract also females of this pest.

Keywords: pheromone trap types, water-trap, floral traps, attractants

Bevezetés

A darázs-szitkár [*Synanthedon vespiformis* (Linnaeus, 1761)] (Lepidoptera: Sesiidae) tömeges csapdázásával (50 feromoncsapda / 0,16 ha) már egyetlen vegetációs időszak során is mérsékelni lehetett a kártételt (Torzsa és mtsai, 2012), jóllehet a feromoncsapdák természetesen kizárólag hím szitkárokat fogtak. Így felmerült az az igény, hogy a nőtényi lepkéket is csapdába fogjuk, hiszen ily módon minden bizonnyal még sokkal hatásosabban lehetne a kártételt csökkenteni. A nőtényi lepkék csalogatásához természetes táplálkozási ill. tápnövény illatanyagok tűnnek ígéretesnek. A szitkárok esetében erre számos példa van, így az almafaszitkár (*Synanthedon myopaeiformis* Borkhausen) esetében almalével (Christian és Lavy, 1966), almacefrével (Mikulás, 1973), vagy melasszal és zöldalma samponnal (Sziráki, 1989) csalétkezett csapda, a ribizkészitkár (*Synanthedon tipuliformis* Clerk) esetében pedig feketeribizke-szörp, cukor és élesztő alapú csalogató-elegyet (Veszelka, 1975) tartalmazó csapda alkalmazása vezetett eredményre.

Jelen kísérletben egy málnaszörpöt és élesztőt tartalmazó elegy, valamint egy akác- és egy bodzaszörp hatását vizsgáltuk abból a célból, hogy vonzzák-e a darázs-szitkár nőtényeit a feromoncsapdába.

Torzsa és munkatársai (2012) vizsgálatában a varsás feromoncsapdák gyűjtődényében inszekticid lapocskát alkalmaztak a befogott szitkárok elölésére, így felmerült a kérdés, hogy a mosószeres vizet tartalmazó feromoncsapda is megfelelő számban képes-e a hím szitkárokat befogni. Ezért olyan feromoncsapdák vizsgálatát is bevontuk a kísérletünkbe, amelyek fogódényébe detergenst tartalmazó csapvíz került.

Anyag és módszerek

A kísérletet 2013-ban, Nógrád község határában egy tüskétlen szeder ültetvényben végeztük, a tömeges rajzás időszakában. A kísérletben a korábban már bizonyított szexattraktánsal csalétkezett varsás feromoncsapdákat használtuk (Szántóné-Veszelka és Szócs, 2008; Szántóné-Veszelka és mtsai, 2009) (Csalomon[®], VARL, MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest). Az általunk következőképpen módosított csapdák fogóképességét hasonlítottuk össze:

S. vespiformis feromonkapszulával ellátott csapdák, amelyek fogódényébe

- hígított málnaszörpöt, élesztőt és folyékony mosószeret,
- hígított bodzaszörpöt és folyékony mosószeret,
- hígított akácsolószörpöt és folyékony mosószeret,

- csapvizet és folyékony mosószert,
- csak Vaportape lapocskát (dichlorvos) tettünk, vagy
- üresen hagytuk.

Feromonkapszula nélküli csapdák, amelyek fogóedényébe

- higított málnaszörpöt, élesztőt és folyékony mosószert,
 - higított bodzasörpöt és folyékony mosószert,
 - higított akácsörpöt és folyékony mosószert
- tettünk.

Kezelésként öt-öt csapdát működtettünk. A csapdák fogását hetente ürítettük, a befogott lepkéket fajra és ivarra meghatároztuk és számukat feljegyeztük, az adatokat pedig ANOVA-t követő Games-Howell *post-hoc* teszttel értékeltük ki.

Eredmények

A kísérlet során összesen 774 db darázs-szitkárt fogtunk. A feromont nem tartalmazó szörpös csapdák önmagukban egyetlen egy darázs-szitkárt sem vonzottak, és feromonnal kombinálva is kizárólag csak hímeket, azokból is csak statisztikailag annyit, mint a vizes feromoncsapdák. A vizes csapdákhöz képest a málnaszörpöt tartalmazók valamelyest több szitkárt fogtak, míg az akác- vagy bodzasörpöt tartalmazók valamivel kevesebbet, de a különbség egyik esetben sem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak.

A feromoncsapdák fogóedényébe tett mosószeres víz statisztikailag ugyanannyi szitkárt (számszerűen mintegy 34%-al többet) volt képes a feromoncsapdában előlni, mint az inszekticid (5.36 ± 0.73 versus 3.47 ± 0.5 szitkár / csapda / hét, a különbség $P=5\%$ -os szinten nem szignifikáns). Azokból a feromoncsapdákból viszont, amelyekbe sem vizet sem pedig inszekticidet nem tettünk, a befogott szitkároknak mintegy 29–54%-a volt képes a gyűjtőedény levételét követően azonnal kirepülni.

Megvitatás

Feltételezésünkkel ellentétben sem a málna- sem a bodza- sem pedig az akácsörp nem vonzotta a darázs-szitkárokat. A málnáról nemrégiben derült ki, hogy szintén új tápnövénye a darázs-szitkárnak (Szántóné-Veszélka és Szócs, 2010), a bodza virágját pedig számos szitkár faj látogatja, ezért tűnt a málna- és a bodzasörp ígéretesnek. Az akácsörp, mint általános virágillatanyagokban gazdag, nem-tápnövény került be a vizsgálandó készítmények körébe. Az

értékelésnél tekintetbe kell venni, hogy a szörpök pontos összetétele, illatanyag-profilja nagymértékben függ a növényfajtól és fajtától, az előállítás módjától, az adalékanyagoktól, és még számos más tényezőtől, így korántsem lehet ezekből az előzetes eredményekből arra következtetni, hogy a kiválasztott növényeknek nem lenne semmiféle hatása a darázs-szitkára. A kérdéskör alapos boncolgatása sokkal részletesebb, összetett kísérlet-sorozatokat igényel, hiszen a darázs-szitkák viráglátogatásának és a tápnövény felkeresésének részletes megfigyelését követően az illatanyag kivonásában, frakcionálásában valamint a frakciók elektrofiziológiai szűrővizsgálatait követő viselkedési vizsgálatoktól várhatunk részletes eredményeket. Folytatni szándékozunk azonban az eredeti, egyszerű tapasztalati úton történő megközelítést is, így tervezzük a cefrék és a melasz kipróbálást más recept szerint előállított szörpökkel együtt. További terveink között szerepel az ún. körte-észter kipróbálása, hiszen a közelmúltban közölték, hogy miként lehet ennek a vegyületnek a segítségével almafaszitkárokat vonzani (Jósvai és mtsai, 2011; Tóth és mtsai, 2012).

Fontos új, a gyakorlat számára is megfontolandó eredmény, hogy ha a varsás feromoncsapdák fogóedényét mosószeres vízzel töltjük fel, akkor legalább ugyanannyi, vagy még több darázs-szitkát foghatunk, mintha inszekticides lapocskát alkalmaznánk a fogóedényben. Túlmenően a hatósági szabályzás kérdéskörén, a fogóedények vízzel történő feltöltése környezetkímélő, egyszerűen megvalósítható és költségkímélő elenyészően csekély. Ezek pedig fontos előnyök akkor is, ha a csapdákat a kártevő rajzásmenetének megfigyelésére használjuk, de kiváltképpen tömeges csapdázás alkalmával.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezzük ki köszönetünket Dr. med. vet. Kakukk Attila ültetvénytulajdonosnak, aki kísérleteinkhez helyszínt nyújtott, és a termesztési technológia során is messzemenően biztosította, hogy zavartalanul folytathassuk a vizsgálatainkat.

Hivatkozások

- Christian, P., Lavy, J. 1966. Troisième année d'étude de la sésie du pommier dans le Languedoc. Phytoma, 178: 27-32.
- Jósvai, J., Hári, K., Péntes, B., Szarukán, I., Szólláth, I., Vitányi, I., Koczor, S., Tóth, M. 2011. Nőstények fogására célzott csalétek kifejlesztése az almafaszitkár (*Synanthedon myopaeformis* Bork.) kémiai kommunikációjának kutatásával. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 21: 78-80.

- Mikulás, J. 1973. Adatok a *Synanthedon myopaeformis* Borkh. előfordulásáról üzemi gyümölcsösökben. Növényvédelem, 9: 20-23.
- 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. (in Hungarian with English abstract)
- Szántóné-Veszélka, M., Szócs, G. 2010. Darázs-szitkár málnásban is: Tömeges előfordulás és rajzásmenet megfigyelés varsás feromoncsapdával. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 20: 147-148.
- Szántóné-Veszélka, M., Kakukk, A., Szócs, G. 2009. A darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) rajzásának nyomkövetése ragacsos és varsás feromoncsapdákkal. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 19: 133-134. (in Hungarian with English abstract)
- Sziráki, Gy. 1989. Növényvédelem feromonos csapdákkal. Biofüzetek, 28: 1-36.
- Torzsa, S., Szántóné-Veszélka, M., Szócs, G. 2012. Csökkenteni lehet-e a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) hernyói által okozott kártétel mértékét az imágók tömeges feromoncsapdázásával szederültetvényben? Georgikon for Agriculture, 16: 127-132. (in Hungarian with English abstract)
- Tóth, M., Landolt, P., Szarukán, I., Szólláth, I., Vitányi, I., Péntes, B., Hári, K., Jósваи, J., Koczor, S. 2012. Female-targeted attractant containing pear ester for *Synanthedon myopaeformis*. Entomologia experimentalis et applicata, 142: 27-35.
- Veszélka, A. 1975. Az üvegszárnyú ribiszkepille (*Synanthedon tipuliformis* Clerk) előrejelzése csalogató anyagokkal. Növényvédelem, 11: 122-124.

**Néhány magyarországi szőlőültetvény kabóca-faunájának
tanulmányozása, különös tekintettel az amerikai szőlőkabócára
(*Scaphoideus titanus* BALL 1932)**

Ferenczi Gábor^{1*}, Keresztes Balázs¹, Kocsis László¹ és Zsolnai Balázs²

¹Pannon Egyetem Georgikon Kar, 8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

²Fejér Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság, 2481 Velence, Ország út

23.

*e-mail: ubigabor@gmail.com

Összefoglalás

2013-ban, Magyarországon is megtalálták a szőlő aranyszínű sárgaság (*Flavescence dorée*) fitoplazmát. Vektora az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus* Ball, 1932), már 2006 óta jelen van az országban. Első lépésként vizsgáltuk, hogy az adott ültetvények kabóca faunájára milyen hatást gyakorol a sorok és sorközök növényborítottsága, valamint a kulcskártevők elleni védekezés. Munkánk eredményeként azt tapasztaltuk, hogy a sor és sorközök gyommentesen tartása lényegesen lecsökkenti az ilyen területeken a kabócák abundanciáját, a kulcskártevők ellen alkalmazott védekezés ugyanakkor csekély hatással bírt populációjukra. Másodsorban az amerikai szőlőkabóca ellen inszekticid hatékonysági vizsgálatot is végeztünk.

Kulcsszavak: *Flavescence dorée*, szőlő aranyszínű sárgasága, kabóca, növényvédelem

Abstract

Grapevine flavescence dorée phytoplasma (*Ca. Phytoplasma vitis*) was discovered in Hungary in 2013. Its vector (*Scaphoideus titanus* Ball, 1932) has been presented in the country since 2006. As a first step, we examined the effect of the grape lines and line spacing plant coverage to the planthoppers fauna of a given vineyard, and the control of key pests. As a result of our work we experienced that keeping the grape lines and line spacing weed free substantially reduces the abundance of planthoppers on such areas. However, the control of key pests has little effect on

the population. Secondly, in connection with the *Scaphoideus titanus*, insecticide-efficiency examination was performed.

Keywords: *Flavescence dorée*, Grapevine flavescence dorée phytoplasma, planthopper, plant protection

Bevezetés

A kabócák (Auchenorrhyncha) hazánkban és világviszonylatban egyaránt jelentős helyet foglalnak el a növényeket károsító rovarok között. Közvetlen kártételük mellett közvetetten vírus és fitoplazma vektorként is számon tartják őket (Sáring, 1989). Európában a két legfontosabb, szőlő sárgaságot okozó fitoplazmás betegség, a karantén szőlő aranyszínű sárgaság (*Flavescence dorée*) fitoplazma, melynek vektora az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus*) (Dér, 2005; Dér és mtsai, 2008) és a fekete vesszőjűség (*Bois noir*), melynek pedig a sárgalábú recéskabóca (*Hyalesthes obsoletus*) (Maixner és mtsai, 1995; Sforza és mtsai, 1998). Mindkét kabócafaj előfordul Magyarországon, a kórokozók közül a fekete vesszőjűség fitoplazma már régóta megtalálható Magyarországon, a szőlő aranyszínű sárgaság fitoplazmát pedig 2013 augusztusában azonosították hazánkban (Kriston és mtsai, 2013). Külföldi tanulmányok alapján egyéb potenciális vektorai is lehetnek e két fitoplazmának. A fekete vesszőjűségnek a *Reptalus panzeri* recéskabóca (Cvrković és mtsai, 2013), az *Anaceratagallia ribauti* mezeikabóca (Riedle-Bauer és mtsai, 2008) és a *Dictyophara europaea* süvegeskabóca (Cvrković és mtsai, 2011) fajok, míg a szőlő aranyszínű sárgaság fitoplazmának az *Orientus ishidae* mezeikabóca (Mehle és mtsai, 2010) és a *Dictyophara europaea* (Filippin és mtsai, 2009).

2011- és 2012-ben végeztünk kabóca fauna felméréseket néhány Balaton-felvidéki szőlőültetvényben, ahol arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen a szőlőkben előforduló kabóca fauna érzékenysége a ma engedélyezett növényvédelmi kezelésekkel szemben és az ültetvény sorainak és sorközeinek gyomboritottsága hogyan befolyásolja azt. Mivel ezeken a területeken amerikai szőlőkabócát nem gyűjtöttünk, 2013-ban a Zala megyei Kerkateskándon és a Bács-Kiskun megyei Borotán, célzottan erre a fajra szerettünk volna rovarölő szeres hatásvizsgálatot beállítani.

Anyag és módszer

A Balaton-felvidéken, 2011-2012-ben, öt különböző szőlőültetvényből került sor a kabócák begyűjtésére. Az ültetvényeket eltérő növényvédelmi kezelésekben, talajművelésben és

talajápolásban részesítették, melyek a következő települések területein helyezkednek el: Cserszegtomaj, Badacsony, Tapolca, Várvolgy, Rezi (1. táblázat). Mindkét évben, mind a négy szőlőültetvényben, valamint a szőlőoltvány telepen a növényvédelmi technológiát az ültetvények tulajdonosai az eddigi gyakorlatuknak megfelelően, végezték. Az alkalmazott inszekticidés kezelések időpontjait és hatóanyagait a 2. táblázat tartalmazza.

A gyűjtések során fűhálózasos módszert alkalmaztunk, ahol 100 hálósapást 3 részre bontottunk ($33,3 \approx 33$) azért, hogy az ültetvényen átlósan vegyünk mintákat. Ugyanígy jártunk el a lombszinten végzett gyűjtésekkel is azzal a különbséggel, hogy ekkor a hálóval többször benyúltunk a lombzatba és apró mozdulatokkal megráztuk a tőkét vagy a kordonkart. A ruderális területeken szintén 3 x 33 hálósapásnyi mintát gyűjtöttünk jellemzően a sorok előtti, a sorok mögötti és az ültetvény oldala melletti területekről. A kabócákat Ribaut (1936, 1952), Ossiannilsson (1978, 1981, 1983) valamint Holzinger és munkatársai (2003) munkái alapján határoztuk meg.

1. táblázat. A vizsgált ültetvények jellemzői

Ültetvény	Terület (ha)	Fajta	Kor (év)	Tőke-művelés	Térállás (m)	Talajápolás	Növényvédelem
Cserszegtomaj	0,5	Nektár	20	ernyő	3x1	váltott sorközben fűvesített; mechanikailag gyomirtott	hagyományos
Badacsony	0,575	Pinot blanc	38	magas-kordon	3x1	váltott sorközben fűvesített; mechanikailag gyomirtott	AKG
Tapolca	1,5			oltvány-iskola	1,4x0,03-0,05	mechanikai (sorköz) és vegyszeres (sor) gyomirtás	hagyományos
Várvolgy	0,7	Olaszrizling	15	egyes-függöny	2,6x0,8	természetes gyomflóra, mechanikailag kezelt	ökológiai
Rezi	0,4	Cserszegi fűszeres	4	Moser-kordon	2x1	mechanikai (sorköz) és vegyszeres (sor) gyomirtás	hagyományos

2. táblázat. 2011-ben és 2012-ben alkalmazott rovarölő készítmények és hatóanyagok

Ültetvény	2011				2012			
	Időpont	Rovarölő szer	Hatóanyag	Hatás-spektrum	Időpont	Rovarölő szer	Hatóanyag	Hatás-spektrum
Cserszeg-tomaj	04.28	Vertimec 1,8 EC	1,8% abamektin	-	05.11	Vertimec 1,8 EC	1,8% abamektin	-
	06.01	Mavrik 24 EW	240 g/l tau- fluvalinát	széles	06.04	Coragen 20 SC	200 g/l klorantra- niliprol	széles
	07.21	Pyrinex 48 EC	480 g/l klórpiri- fosz	széles	07.19	Pyrinex 48 EC	480 g/l klórpiri- fosz	széles
Bada- csony	07.04	Avanut 150 SC	150 g/l indoxacarb	széles	-	-	-	-
Tapolca	07.06	Fendona 10 EC	10% alfametrin	széles	06.05	Fendona 10 EC	10% alfametrin	széles
	08.29	Omite 57 E	57% propargit	-	08.27	Omite 57 E	57% propargit	-
Várvölgy	-	-	-	-	-	-	-	-
Rezi	07.11	Match 050 EC	50 g/l lufenuron	széles	07.05	Match 050 EC	50 g/l lufenuron	széles
	07.25	Match 050 EC	50 g/l lufenuron	széles	07.20	Match 050 EC	50 g/l lufenuron	széles

Munkánk folytatásaként, 2013-ban a Zala-megyei Kerkateskándon és a Bács-Kiskun megyei Borotán kijelöltünk több kísérleti parcellát, zoocidok biológiai hatásának vizsgálatára, kimondottan a *Scaphoideus titanus* kabócafajra tesztelve. Készítményenként egy parcella, valamint kezeletlen kontroll parcella került kijelölésre, négy ismétlésben. Egy kisparcellát 10 szőlőtőke jelentett.

A kezelés előtti megfigyelések a kártevő lárvakelése kezdetének meghatározására, egyedszámának felmérésére valamint a kártevő ültetvényen belüli eloszlására terjedtek ki. A kísérleti ültetvényekben az előzetes felmérés alapján mind a lárvák mind pedig az imágók egyaránt rendkívül alacsony egyedszáma nem tette lehetővé a kísérlet beállítását, illetőleg lebonyolítását egyik helyszínen sem. Ebből kifolyólag laboratóriumi körülmények között teszteltük a *Scaphoideus titanus* imágókat ugyanazokkal a szerekekkel és dózissal, mint amit a kisparcellás körülmények között alkalmaztunk volna. Előzetes megbeszélések alapján az Actara

25 WG (kétféle dózis), Avaunt 150 EC és egy, hazánkban az idei évben megjelent új, elsősorban a szívó-kártevőkre kifejlesztett rovarölő szer, a Movento felhasználásával végeztük a hatásvizsgálatokat.

2013. szeptember 5-én, egy nagy izolátorba 50 db imágót helyeztünk, majd másnap 10 cm átmérőjű Petri-csészékben folytattuk le az inszekticidek tesztelését, melyekből elkészítettük az adott dózisokban a permetleveket. Az elkészült permetlevekekkel egy-egy, szintén körülbelül 10 cm átmérőjű szűrőpapír korongot kezeltünk és ezeket a kezelt korongokat helyeztük a lezárt petricsészékbe, a korongokra pedig a kabóca imágókat. Egy petricsészébe egy kabóca egyedét helyeztünk, egy rovarölő szerrel illetve koncentrációval négy ismétlésben. Készítettünk két kontrollt is, az egyikben egy frissen szedett (és kezeletlen) Börner szőlőalany levélre tettük a kabócát (a levél alatt tiszta desztillált vízzel nedvesített szűrőpapír korong), a másik pedig csak desztillált vízzel nedvesített szűrőpapír volt. A Movento szerrel ugyanezt a két kezelést elvégeztük, csak itt a frissen szedett szőlőlevelek (illetve az egész – Pannónia kincse fajtájú – töke, melyről a levelek származtak) 18 nappal a laborkísérlet előtt már kezelve voltak ezzel a felszívódó rovarölő szerrel. Evvel kapcsolatban arra voltunk kíváncsiak, hogy a szer – hatásmechanizmusából kifolyólag (miszerint a kezelt növényben több hét elteltével alakulnak ki az aktív, azaz rovarölő hatású molekulák) – egy korábbi kezelést követően mennyire hatékony egy szívókártevővel szemben.

A kiértékelést, a laboratóriumi, növényvédő szer tesztelési protokollnak megfelelően a 4., 24., 48. és a 96. órában végeztük el.

Eredmények

A Balaton-felvidéken, 2011-ben és 2012-ben összesen 46 faj 7429 egyedét gyűjtöttük. A fajlistát és az ültetvényen belüli fogási helyeket, egyedszámokat, valamint a relatív gyakoriságot (%) a 3. táblázat szemlélteti.

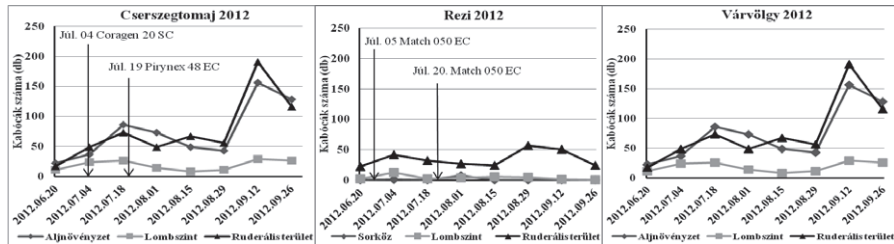
3. táblázat.2011–2012-es évben gyűjtött kabóca fajok listája.

Családnév	Fajnév	Aljnő- vényzet	Lomb- szint	Ruderália	Összesen	%
Cixiidae	<i>Cixius nervosus</i> (LINNAEUS 1758)	13	1	9	23	* ¹
	<i>Hyalesthes obsoletus</i> (SIGNORET 1865)	6		16	22	*
Delphacidae	<i>Asiraca clavicornis</i> (FABRICIUS 1794)	2	2	9	13	*
	<i>Dicranotropis hamata</i> (BOHEMAN 1847)	5		1	6	*
	<i>Delphax pulchellus</i> (CURTIS 1833)	113	5	38	156	2.1
	<i>Laodelphax striatellus</i> (FALLÉN 1826)	29		68	97	1.3
Dictyopharidae	<i>Dictyophara europea</i> (LINNAEUS 1767)	6		33	39	*
Issidae	<i>Issa coleoptratus</i> (FABRICIUS 1781)			4	4	*
Aphrophoridae	<i>Aphrophora alni</i> (FALLÉN 1805)	3	18	8	29	*
	<i>Neophilaenus lineatus</i> (LINNAEUS 1758)	2		7	9	*
	<i>Neophilaenus campestris</i> (FALLÉN 1805)	1			1	*
	<i>Philaenus spumarius</i> (LINNAEUS 1758)	67	34	95	196	2.6
Cicadellidae	<i>Allygidius abbreviatus</i> (LETHIERRY 1878)	13	1	8	22	*
	<i>Anacera tagalia ribauti</i> (OSSIANNILSSON 1938)	28	15	58	101	1.4
	<i>Arthaldeus striifrons</i> (KIRSCHBAUM 1868)			5	5	*
	<i>Allygus modestus</i> (SCOTT 1876)			1	1	*
	<i>Aphrodes bicinctus</i> (SCHRANK 1776)	10		28	38	*
	<i>Artianus interstitialis</i> (GERM 1821)	3		23	26	*
	<i>Cicadula persimilis</i> (EDWARDS 1920)	21		18	39	*
	<i>Chlorita paolii</i> (OSSIANNILSSON 1939)	4		7	11	*
	<i>Ciadella viridis</i> (LINNAEUS 1758)	11	3	4	18	*
	<i>Cicadula placida</i> (HORVÁTH 1897)	8		13	21	*
	<i>Doratúra homophyla</i> (FLOR 1861)	254	21	528	803	10.8
	<i>Emelyanoviana mollicula</i> (BOHEMAN 1845)	45	20	47	112	1.5
	<i>Empoasca solani</i> (CURTIS 1846)	1	12	3	16	*
	<i>Empoasca vitis</i> (GÖTHE 1875)	208	405	169	782	10.5
	<i>Errastunus ocellaris</i> (FALLÉN 1806)	18		50	68	1.0
	<i>Euscelis incisus</i> (KIRSCHBAUM 1858)	82	15	208	305	4.1
	<i>Eupelix cuspidata</i> (FABRICIUS 1775)			1	1	*
	<i>Eupteryx atropunctata</i> (GOEZE 1778)	6		1	7	*
	<i>Idiocerus herrichii</i> (KIRSCHBAUM 1868)		1		1	*
	<i>Jassargus obtusivalvis</i> (KIRSCHBAUM 1868)	13		26	39	*

	<i>Jassargus pseudocellaris</i> (FLOR 1861)			7	7	*
	<i>Macropsis infusata</i> (SAHLBERG 1871)	27		17	44	*
	<i>Macrosteles cristatus</i> (RIBAUT 1927)	5		28	33	*
	<i>Macrosteles laevis</i> (RIBAUT 1927)	81	38	378	497	6.7
	<i>Mocuellus collinus</i> (BOHEMAN 1850)	6	2	19	27	*
	<i>Neoaleturus fenestratus</i> (HERRICH-SCHÄFFER 1843)	61	7	40	108	1.4
	<i>Mocydia crocea</i> (HERRICH-SCHÄFFER 1837)	12		22	34	*
	<i>Mocydiopsis attenuata</i> (GERMAR 1821)	6		5	11	*
	<i>Psamotettix alienus</i> (DAHLBOM 1850)	1419	133	1558	3110	41.9
	<i>Psamotettix confinis</i> (DAHLBOM 1850)	157	13	243	413	5.6
	<i>Platymetopius dorsofenestratus</i> (DLABOLA 1958)			1	1	*
	<i>Recilia schmidtgeni</i> (WAGNER 1939)			3	3	*
	<i>Steptanus aemulans</i> (KIRSCHBAUM 1868)	8		72	80	1.1
	<i>Zyginidia pululla</i> (BOHEMAN 1845)	8	5	1	14	*
Membracidae	<i>Stictocephala bisonia</i> (KOPP & YONKE 1977)	11	1	24	36	*
Összesen:					7429	100,0

¹az 1% alatti értékek csillaggal jelölve

Eredményeink bemutatását három eltérő kezelésben részesített ültetvény egyik vizsgálati évének (2012) fogási adataival folytatnánk, mivel mindkét vizsgálati év időjárási viszonyai nagymértékben megegyeztek, így a két év gyűjtési adatai között sem mutatkozott jelentős különbség. A bemutatásra kerülő ültetvények közül a cserszegtomajiban (hagyományosan kezelt) mindkét évben, így a 2012-esben is a szeptemberi hónapban tapasztaltunk erős egyedszám emelkedést (1. ábra). A Reziben lévő ültetvényben (szintén hagyományosan kezelt és gyomirtott) gyűjtött kabócák egyedszáma alapján, a két év között szintén nagy a hasonlóság. Meglepő azonban, hogy a többi ültetvényben mutatkozó júliusi gyengébb és szeptemberi erősebb egyedszám növekedést itt nem tapasztaltuk (2. ábra). A várvölgyi ökológiai ültetvény (természetes gyomflórával borított) esetén a szőlőben és a ruderális területen gyűjtött kabócák száma nem volt kiugróan magasabb a kezelésben részesített ültetvényekhez képest (3. ábra). Mindkét évben – a többi ültetvényhez hasonlóan – bekövetkezett a szeptemberi egyedszám növekedés.



1–3. ábra. A Csereszegtomajon, Reziben és Várvolgyön gyűjtött kabócaék éves dinamikája

A 2013-as laboratóriumi vizsgálata alapján az inszekticiddel érintkező rovarok átlagosan az érintkezés pillanatától számítva egy napon belül elpusztultak (lásd 4. táblázat). A jelölések közül a pretergális („félíg hátonfekvő”) állapot azt jelenti, hogy adott rovarölő szerek esetében, a szerhatás elmúltával az egyed még életben maradhat (azaz újra lábra állhat és folytathatja normális életfunkcióit), a tergális („hátonfekvő”) állapot viszont már egy visszafordíthatatlan folyamat része. A mortális állapot pedig az elpusztult, mozdulatlan egyedeket jelöli. Az Actara két dózisa között különbséget nem tapasztaltunk. A két kontroll közötti különbséget pedig valószínűleg az okozta, hogy a levélen egy ideig még képes volt táplálkozni a kabóca, a csak szűrőpapírt tartalmazó petricsészében viszont táplálék hiányában hamarabb elpusztulhatott. A Movento „leveles” kezelés sikertelenségének oka elképzelhető, hogy nem a szer „hatástalanságában” keresendő, hanem esetleg a kezelést követően eltelt túl sok idő (18 nap). A gyártó ugyan nem közöl erről adatokat, de két kezelés között eltelt időnek minimum 14 napot javasol. Ebből és a kísérlet eredményéből kifolyólag (4. táblázat), feltételezésünk szerint az eltelt 14 (esetünkben 18) nap után nem maradt aktív hatóanyag a növényben.

4. táblázat. Szerhatások a különböző kiértékelési időpontokban.

Kezelések	2013. 09. 06.				2013. 09. 07.				2013. 09. 08.				2013. 09. 10.			
	4 óra				24 óra				48 óra				96 óra			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kontroll papír	é	é	é	é	m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontroll papír+levél	é	é	é	é	é	é	é	é	m	m	m	m	-	-	-	-
Movento papír	t	t	t	t	m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Movento	é	é	é	é	é	m	é	é	é	-	é	é	m	-	m	m

papír+levél																
Actara 10 ml / 100l	é	pt	pt	pt	m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Actara 25ml / 100l	pt	pt	é	pt	m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Avaunt	é	é	é	é	é	m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-

1, 2, 3, 4: ismétlések száma; é: élő; pt: pretergális; t: tergális; m: mortális

Megvitatás

Munkánk eredményeként megállapítható, hogy a 2011-ben és 2012-ben vizsgált ültetvényekben alkalmazott növényvédelmi kezelések egyik vizsgálati helyszínen sem gyakoroltak közvetlen hatást a kabócák populációjára. Mindez azzal magyarázható, hogy a rovarkártevők elleni növényvédelem a szőlő kulcskártetői (szőlómolyok) ellen irányultak. A növényi nedvekkel táplálkozó, szűrő-szívó szájszervű kabócák ellen a felszívódó vegyszerek alkalmasabbak. Az ültetvényeken gyűjtött kabócafajok egyikének sem elsődleges tápnövénye a szőlő, sokkal inkább a sor- és sorközben megtalálható takaró- és gyomnövények, ez magyarázhatja a sorközbeli előkerült fajok magasabb egyedszámát a lombszinten gyűjtöttekéhez viszonyítva. A szőlő lombszintjén gyűjtött kabócák, a gyomokon való táplálkozásuk során felugorhatnak a szőlőre, hogy ott próbászívásokat végezzenek. A szőlőültetvény gyomfelületének karbantartása vagy gyommentesen tartása célravezetőbbnek tűnik, mivel a fitoplazmát hordozó kabóca elsődlegesen a gyomnövények közül kikerülő tápnövényeit fertőzi, és többnyire csak véletlen próbászívásaival viszi át a szőlőre a kórokozót. Ez alól kivételt képez az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus*), melynek teljes életciklusa a szőlőn zajlik és lényegében monofág rovar lévén csak a szőlőn táplálkozik. A külföldi tapasztalatok alapján a kezelések a potenciális vektorfajok lárvái ellen irányulnak, mert a fiatalabb lárvák érzékenyebbek a rovarölő szerekkel szemben. A vizsgált ültetvények adataiból arra következtetünk, hogy a kontakt rovarölő szerrel való első, illetve második védekezést célszerűbb lenne inkább felszívódó készítményekkel végezni.

A 2013-as zalai és Bács-Kiskun megyei kísérletek előzetes megfigyelései szerint az ültetvények területein a lárvák eloszlása nem volt egyöntetű.

Az ültetvények bizonyos részein sokkal nagyobb volt az egyedsűrűségük, mint más ültetvényrészekben. A tőkénkénti egyedsűrűség sem volt homogén, a lárvák jobban kedvelték az alsóbb helyzetű leveleket, föld felé hajló hajtásokat. Esetenként az egymáshoz közeli két vagy

három levélen csoportosultak és a növény többi részein alig vagy egyáltalán nem voltak megtalálhatók. L₄-es és L₅-ös lárvastádiumban viszont már sokkal mozgékonyabbak, így az imágókhoz hasonlóan, a lombozat felsőbb szintjeiből is előkerültek. Véleményünk szerint azokban az ültetvényekben, ahol az amerikai szőlőkabóca populáció nincs kellően felfezaporodva, tehát kis abundanciával bír, nem lehet objektív következtetéseket levonni, egy ilyen körülmények között lebonyolított vizsgálatból. A kisparcellás kísérlet helyett elvégzett laboratóriumi vizsgálatok véleményünk szerint – legalábbis kabócák esetében – nem adnak pontos eredményeket. Egy hatékony növényvédelem kidolgozása megkívánja a kabócák biológiájának alapos ismeretét, illetve a kabóca populációk monitorozására alkalmas, hatékony módszerek, csapdázási formák kidolgozását. Jövőbeli célkitűzéseink e gondolatmenet mentén fogalmazódnak meg. Meglátásunk szerint a jobb monitoring rendszer kidolgozása valahol az állandó jelenlét (sárga lap), lárvák manuális számolása (levél/lárva) és a kopogtatás (egyed/parcella) együttes alkalmazásában keresendő.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Külön köszönet Erdeiné Dr. Dér Zsófiának a határozásban nyújtott segítségével.

Hivatkozások

- Cvrković, T., Jović, J., Mitrović, M., Krstić, O., Toševski, I. 2013. Experimental and molecular evidence of *Reptalus panzeri* as a natural vector of bois noir. Plant Pathology, DOI: 10.1111/ppa.12080.
- Cvrković, T., Jović, J., Mitrović, M., Krstić, O., Krnjajić, S., Toševski, I. 2011. Potential new hemipteran vectors of stolbur phytoplasma in Serbian vineyards. Bulletin of Insectology, Supplement 64: 129-130.
- Dér Zs. 2005. Kertészeti növények kabóca együtteseinek és szerepük a fitoplazmák terjesztésében. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék.
- Dér Zs., Koczor S., Zsolnai B., Szentkirályi F., Hajdú E., Alma A., Bertaccini A. 2008. Új szőlőkártevő Magyarországon az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus* Ball, 1932) Növényvédelem, 44 (5): 205-211.

- Filippin, L., Jović, J., Cvrković T., Forte V., Clair D., Toševski I., Boudon-Padieu E., Borgo M., Angelini E. 2009. Molecular characteristics of phytoplasmas associated with Flavescence dorée in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. *Plant Pathology*, 58 (5): 826-837.
- Holzinger W. E., Kammerlander I., Nickel H. 2003. The Auchenorrhyncha of Central Europe / Die Zikaden Mitteleuropas – Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae, Brill, Leiden.
- Kriston É., Krizbai L., Szabó G., Bujdosó B., Orosz Sz., Dancsházy Zs., Szönyegi S., Melika G. 2013. A szőlő aranyzínű sárgaság (Grapevine flavescence dorée, FD) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem*, 49 (10): 433-437.
- Maixner, M., Ahrens, U., Seemuller, E. 1995. Detection of the German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and a vector by a specific PCR procedure. *European Journal of Plant Pathology*, 101: 241-250.
- Mehle, N., Seljak, G., Rupar, M., Ravnikar, M., Dermastia, M. 2010. The first detection of a phytoplasma from the 16SrV (Elm yellows) group in the mosaic leafhopper *Orientalus ishidae*. *New Disease Reports*, 22: 11.
- Ossiannilsson F. 1978. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark I.: Introduction, Infraorder Fulgoromorpha. In: *Fauna Entomologica Scandinavica*, Klampenborg, Denmark. Vol. 7(1).
- Ossiannilsson F. 1981. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark II.: The Families Cicadidae, Cercopidae, Membracidae and Cicadellidae (excl. Deltocephalinae) In: *Fauna Entomologica Scandinavica*, Klampenborg, Denmark. Vol. 7(2).
- Ossiannilsson F. 1983. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark III.: The Family Cicadellidae: Deltocephalinae, Catalogue, In: *Fauna Entomologica Scandinavica*, Klampenborg, Denmark. Vol. 7(2).
- Ribaut H. 1936. Homoptères Auchenorrhynques I. (Typhlocybidae). *Faune de France* No. 31. Paris.
- Ribaut H. 1952. Homoptères Auchenorrhynques II. (Jassidae). *Faune de France* No. 57. Paris.
- Riedle-Bauer, M., Sára, A. and Regner, F. 2008. Transmission of a Stolbur Phytoplasma by the Agalliinae Leafhopper *Anaceratagallia ribauti* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). *Journal of Phytopathology*, 156 (11-12): 687-690.
- Sáringer Gy. 1989. Egyenlőszárnyú rovarok (Homoptera). In: Jermy T. és Balázs K. (szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve 2*. Bp. Akadémia Kiadó, 13-75.

Sforza, R., Clair, D., Daire, X., Larrue, J., Boudon-Padieu, E. 1998. The role of *Hyaletthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the occurrence of Bois noir of grapevines in France. *Journal of Phytopathology*, 146: 549-556.

Magyarországi arborétumok ragadozó atkafaunája (Phytoseiidae)

Hajdú Zsuzsanna és Nagy Dorián*

*Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék,
1118 Budapest, Villányi út 29-43.*

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

Összefoglalás

Magyarországon, az örökzöld növényeken élő ragadozó atkafauna vizsgálatára mindeddig kevés figyelem irányult. A legrészletesebb hazai megfigyeléseket idáig a Szarvasi Arborétumban végezték. Munkánk során ezért célul tűztük ki, hogy feltérképezzük a magyarországi arborétumok örökzöld növényein élő, a Phytoseiidae családba tartozó ragadozó atkafajokat.

Vizsgálatsorozatunk első állomásaként a Gödöllői Erdészeti Arborétumból, a Badacsonyörsi Folly Arborétumból, a Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjéből, a Kecskeméti Arborétumból, a Bábolnai Arborétumból, a soroksári és Ajka-Bódé községi örökzöld fajtagyűjteményekből gyűjtöttünk mintákat. A mintavételek során az *Abies*, *Chamaecyparis*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Cupressocyparis*, *Juniperus*, *Larix*, *Metasequoia*, *Picea*, *Pinus*, *Thuja*, *Taxus*, *Taxodium* nemzetségek különböző növényfajait és fajtáit vizsgáltuk át.

Az örökzöld növényállományokban végzett faunisztikai kutatásunk során összesen kilenc, a Phytoseiidae családba tartozó ragadozó atkafaj jelenlétét állapítottuk meg, nevezetesen az *Amblyseius andersoni*, az *Amblyseius tenuis*, az *Anthoseius bakeri*, az *Anthoseius involutus*, a *Kampimodromus aberrans*, a *Typhlodromus baccettii*, a *Typhlodromus bichaetae*, a *Typhlodromus pyri* és a *Typhlodromus ernesti* fajokat.

Kulcsszavak: Phytoseiidae, örökzöld atkafauna, arborétum

Abstract

The mite assemblages of evergreen coniferous trees had been fairly unknown in Hungary. Some of the available knowledge comes from the survey in the Botanic Garden of Szarvas. Therefore we commenced studies in order to determine the species composition of phytoseiid predatory mites occurring on conifers. The studies were carried out in six botanic garden

(Botanic Garden of Buda, Gödöllő, Badacsonyörs, Bábolna, Szeged, and Kecskemét) and in two evergreen variety collection in Soroksár and in Ajka-Bódé. During the time of our examination evergreen species had been examined in the genus *Abies*, *Chamaecyparis*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Cupressocyparis*, *Juniperus*, *Larix*, *Metasequoia*, *Picea*, *Pinus*, *Thuja*, *Taxus*, *Taxodium*. During the time of our examination nine zoophagous mite species from the family Phytoseiidae have been identified on evergreen coniferous trees, namely *Amblyseius andersoni*, *Amblyseius tenuis*, *Anthoseius bakeri*, *Anthoseius involutus*, *Kampimodromus aberrans*, *Typhlodromus baccettii*, *Typhlodromus bichaetae*, *Typhlodromus ernesti* and *Typhlodromus pyri*.

Keywords: Phytoseiidae, mite fauna, botanic garden, evergreen

Bevezetés

Magyarország természetföldrajzi adottságai, az ország kiváló termőterületei, a termeléshez ideális éghajlat megteremti a lehetőséget a magas színvonalú növénytermesztés megvalósításához. A növénytermesztési tevékenység elképzelhetetlen okszerű és fenntartható növényvédelem nélkül. A megfelelő mennyiségű és minőségű termékek elérése mellett olyan növényvédelmi technológiák alkalmazására van szükség, amelyek a legkevésbé terhelik a környezetet. Ezen cél elérésének útja a környezetbarát növényvédelmi technológiák kutatása és alkalmazása. A ragadozó szervezetek felhasználása a növényvédelemben talán az egyik legkörnyezetkímélőbb eljárás egyike. Fontos tényező azonban, hogy a növényvédelmi céllal betelepített ragadozó szervezet hatással legyen a célkártévő populáció-dinamikájára és a betelepített predátor ne bontsa meg a környezete biológiai egyensúlyát. Ezért fontosnak tartjuk a hazai faunában jelen lévő azon ragadozó szervezetek kutatását, megismerését, melyek felhasználása a későbbiek során a környezetkímélő növényvédelmi eljárások kidolgozását alapozhatja meg.

Következésképpen vizsgálatunk során célul tűztük ki, hogy újabb információkkal gyarapítsuk a hazai ragadozó atkafauna ismereteket. Feltérképezzük a magyarországi arborétumok örökzöld növényein élő, a Phytoseiidae családba tartozó ragadozó atkafaunát, ugyanis Magyarországon ez idáig kevés figyelem irányult e növénycsoporton élő ragadozó atkafauna vizsgálatára. A legrészletesebb hazai megfigyelések Komlowszky, 1984; Komlowszky és Jenser, 1987; Szabó, 1980 nevéhez fűződnek, akik részletesen tanulmányozták az örökzöldeken élő fitofág és zoofág atkafajok mennyiségi és minőségi viszonyait a Szarvasi Arborétumban. Számos szerző a hazai ragadozó atkafauna kutatásakor különböző növényekről gyűjtött mintákat az ország különféle

pontjain. Az ilyen típusú mintavételezések során számos örökzöld növényt is megvizsgáltak (Bozai, 1980, 1996; Ripka, 1998, 2000; Ripka és mtsai, 2002).

Anyag és módszerek

Vizsgálatsorozatunk első állomásaként a Budai Arborétumból, a Gödöllői Erdészeti Arborétumból, a Badacsonyi Folly Arborétumból, a Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjéből, a Kecskeméti Arborétumból, a Bábolnai Arborétumból, a soroksári valamint az Ajka-Bódéi községi örökzöld fajtagyűjteményekből gyűjtöttünk mintákat. A mintavételek során a *Juniperus*, *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Thuja*, *Taxus*, *Cupressus*, *Chamaecyparis*, *Cedrus* és a *Taxodium* nemzetségek különböző növényfajait vizsgáltuk át.

Mintavételi alkalmanként minden növényfajról tíz darab 10 cm-es hajtást metszettünk le. Az örökzöldek morfológiai tulajdonságaiból adódóan a növényi mintákról az atkákat tavasztól ősziig Zachadra és munkatársai (1988) által leírt lemosásos eljárással nyertük ki, mivel az általánosan használt sztereomikroszkópos átvizsgálás nem bizonyult elég hatékony módszernek. Az egy mintához tartozó 10 darab hajtást egy zárható, hengeres, 1000 ml űrtartalmú üvegedénybe helyeztük, melyet 300 ml 98%-os alkohollal töltöttük fel. Az edényt ezután szorosan bezártuk és 15 másodpercig erőteljesen ráztuk, majd körülbelül egy perces ülepedés után újra megismételtük a folyamatot. Csipesz segítségével a növényi részeket lerázva kiemeltük az edényből. Ekkor az üveget még egyszer enyhén megráztuk és dupla szűrőn átszűrtük a folyadékot. Az első szűrőn még csak a nagyobb törmelékek maradtak vissza, viszont a második szűrő a parányi ragadozóatkákat is felfogta. Az atkákat ezután a szűrőről egy Petri-csészébe mostuk le, majd a Petri-csésze tartalmát sztereomikroszkóp segítségével átvizsgáltuk, a fitofág és a zoofág atkák egyedszámát feljegyeztük. A téli mintavételek alkalmával az atkákat a növényi mintákról egy Berlese-Tullgren típusú atkafuttató segítségével izoláltuk, a futtatás során az atkák a készülék alján elhelyezett 98%-os alkohollal megtöltött üvegpohárkába hullottak. A Phytoseiidae családba tartozó atkákat Hoyer-oldatba preparáltuk. Meghatározásukat Karg (1993), Stammer (1963), illetve Chant és Yoshida-Shaul (1978) határozó kulcsai alapján végeztük.

Eredmények

Vizsgálatunk során összesen hat arborétum és két örökzöld fajtagyűjtemény ragadozó atkafaunáját térképeztük fel. A mintavételek alkalmával összesen kilenc ragadozó atkafaj jelenlétét állapítottuk meg a különböző örökzöld nyitvatermő növényeken. A határozás során

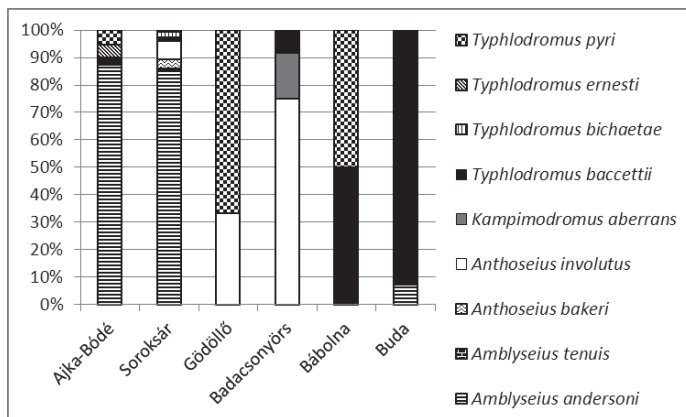
Magyarországi arborétumok ragadozó atkafaunája (Phytoseiidae)

megállapítottuk, hogy a begyűjtött egyedek az *Amblyseius andersoni* (Koch, 1957), az *Amblyseius tenuis* (Westerboer, 1963), az *Anthoseius bakeri* (Garman, 1948), az *Anthoseius involutus* (Livshitz és Kuznetzov, 1972), a *Kampimodromus aberrans* (Oudemans, 1930), a *Typhlodromus baccettii* (Lombardini, 1960), a *Typhlodromus bichaetae* (Karg, 1989), a *Typhlodromus ernesti* (Ragusa és Swirski, 1978) és a *Typhlodromus pyri* (Scheuten, 1857) fajokhoz tartoznak. A gyűjtések során 31 örökzöld nyitvatermő növényfajon állapítottuk meg valamely ragadozó atkafaj jelenlétét. A megtalált ragadozó atkák közül négy faj a vizsgált nyitvatermő növények közül több fajon is előfordult. Az *A. andersoni* 25 növényfajon, az *A. involutus* 14 növényfajon, a *T. pyri* és a *T. baccettii* fajok egyedei 10-10 növényfajon fordultak elő. A többi előkerült öt ragadozó atkafajt csak néhány vizsgált nyitvatermő növényről gyűjtöttük be (1. táblázat).

1. táblázat. Az örökzöld növények ragadozó atkafaunája (Phytoseiidae) (A-B=Ajka-Bódé, S=Soroksár, B=Buda, B.örs=Badacsonyörs, G=Gödöllő, Bna=Bábolna)

Növényfaj	Atkafaj								
	<i>Amblyseius andersoni</i>	<i>Amblyseius tenuis</i>	<i>Anthoseius bakeri</i>	<i>Anthoseius involutus</i>	<i>Kampimodromus aberrans</i>	<i>Typhlodromus baccettii</i>	<i>Typhlodromus bichaetae</i>	<i>Typhlodromus ernesti</i>	<i>Typhlodromus pyri</i>
<i>Abies alba</i>	S	S		S			S		
<i>Abies concolor</i>									A-B, Bna
<i>Abies nordmanniana</i>	A-B			B.örs	B.örs	B.örs		A-B	
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	S, A-B					S, A-B, B			S
<i>Chamaecyparis nootkatensis</i>	S			S, G					
<i>Cupressus arizonica</i>								A-B	
<i>Cupressus sempervirens</i>									
<i>Cupressus x leylandii</i>	S			S, B.örs		S			
<i>x Cupressocyparis leylandii</i>	A-B								
<i>Juniperus chinensis</i>	S, A-B			S					
<i>Juniperus communis</i>	S, A-B								S, A-B
<i>Juniperus conferta</i>	A-B								
<i>Juniperus horizontalis</i>	S, A-B								A-B
<i>Juniperus sabina</i>	S, B					B			S, G
<i>Juniperus scopulorum</i>	S					B			
<i>Juniperus virginiana</i>	S			S					S
<i>Larix decidua</i>	A-B								
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>									
<i>Picea abies</i>	S, A-B			S					G
<i>Picea glauca</i>	S, A-B	S		S					S
<i>Picea omorika</i>	A-B								
<i>Pinus mugo</i>	S, A-B		S	S					A-B
<i>Pinus sylvestris</i>	S		S	S		S	S		
<i>Pinus strobus</i>				B.örs					
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	A-B					A-B			
<i>Taxodium distichum</i>	S, A-B		S	S			S	A-B	S
<i>Taxus baccata</i>	S, A-B		S			B, Bna			
<i>Taxus media</i>	S		S						
<i>Thuja occidentalis</i>	S			S		B			
<i>Thuja orientalis</i> 'Pyramidalis	S			S					
<i>Thuja plicata</i>	S, A-B					B			

A Budai Arborétumból származó mintákból két ragadozó atkafaj előfordulását állapítottuk meg, nevezetesen a *T. baccettii* és az *A. andersoni* fajokét, mely esetben a *T. baccettii* faj egyedei alkották a minták 92%-át. A Gödöllői Erdészeti Arborétumból származó mintákból szintén két atkafaj egyedei kerültek elő, az *A. involutus* és a *T. pyri* ragadozó atkafajoké. Az arborétumban a minták nagyobb részét (66%) a *T. pyri* faj egyedei tették ki. A Badacsonyörsi Folly Arborétumban az *A. involutus*, a *K. aberrans* és a *T. baccettii* fajok közül az *A. involutus* faj egyedei fordultak elő legnagyobb egyedszámban, a relatív gyakoriságuk 75% volt. A Bábolnai Arborétumban *T. pyri* és a *T. baccettii* atkafajok azonos egyedszámban fordultak elő. A soroksári fajtagyűjteményben hét ragadozó atkafaj (*A. andersoni*, *A. tenuis*, *A. bakeri*, *A. involutus*, *T. baccettii*, *T. bichaetae*, *T. pyri*), az ajka-bódéi fajtagyűjteményben 4 ragadozó atkafaj (*A. andersoni*, *T. baccettii*, *T. ernesti*, *T. pyri*) előfordulását állapítottuk meg. Mind a két fajtagyűjteményben az *A. andersoni* egyedei voltak a leggyakoribbak, a soroksári állományban 83 %-os relatív gyakorisággal, az ajka-bódéi állományban 85%-os relatív gyakorisággal (1. ábra). A Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjéből, a Kecskeméti Arborétumból az eddigi gyűjtések során Phytoseiidae családba tartozó ragadozó atkák még nem kerültek elő a mintákból.



1. ábra. A ragadozó atkák (Phytoseiidae) dominanciája magyarországi arborétumokban és örökzöld fajtagyűjteményekben

Megvitatás

Vizsgálatunk során a megfigyelt hat arborétumban és két örökzöld fajtagyűjteményben összesen kilenc ragadozó atkafaj fordult elő. Az *A. andersoni* faj egyedei 25 örökzöld

növényfajon és -fajtán is előfordultak, valamint a soroksári és az ajka-bódéi állományban domináns ragadozó atkafajnak tekinthető. Megállapítható tehát, hogy az *A. andersoni* gyakori előfordulása nyitvatermő örökzöld növényeken. Ezt a megállapításunkat Komlovszky (1984) vizsgálatai is alátámasztják, aki a Szarvasi arborétumban az *A. andersoni* dominanciájáról számolt be.

A mintavételek során 14 növényfajon az *A. involutus* faj jelenlétét állapítottuk meg. Irodalmi adatokból ismert, hogy az *A. involutus* faj magyarországi örökzöld növényeken előfordul, Komlovszky (1984) a Szarvasi arborétumban *Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Thuja occidentalis* növényfajokról, Ripka és munkatársai (2002) *Juniperus scopulorum* növényfajról gyűjtötték a faj egyedeit. Vizsgálatai eredményeink alapján megállapítható, hogy az *A. involutus* a Badacsonyi Folly Arborétum domináns ragadozó atkafaja.

A *T. pyri* és a *T. baccettii* fajok jelenlétét 10-10 örökzöld növényfajról mutattuk ki, melyek közül a Gödöllői Erdészeti Arborétumban a *T. pyri*, a Budai Arborétumban pedig a *T. baccettii* faj bizonyult domináns ragadozó atkafajnak. A Magyarországon gyakori előfordulását *T. pyri* faj almaültetvények (Szabó és mtsai, 2013) és szőlőültetvények (Szabó és mtsai, 2010) gyakran domináns ragadozó atkafaja, így dominanciája a Gödöllői Erdészeti Arborétumban sem meglepő. Érdemesnek tarjuk kiemelni azt a vizsgálati eredményt, miszerint a *T. baccettii* faj a Budai Arborétum domináns atkafaja, ugyanis a ragadozó atkafaj magyarországi jelenléte csupán csak néhány éve ismeretes (Hajdú és mtsai, 2010). A Bábolnai Arborétumban *T. pyri* és a *T. baccettii* atkafajok azonos egyedszámban fordultak elő, így a dominancia viszonyok megállapításához további vizsgálatok szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

Bozai J. 1980. Adatok Magyarország atka-faunájának ismeretéhez (Acari). Folia Ent. Hung., 41: 193–194.

-
- Bozai J. 1996. Adalékok Magyarország ragadozóatka-faunájához (Acari: Phytoseiidae, Phytoseiinae). *Növényvédelem*, 32 (10): 521–525.
- Chan, D. A., Yoshida-Shaul, E. 1978. Descriptions of three new species in the genera *Amblyseius* Berlese and *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) in Canada, with descriptions of males of nine other species, and some new collection records. *The Canadian Entomologist*, 110 (10): 1059–1076.
- Hajdú Zs., Szabó Á., Péntes B. 2010. Örökzöldeken élő Phytoseiidae fajok. *Agrártudományi Közlemények, Különszám*, 39: 65–69.
- Karg, W. 1993. *Raubmilben (Die Tierwelt Deutschlands)*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Komlószy Sz. I. 1984. A fenyők (Coniferopsida) kártevő és ragadozó atka fajai. *Növényvédelem*, 20 (4): 166–173.
- Komlószy Sz. I., Jenser G. 1987. Az *Amblyseius finlandicus* Oudemans és a *Phytoseius plumifer* Canestrini et Fanzago ragadozó atkák gyakori előfordulása gyümölcsfákon. *Növényvédelem*, 23: 193–201.
- Ripka, G. 1998. New Data to the knowledge on the Phytoseiid Fauna in Hungary (Acari: Mesostigmata). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 33: 395–405.
- Ripka G. 2000. A díszfákon és díszcserjéken élő ragadozó és indifferens atkák (Acari: Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata). *Növényvédelem*, 36: 321–326.
- Ripka, G., Fain, A., Kazmierski, A., Kreiter, S., Magowski, W. L. 2002. Recent data to knowledge of the arboreal mite fauna in Hungary (Acari: Mesostigmata, Prostigmata and Astigmata). *Acarologia*, 42: 271–281.
- Stammer, H.-J. 1963. *Beitrage zur Systematik und Ökologie mitteleuropäischer Acarina. II: Mesostigmata I*. Leipzig.
- Szabó P.-né 1980. Faunisztikai vizsgálatok Tőserdő atkáin (Acari). *Folia Ent. Hung.*, 41: 377–378.
- Szabó, Á., Kóródi, I., Tempfli, B., Péntes, B. 2010. Phytoseiid mites in the Hungarian vineyards (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 45 (2): 337–347.
- Szabó, Á., Péntes, B., Sipos, P., Hegyi, T., Hajdú, Z., Markó, V. 2013. Pest management systems affect composition but not abundance of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in apple orchards. *Exp. Appl. Acarol.*, DOI 10.1007/s10 493-013-9752-0.
- Zachadra, M., Pultar, O., Muska, J. 1988. Washing technique for monitoring mites in apple orchards. *Experimental and Applied Acarology*, 5: 181–183.

A *Tibellus oblongus* agrobiont pókfaj lehetséges természetes ellenség szerepe a vírusvektor *Psammotettix alienus* kabóca fajjal szemben

Beleznai Orsolya^{1*}, Tholt Gergely² és Samu Ferenc²

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

²MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

*e-mail: beleznai.orsolya@agrar.mta.hu

Összefoglalás

A *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850) kabóca komoly károkat okozhat gabonátáblákban a búza törpülés vírus (WDV) terjesztésével, melynek egyedüli vektora. A vírusfertőzés ellen csak úgy védekezhetünk, ha a vektorokat gyérítjük. Előzetes terepi tapasztalatink alapján ebben az időszakban a *Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802) pókfaj az egyik domináns ragadozó a táblaszegélyek és táblák közti természetközeli területek gyepszintjében. Miután a közelmúltban számos vizsgálat kimutatta, hogy a pókok korántsem olyan szintű generalista ragadozók, mint ahogy azt eddig hitték, és a vizsgált területeken domináns *T. oblongus* fajról sem állnak rendelkezésünkre irodalmi ismeretek, ezért kutatásunk célja a pókfaj autökológiájának és az esetleges ragadozó-zsákmány kapcsolatnak a megismerése volt. Vizsgálataink segítségével feltérképeztük a faj fenológiáját, és megállapítottuk, hogy a populációs csúcs ténylegesen a gabona száradás, illetve az aratás időszakával esik egybe. A gyepek belsejében és a tábla felőli szegélyükben végzett felvételezéseinket összehasonlítva azt találtuk, hogy a pók kétszer nagyobb egyedsűrűséggel fordult elő a szegélyben. Miután ragadozó és préda egyidejű előfordulása igazolódni látszott, labor kísérletekben próbáltuk igazolni, hogy a zsákmányolás valóban megtörténik. A kísérletekhez a terepen begyűjtött és laboratóriumban fenntartott *P. alienus* adult, valamint a *T. oblongus* pókfaj juvenilis egyedeit használtuk. A választásos kísérletek statisztikai kiértékelése alapján a kabóca és muslinca egyformán preferált prédának bizonyult. Az arénában a ragadozásig eltelt időt a pók éhségszintje befolyásolta csak szignifikáns mértékben, a pók súlya és a préda faja nem. Végezetül a pókok fejlődését (testtömeg növekedését) vizsgáltuk kabóca, muslica, valamint vegyes táplálékon és éhezéssel kontroll mellett. Itt az egyes csoportok között nem volt szignifikáns különbség, a növekedés mértéke mindegyik táplálék esetén egyformán különbözött az éhezéssel kontrolltól. Kísérleteinkkel igazoltuk, hogy a pókok jókor vannak jó

helyen ahhoz, hogy a kabóca egyik legjelentősebb természetes ellenségei legyenek, és egyúttal a kabócák preferált prédáik közé is tartoznak.

Kulcsszavak: pók, kabóca, vírus vektor, természetes ellenség, predáció, táblaszegély, préda preferencia

Abstract

We intended to establish the potential for interaction between the wheat dwarf virus (WDV) vector leafhopper *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850), that is a dominant sap feeding pest in cereal fields, and the spider *Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802) that is among the dominant predators of grassy field margins. The relationship is important, because with the senescing of cereals the leafhopper species migrates to alternative host species, grasses. We analysed the potential of *T. oblongus* to be an effective natural enemy of *P. alienus* by studying the probability of their co-occurrence at the microhabitat and habitat scale and also seasonally. By gathering data from long term research (1994–2011) in six agricultural regions of Hungary, we assembled 96 one year long datasets obtained by suction sampling from the four key habitats of the agricultural landscape mosaic. The analysis showed that the spider both in space and time has the potential to prey on *P. alienus*, and its populations can reach considerable densities and represent high dominance among other spiders in the habitats of the leafhopper. Given this co-occurrence pattern, we devised laboratory experiments to study whether *P. alienus* is included among the preferred prey types of *T. oblongus*, and to ascertain whether prolonged feeding has no adverse effects and provides the nutrients for growth. *P. alienus* proved to be both a preferred prey type and one that can be utilized for growth by the spider. This study collected the circumstantial ecological and direct laboratory feeding trial proofs that *T. oblongus* can be an important biological control agent against the leafhopper pest *P. alienus*.

Keywords: spider, leafhopper, virus vector, natural enemy, predation, field margin, prey preference

Bevezetés

A ragadozó ízeltlábúak predációs tevékenységükkel a rovarpopulációk dinamikus egyensúlyának megőrzésében is szerepet játszanak. A legtöbb élőhelyen az egyik legfontosabb

generalista ízeltlábú csoportot a pókok alkotják. A pókoknak jelentős szerep juthat a préda populációk egyensúlyának szabályozásában, ugyanakkor az intraguild predáción keresztül más pók populációkra is hatással lehetnek (Moulder és Reichle, 1972).

A gabona kártevő és vírusvektor kabóca, *Psammotettix alienus* a gabona száradásakor és a betakarítás után a túlélés érdekében a Poaceae családba tartozó alternatív gazdanövényeire vándorol. A magyarországi Mezőföldön a Philodromidae családba tartozó *Tibellus oblongus* egy jól ismert agrobiont faj, mely nagy számban fordul elő réteken, és gabonaföldek melletti táblaszegélyeken és a mintavételi módszerek szerinti eddigi eredmények azt mutatják, hogy a kabóca konkrét mikrohabitatjában – vagyis a gabona vagy a fűfélék levelein – ez a leggyakoribb generalista ragadozó faj. A pókpopuláció késő nyáron tetőzik, szinkronban a *P. alienus* populációk éves csúcsával.

Emiatt merült fel annak a lehetősége, hogy a faj a pont ez időtáiban a tarlókról a gyepekbe vándorló *P. alienus* vírusvektor kabóca fajnak esetleges predátora, ezáltal komoly szerepe lehet a kabócák populációinak regulációjában.

Anyag és módszer

A *T. oblongus* ökológiájának megismeréséhez adathalmazokat válogattunk ki a több éves adatbázisunkból (Samu, 2003; Samu és mtsai, 2008). Az adatok 1994 és 2011 között, éves gyűjtések eredményeiből származnak, mely a mezőgazdasági mozaikos-táj habitat típusait reprezentálja. Az egyes élőhely típusok a következők voltak: szántóföldek; füves táblaszegélyek; zavart, másodlagos gyepek; természetes gyepek.

A pókok begyűjtését a laborkísérletekhez 2011 őszén, Mezőföldön D-vac rovarszívóval végeztük, mindegyik területen több percnyi szívással. Később az anyagból kiválogattuk a *T. oblongus* egyedeket, és kis, szivacs dugóval lezárt hengerekbe tettük őket egyesével, melyeknek alján nedvesített gipsz volt, hogy vizet tudjanak magukhoz venni az állatok. 2012 nyarán és őszén fűhálóval gyűjtöttük az állatokat a Növényvédelmi Intézet területén, a kísérleti parcellák melletti gyomos szegélyekből, ahol a vegetáció magassága nem volt több 1 méternél. Az összes állat begyűjtés után a klíma-szobába került, egy külön rekeszbe, szintén hosszúnappalos megvilágítás mellett.

A *Psammotettix* fajokat szintén rovarszívóval gyűjtöttük, folyamatosan sétálva, és az egy-két percig tartó szívások anyagát fátyolfólia-zsákba szórtuk. Ezután kiválogattuk a vizsgálat anyagául szolgáló állatokat, és fátyolfóliával letakart cserepes növényekre raktuk őket, majd klíma-szobában helyeztük el a cserepeket, hosszúnappalos megvilágítás mellett (világos periódus

14 óra, 23 °C-on; sötét periódus 8 óra 16 °C-on), mely kedvező volt a növényeknek is, és a kabócák fejlődésének is.

A pókok táplálék választásának megfigyelését 80 pókkal végeztük. Az állatok egységes éhségszintjének biztosításához a kísérleti alanyok öt-öt *Drosophila melanogaster*-t kaptak, utána pedig egységes ideig (5 napig) éheztek. A kísérletet Petri-csészékben végeztük, mindegyikbe előzőleg CO₂ gázzal elaltatott, három *P. alienus*, és három *D. melanogaster* került, majd miután az állatok felébredtek, beraktunk mindegyikhez egy-egy pókot is. Egy órán át figyeltük, hogy a pókok melyik zsákmányállatot választják, és mennyi időn belül sikerül az állatot becserkészniük és elfogyasztaniuk.

A pókok növekedésének és fejlődésének vizsgálatakor négy, egyenlő súlyeloszlású csoportra osztottunk 55 pókot abból a célból, hogy mindegyik csoport azonos tömegű biomasszát kapjon tápláléknak. Az első csoport minden etetésnél három *P. alienus*-t, a második csoport öt *D. melanogaster*-t, a harmadik csoport e két fajból kettőt-kettőt kapott, a negyedik csoport pedig az éhező kontroll volt. Figyeltük a túlélést, a súlygyarapodást, és a fejlődést, valamint minden alkalommal feljegyeztük, hogy melyik pók vedlett, és melyik pusztult el.

Eredmények

A mintavételi módszerek összehasonlításból az derül ki, hogy a lágyszárú növényzet, főként a fűfélék lomb szintjén a *T. oblongus* a leggyakoribb pókfajnak számít. A gyepfoltokban a felvételezéseket gyepfoltonként három-három helyen a gyep belsejében és a gyep táblával szomszédos szegélyében is (3 m-es sávban) végeztük. A „mintavételi pozíció” tényező hatását kevert lineáris modellel vizsgáltuk az egyedszám fogások logaritmusán. A random tényezőként szereplő gyepfolt változó a teljes variancia 64,68%-áért volt felelős, vagyis a pókfaj eléggé egyenetlenül oszlott el a gyepfoltok között. Gyepfolton belül a „mintavételi pozíció” hatása erősen szignifikánsnak bizonyult ($F=27,03$; $d.f.=1,13$; $P<0,0002$). A gyep szegélyében volt több pók, átlagosan több mint kétszer annyi, mint a gyep belsejében.

Az arénaként használt Petri-csészékben a pókok 82,5%-a zsákmányolt. A 80 pókból hat kétszer is zsákmányolt a megfigyelt egy órán belül és 37 egyed öt percen belül elkapta a kiválasztott prédát. A 66 zsákmányoló pókból 34 választott kabócát. A Manly-Chesson szelektivitási indexet (Schmidt és mtsai, 2012) használtuk az eredmények szemléltetésére: $\alpha = \ln((n1 - r1)/n1) / [\ln((n1 - r1)/n1) + \ln((n2 - r2)/n2)]$, ahol $n1$ a kezdeti *D. melanogaster* egyedek mennyisége, $n2$ a kezdeti *P. alienus* egyedek mennyisége, $r1$ az elfogyasztott muslica mennyisége és $r2$ az elfogyasztott kabóca mennyisége. Az $\alpha = 0,5$ -es szelektivitási index érték

azt jelzi, hogy a táplálkozó állat nem mutat preferenciát a két táplálék típus között, azokat az elérhetőség függvényében egyforma valószínűséggel fogyasztja.

A növekedés, fejlődés és túlélés vizsgálatok az eredményeink azt mutatják, hogy az éhezõ kontroll és a táplált csoportok között jelentõs a különbség. A táplált kísérleti csoportok a 11 kísérleti nap alatt szignifikáns testtömeg gyarapodást értek el, amennyiben a végsõ testsúly a kezdetihez viszonyítva szignifikáns növekedést mutatott. [GLMM pók súlyon, csak a táplált pókokat figyelembe véve, mint függõ változón, pók random faktor, a kísérleti szakasz (kísérlet kezdõ ill. végsõ napja), illetve a zsákmány típusa pedig fix faktorok voltak; a kísérleti szakasz hatása: $F=147.41$; $d.f.=1, 91$; $P<0.0001$; zsákmány típus hatása: $F=0.149$; $d.f.=2, 89$; $P=0.861$]. Az éhezõ kontroll esetében a póksúly szignifikáns csökkenést mutatott (páros t-teszt: $t=-3.27$; $d.f.=30$; $P<0.003$). Ha csak a táplált csoportokat hasonlítjuk össze, akkor az tapasztalható, hogy a pókok egyformán jól fejlődnek a kabóca étrenden, a kizárólag muslicát tartalmazó táplálékon, valamint a kevert étrenden. A táplált csoportok 3 mérésen alapuló testtömeg gyarapodását egy ANCOVA modellel vizsgáltuk. Látható, hogy a mérési napok számával a testtömeg erõsen szignifikáns pozitív kapcsolatban áll ($F=262.2$; $d.f.=1,183$; $P<0,0001$), de a préda típusnak semmiféle számottevõ hatása sincs ($F=0,0195$; $d.f.=2, 89$; $P=0.981$).

Megvitatás

Samu és Szinetár (2002) hosszútávú adatsorai alapján, a magyarországi agrobiont pókfajok listáján hatodik helyen szerepel a *Tibellus oblongus*. Ahogy ez a munka is mutatja, egy potenciális természetes ellenségnek nem kell feltétlenül a legdominánsabb fajnak lennie egy adott szántóföldön, az is elegendõ lehet, ha a faj a környezõ habitatokban magas abundanciát ér el. Egyre inkább elismert, hogy a tájképi elemek, mint például a gyepfoltok, szegélyek szerepet játszanak a biodiverzitásban és a növényvédelemben (Lövei és mtsai, 2006). A szegélyek nem csak közönséges, fél-természetes elemei a mezõgazdasági tájnak, hanem olyan habitatok, ahol nagy lehet a fajbõség, és az egyes fajok abundanciája. Az ilyen szegélyekben felszaporodhatnak az izeltlábú predátorok (Girma és mtsai, 2000; Lövei és mtsai, 2006; Muff és mtsai, 2009), ahogy ezt mi is tapasztaltuk a *Tibellus oblongus* pókfaj esetében. Valószínûleg azért találjuk meg ezt a fajt ilyen nagy számban a gyepek szegélyében, mert az általuk preferált füves habitatban élhetnek, viszont mind a szántókról, mind a gyepekrõl foghatnak prédát. A saját terepi gyûjtések, és az adatbázis lekérdezett adatai alapján is arra az eredményre jutottunk, hogy a *T. oblongus* egyedei egyenletlenül oszlanak el a gyepfoltok között, és a gyepek tábla felõli szegélyében kétszer annyi egyed található, mint a gyepek belsejében.

Az adatok kiértékelése után elmondható, hogy a pók populáció késő nyáron tetőzik az agrárterületeken, és mint a *P. alienus* irodalmi adataiból kiderült ez szinkronban van a kabóca populáció csúcsával (Sáringer, 1990; Manurung és mtsai, 2005).

Annak megállapítására, hogy egy predátor faj sikeres természetes ellensége lehet egy adott kártevő fajnak, meg kell határozni, hogy a préda vajon a predátor kedvelt prédatípusai közé tartozik-e, illetve hogy elfogyasztása nincs-e toxikus hatással, és lehetővé teszi-e a növekedést és fejlődést a predátor számára. A *Tibellus oblongus* szakirodalmának áttekintéséből kiderült, hogy a generalista pókoknak is vannak táplálék preferenciáik, nem fejlődnek egyformán jól a különböző táplálékokon. Hiába adott esetleg egy préda nagy számban, nem biztos, hogy elegendő esszenciális anyagot tartalmaz egy pók számára. Ezért a pókok leszűkítik táplálékaikat bizonyos rovarcsoportokra (Toft és Wise, 1999a; Toft és Wise, 1999b; Toft és Jensen, 1998; Toft, 1999).

Ebben a tekintetben fontos volt bizonyítani, hogy a *Psammotettix alienus* egyértelműen preferált prédája a *Tibellus oblongus*-nak, és még a hosszan tartó etetés sincs káros hatással a pókok fejlődésére. A prédapreferencia kísérletből kiderült, hogy a *T. oblongus* elfogadja zsákmányállatának a *P. alienus*-t, és ugyanolyan mértékben preferálja, mint a kontroll állat *Drosophila melanogaster*-t, amely az irodalmi adatok alapján is kedvelt prédája a pókoknak (Toft és Wise, 1999b; Schmidt és mtsai, 2012; Nentwig, 1986).

A növekedési és fejlődési kísérlet eredményeiből kiderült azonban, hogy a *T. oblongus* nem csak preferálja a *P. alienus* kabócát, de ugyanolyan jól fejlődik, mintha *D. melanogaster* muslicát kapna tápláléknak.

Ezekkel a kísérletekkel igazoltuk, hogy a *T. oblongus* megfelelő predátora lehet a vírusvektor *P. alienus*-nak, és így szerepet játszhat a szegélybe és az árvelésbe vándorló kabóca populációk ritkításában, ezáltal elősegítve a vírus terjedésének megakadályozását.

Kutatási eredményeinkből kifolyólag úgy gondoljuk, hogy fontos a mezőgazdasági területek mellett lévő természetes gyepek és gyomos társulások védelme, hiszen elsősorban itt található meg e pók faj.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA K 81971 pályázat támogatta.

Hivatkozások

- Girma, H., Rao, M. R., Sithanatham, S. 2000. Insect pests and beneficial arthropods population under different hedgerow intercropping systems in semiarid Kenya. *Agroforestry Systems* 50: 279–292.
- Lövei, G. L., Magura, T., Tóthmérész, B., Kodobocz, V. 2006. The influence of matrix and edges on species richness patterns of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in habitat islands. *Global Ecology and Biogeography* 15: 283–289.
- Manurung, B., Witsack, W., Mehner, S., Grüntzig, M., Fuchs, E. 2005. Studies on biology and population dynamics of the leafhopper *Psammotettix alienus* Dahlb. (Homoptera: Auchenorrhyncha) as vector of Wheat dwarf virus (WDV) in Saxony-Anhalt, Germany. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz - Journal of Plant Diseases and Protection* 112 (5): 497–507.
- Moulder, B. C., Reichle, D. E. 1972. Significance of spider predation in the energy dynamics of forest floor arthropod communities. *Ecological Monographs* 42: 473–498.
- Muff, P., Kropf, C., Frick, H., Nentwig, W., Schmidt-Entling, M. H. 2009. Co-existence of divergent communities at natural boundaries: spider (Arachnida: Araneae) diversity across an alpine timberline. *Insect Conservation and Diversity* 2: 36–44.
- Nentwig, W. 1986. Non-webbuilding spiders: prey specialists or generalists? *Oecologia* 69: 571–576.
- Samu, F. 2003. Can field-scale habitat diversification enhance the biocontrol potential of spiders? *Pest Management Science* 59: 437–442.
- Samu, F., Szinetár, C. 2002. On the nature of agrobiont spiders. *Journal of Arachnology* 30: 389–402.
- Samu, F., Csontos, P., Szinetár, C. (2008): From multi-criteria approach to simple protocol: Assessing habitat patches for conservation value using species rarity. *Biological Conservation* 141: 1310–1320.
- Sáringer, Gy. 1990. Három vírusvektor kabócafaj (*Javasella pellucida*, *Laodelphax striatella*, *Psammotettix alienus* – Homoptera: Auchenorrhyncha) hazai fejlődésmenete. Szántóföldi növénytermesztés VII. Országos Növényvédelmi és Agrokémiai Tanácskozása, Budapest.
- Schmidt, J. M., Sebastian, P., Wilder, S. M., Rypstra, A. 2012. The nutritional content of prey affects the foraging of a generalist arthropod predator. *PLOS ONE*. 7(11): e49223.
- Toft, S. 1999. Prey choice and spider fitness. *The Journal of Arachnology* 27: 301–307.

-
- Toft, S., Jensen, A. P. 1998. No Negative Sublethal effects of two insecticides on prey capture and development of a spider. *Pesticide Science* 52: 223–228.
- Toft, S., Wise, D. H. 1999a. Behavioral and ecophysiological responses of generalist predator to single- and mixed-species diets of different quality. *Oecologia* 119: 198–207.
- Toft, S., Wise, D. H. 1999b. Growth, development, and survival of a generalist predator fed single- and mixed-species diets of different quality. *Oecologia* 119: 191–197.

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) vegyszeres gyomirtási lehetőségei kukoricában

Labant-Hoffmann Éva* és Kazinczi Gabriella

Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar, Növénytudományi Intézet,

7400 Kaposvár Guba S. u. 40.

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

Összefoglalás

Szántóföldi kisparcellás kísérletekben kukoricában engedélyezett hat évelő kétszikű irtó hatással is rendelkező készítmény csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) elleni gyomirtó hatását vizsgáltuk. A gyomirtás hatékonyságát gyomirtási %-ban a hatályos herbicid vizsgálati módszertan szerint fejeztük ki, a kísérlet beállítását követő 19., 55. és a 110. napon. A vizsgált herbicidek közül a kezelést követő 110. napon Columbus EC (klopiralid + floraszulam + fluroxipir-meptil) és a Casper (proszulfuron + dikamba) + Fix Pro (hatásfokozó segédanyag) esetében a gyomirtó hatás 96 és 91 %-os volt, azaz nagyon jó. Elfogadható (88 %-os) gyomirtó hatást mutatott a Mester (foramszulfuron + izoxadifen-etil + jodoszulfuron-metil-Na) herbiciddel történt kezelés. A másik három herbicid hatása 70 % alatti, a hatékonyságuk a következő sorrendben csökkent: Monsoon Active (floramszulfuron + tienkarbazon-metil + ciproszulfamid), Lontrel 72 SG (klopiralid) és Banvel 480 S (dikamba). Összességében megállapítható, hogy valamennyi herbicid visszafogta a csicsóka növekedését, de üzemi szinten csak két kezelés (Columbus és a Casper+Fix Pro) biztosított elfogadható gyomirtó hatást.

Kulcsszavak: *Helianthus tuberosus*, csicsóka, kukorica, gyomirtás

Abstract

Weed control effects of six herbicides, being registered in maize and having weed control effects also for perennial dicotyledonous weed plants, were studied in small trial plots for Jerusalem artichoke - *Helianthus tuberosus* L. The weed killing effects were evaluated with a figure in the scale between 0 and 100. The herbicide effects were evaluated on 19th, 55th and

110th days after the treatment (DAT).. Among the herbicides studied Columbus EC (clopiralid + florasulam + fluroxypyr-meptil) and Casper + Fix Pro (prosulfuron + dikamba) showed very good weed killing effects; the efficiency was 96 and 91 %, respectively. Herbicide Mester (foramsulfuron + izoxadiphen-etil + jodosulfuron-methyl-Na) provided acceptable (88 %) efficiency. The other three herbicides studied showed efficiency below 70 %. The efficiency decreased in the following order: Monsoon Active (floramsulfuron + thienkarbazone-methyl + cyprosulfamide) followed by Lontrel 72 SG and Banvel 480 S (dikamba). It can be concluded that all treatments retained the growth of the Jerusalem artichoke but only two herbicides among the studied ones - Columbus EC and Casper + Fix Pro - provided efficiency acceptable in the agricultural practice.

Keywords: *Helianthus tuberosus*, Jerusalem artichoke, maize, weed control

Bevezetés

A geophyta növények, mint a *H. tuberosus* L. (csicsóka) a legnehezebben irtható gyomok közé tartoznak. Verburg et al. (1996) és Crawley (1997) szerint a csicsóka életformája álegyéves (pseudoannual): a vegetációs időszak végén ugyanis a teljes növény elpusztul, csak a szárgumók, mint szaporítóképletek maradnak a talajban, amelyekből a következő tenyészidőszakban az új, genetikailag azonos növényegyedek sarjadnak. Klonális növények, időben folyamatos interklonális kapcsolatok nélkül.

Somogy megyében több olyan szántóföldi táblát is találhatunk, ahol a csicsóka, mint gyomnövény komoly károkat okoz. Gyomosít többek között kukoricában, napraforgóban, lucernában, szójában és búzatarlón is. A 2011-ben kiadott gyombiológus szakemberek által szerkesztett „Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein” című könyvben a csicsókáról a következőket írják: „A csicsóka kettős hasznosítású takarmánynövény, azonban szántókon terhes gyommá válhat” (Pál et al., 2011). A 2007 – 2008. évi gyomfelvételezés adatai alapján a csicsóka a 73. szántóföldi gyomfajaink fontossági sorrendjében. A kukorica nyáreleji gyomfajai sorrendjében a 49. a nyárutói gyomfajok sorrendjében a 46. helyen áll, közvetlenül a nád (*Phragmites australis*) mögött.

A kultúrnövények gyomként való megjelenése számos negatív hatást hordozhat az adott kultúrában. Amerikai adatok szerint a kukoricában nagy csicsóka-fertőzöttség esetén akár 25 %-os termésveszteséggel is számolni kell. Szójában akár 91 %-os termésveszteséget is okozhat a magas csicsóka-fertőzöttség (Wall et al., 1986).

Vizsgálataink célkitűzése volt több, levélen keresztül felszívódó herbicid csicsóka elleni hatékonyságának értékelése kukorica kultúrában.

Anyag és módszer

A kísérletet 2013-ban Somogy és Tolna határán fekvő Gölle határában állítottuk be csernozjom barna erdőtalajon. A kukorica vetése 2013.04.25-én történt. A fajtája: P0105. Az elővetemény őszi búza volt, amit 2012-ben Granstar 50 g/ha és Starane 0,3 l/ha herbicidekkel gyomirtottak. A fontosabb talajadatok a következők voltak (0-30 cm-es mélységben): $pH_{(KCl)}$:6,5; K_A :40; humusz:1,8 %. A kísérleti területen 350 kg/ha karbamid műtrágyát juttattak ki 2013 tavaszán.

A vizsgálat 7 m hosszú, négy sort magában foglaló parcellákon történt (21 m²). A kísérletet négy ismétlésben véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A permetezést kézi parcella permetezővel végeztük, 330 l/ha-os vízmennyiséggel, 3 bar nyomáson Lechler IDK 12003 fűvókákkal. A posztemergens kezeléseket 2013.05.29-én a kukorica 5-7 leveles fenológiai állapotánál végeztük (BBCH 15-17). A kezelés idején a csicsóka hajtáshossza 25-30 cm volt (BBCH 25-29). Az alkalmazott készítményeket az 1. táblázatban mutatjuk be. A fejlett növényállományra – a csicsóka nagy levélfelületére való tekintettel - az évelő kétszikűek irtására engedélyezett legnagyobb dózist választottuk.

A gyomirtás hatékonyságát 0-tól 100-ig terjedő skálán (0=hatástalan, 100=kitűnő) egyetlen értékszámmal fejeztük ki (Dancza, 2004) a kísérlet beállítását követő 19., 55. és a 110. napon.

Eredmények

A kísérleti területen a csicsóka foltokban gyomosított. Azokban a kontroll parcellákban, ahol nagyon erős volt a gyomnyomás, már a kísérlet beállításának idején a 30 cm-es csicsókaállomány a fejlődésben jelentősen visszafogta a kultúrnövényt. Az első értékelés időpontjában pedig (19DAT) pedig már teljesen el is nyomta. A vegetáció közepén az erősen fertőzött kontroll parcellákban a csicsóka vált abszolút egyeduralmódóvá, 2 m magas áthatolhatatlan növényfalat alkotott. A többi gyomnövény a kukoricával egyetemben csak szórványosan volt látható. A csicsóka az agresszív és erős allelopatikus tulajdonsággal bíró fenyércirkot is elnyomta. A gyomirtási hatékonyság értékei az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat. A herbicid kezelések hatékonyságának vizsgálata csicsóka ellen

Herbicid	Dózis	Gyomirtó hatás (%)		
		19DAT* 2013.06.17.	55DAT 2013.07.23.	110DAT 2013.09.16.
Colombus EC (klopiralid 80 g/l + floraszulam 2,5 g/l + fluroxipir-meptil 144 g/l)	1,5	68	94	96
Banvel 480 S (dikamba 480 g/l)	0,7 l/ha	59	69	45
Casper + Fix-Pro (proszulfuron 50 g/kg + dikamba Na só 647 g/kg 80 % poliéterrel módosított trisziloxán + 20 % poliéter)	0,4 kg/ha + 0,2 l/ha	77	94	91
Mester + Mero (1% jodoszulfuron-metil- nátrium + 30 % foramszulfuron + 30 % izoxadifen-etil + dimetilált repecolaj 81 %)	150 g/ha + 2,0 l/ha	45	83	88
Lontrel 72 SG (klopiralid 720 g/kg)	170 g/ha	83	75	65
Monsoon Active (foramszulfuron nátrium 31,5 g/l + tenkarbazon-metil 31,5 g/l + ciproszulfamid 10 g/l)	2,0 l/ha	78	78	70

*DAT: nappal a kezelések után (days after treatments).

A kezelést követő 19. napon még egyik herbicid hatékonysága sem volt megfelelő (45-83%). Ennek oka valószínűleg az, hogy még nem állt rendelkezésre elég idő a herbicidek transzlokációjához és a gyomirtó hatás kifejtéséhez. A második értékelés idejére (55DAT) – a Monsoon Active és a Lontrel herbicidek kivételével – a kezelések hatékonysága növekedett. Üzemi szinten elfogadható hatékonyságot azonban csak a Columbus és a Casper + Fix Pro kezelések biztosították. A vizsgált herbicidek közül a kezelést követő 110. napon Columbus EC

és a Casper + Fix Pro esetében a gyomirtó hatás továbbra is nagyon jó (96 ill. 91 %-os) volt. Elfogadható (88 %-os) gyomirtó hatást mutatott a Mester herbiciddel történt kezelés. A másik három herbicid hatása 70 % alatti, hatékonyságuk a következő sorrendben csökkent: Monsoon Active, Lontrel 72 SG, Banvel 480 S (*1.táblázat*).

Megvitatás

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy mindegyik gyomirtó szer visszafogta a csicsóka növekedését, teljes pusztulást azonban nem okoztak. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a csicsóka kérdést, mint gyomproblémát egyetlen vegyszeres kezeléssel, mechanikai és agrotechnikai gyomirtás nélkül megoldani nem lehet. Erre viszont csak akkor kerülhet sor, ha a csicsóka elleni védekezést - a többi évelőhöz hasonlóan - tarlón végezzük, illetve egy csicsóka elleni célzott komplex védekezési tervet dolgozunk ki, ami több évre kiterjed, magába foglalva a vetésváltásban rejlő lehetőségeket, és az integrált gyomszabályozás egyéb elemeit is.

A tarlón történő védekezést a gyomnövény biológiája is indokolja. Évelő jellege miatt, a föld feletti hajtásainak elpusztításával egyidőben a növény földalatti tarackjait/gumóit is el kell pusztítani. A gyomirtó hatás viszont akkor a legteljesebb, amikor a tarack anyagcseréje fokozott aktivitást mutat, ugyanis ilyenkor a tápanyagszállítás és ezen keresztül a herbicidek transzportja a hajtásokból a földalatti szervek felé is fokozódik. A nyár vége felé a csicsóka levelei szenescens állapotba kerülnek, tehát a növény célja a tápanyagok „átmentése” a növény más, áttelelő részeibe. Ebben az időszakban fokozódik a szacharóz gumókba történő transzlokációja (Jefford és Edelman, 1960, Incoll és Neales, 1970). A tarack anyagcseréje a nyár végi őszi eleji időszakban a legaktívabb, tehát ilyenkor célszerű a herbicid kezeléseket elvégezni. A fenti gyomirtó hatékonyságra vonatkozó feltételezést szükséges a továbbiakban megfelelő szántóföldi kísérletekkel is alátámasztani.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP -4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – hazai hallgatói illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- Crawley, M. J. (ed.) 1997. Plant Ecology. Second Edition. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Dancza I. szerk. 2004. Herbicid vizsgálati módszertan. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Növény- és Talajvédelmi Főosztály. Budapest. 29-48.
- Incoll, L. D., Neales, T. F. 1970. The stem as a temporary sink before tuberization in *Helianthus tuberosus* L. *J. Exp. Bot.* 12: 177-187
- Jefford, T. G., Edelman, J. 1960. Changes in content and composition of fructose polymers in tubers of *Helianthus tuberosus* L. during growth of daughter plants. *J. Exp. Bot.* 12: 177-187
- Pál R. Hoffmanné Pathy Zs., Benécsné Bárdi G. 2011. A kultúrnövények gyomosító szerepe. In: Novák R., Dancza I., Szentey L., Karamán J: (szerk.), Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. – Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest, 349-355.
- Verburg, R. W., Kwant, R., Werger, M. J. A. 1996. The effect of plant size on vegetative reproduction in a pseudo-annual. *Vegetatio* 125: 185-192.
- Wall, D. A., Kiehn, F. A., Friesen H. G. 1986. Control of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) in Barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Science* 34: 761-764

Tankkombinációs lehetőségek imidazolinon toleráns repcében

Ádámszki Tamás és Torma Mária*

BASF Hungária Kft., 1132 Budapest Váci út 30.

**e-mail: tamas.adamszki@basf.com*

Összefoglalás

A kísérletek célja az volt, hogy vizsgáljuk a Cleratop gyomirtó szer hatékonyságát önállóan és nedvesítőszerrel együtt. Mindez mellett arra is kerestük a választ, hogy Cleratop biztonságosan kijuttatható-e tankmix formájában graminiciddel, rovarölő szerrel és növényi regulátorral. 2010-ben három, míg 2011-ben két helyszínen állítottuk be a kísérleteinket. A területeken változatos gyomflóra uralkodott. A repcére jellemző egy- és kétszikű fajok is megtalálhatóak voltak. A keresztesvirágú gyomnövények, a *Stellaria media* és a *Conium maculatum* ellen kiváló hatékonyságúnak bizonyult az önálló Cleratop is, azonban számos gyomnövényvel szemben szükséges az adjuváns (Dash HC) alkalmazása. A kísérletek eredménye alapján elmondható hogy, a Cleratop gyomirtó szer és a Dash HC nedvesítőszer tankkombinációban használható rovarölő, regulátor és speciális egyszikű irtószerekkel. A kombinációk számottevő fitotoxicitást nem okoznak.

Kulcsszavak: repce, gyomirtás, Cleratop, kombinációk

Abstract

The aim of trials was to compare the herbicide efficacy of Cleratop alone and with adjuvant. Beside this, our target was also to determine the possibility and risk of different tank mix partners (graminicide, insecticide, plant growth regulator) together with Cleratop. Experiments were set up at three and two places in 2010 and 2011, respectively. Experimental areas were heavily infested with weeds. Monocot and dicot weeds characterized the weed flora of oilseed rape were also found. Imazamox and metazachlor combination (Cleratop) without adjuvant gave a really good efficacy against cruciferous weeds, *Stellaria media* and *Conium maculatum*, but Dash HC adjuvant (methyl oleate+methyl palmitate) is essential for control of some other weeds. Based on our experiments is it believed that Cleratop and Dash HC can be used in tank combination

together with insecticide, plant growth regulator and graminicide. These mixtures didn't cause significant phytotoxicity on oilseed rape.

Keywords: oilseed rape, weed control, Cleratop, tank mix

Bevezetés

A repce az elmúlt években Magyarország egyik meghatározó kultúrnövényévé vált, köszönhetően a növényi olajok iránti kereslet növekedésének (Tikász – Varga, 2013). A repcében elsősorban a téli egyévesek (T1, T2 életformához tartozó gyomok) károsítanak. A legfontosabb fajoknak az *Anthemis* spp, a *Matricaria inodora*, a *Papaver rhoeas*, a *Galium aparine*, az *Apera spica-venti* valamint a kalászos árvakelések tekinthetők (Novák, 2006, Ughy, 2009, Benecsné, 2010). Ezen felül mára több, a repcével azonos családba tartozó gyomnövénynek (*Sinapis*, *arvensis*, *Descurainia sophia*) egyre nagyobb a jelentősége. (Eőri, 2001, Nagy, 2003).

A repce vegyszeres gyomirtásához viszonylag kevés hatóanyag áll a rendelkezésünkre. A legtöbb készítmény talajon keresztül fejt ki hatását (Ocskó, 2011). Repce állományban a levélen keresztül felszívódó gyomirtó szerek listája viszonylag szűk. Ezen herbicidek, illetve kombinációik hatása a keresztesvirágú gyomokra nem terjed ki. Egyszikű fajok ellen a graminicides kezeléssel kiegészített gyomirtási technológia nyújt megfelelő eredményt (Blackshaw – Harker, 1992, Ughy, 2009, Reisinger, 2010).

A repce posztemergens gyomirtásában jelentős lépést jelentett Swanson et al. (1989) munkája. Ők *in vitro* mikrospóra mutagenézissel és szelekcióval dupla haploid imidazolinon ellenálló repcenövényeket állítottak elő. Az imidazolinon családba tartozó készítmények kiváló hatásúak mind az egyszikű, mind a kétszikű gyomnövények széles skálája ellen (Tarjányi, 1988).

Anyag és módszerek

A kísérleteket a 2010/2011-es repcetermesztési szezonban Győrben, Csabacsüdön és Makón, 2011/2012-ben pedig Ászáron és Szarvason állítottuk be. A táblák előveteménye minden egyes esetben őszi búza volt.

A kísérletekben különböző, imazamox hatóanyaggal szemben ellenálló repcefajtákat használtunk. A kísérleteket három ismétlésben véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A Cleratop herbicidet (17,5 g/l imazamox és 375,0 g/l metazaklört) 2,0 l/ha-os dózisban önállóan és

különböző tankkombinációkban jutattuk ki repce állományban a gyomnövények 2-4 leveles állapotában. A kombinációkban nedvesítőszer (Dash – 18,5 % metiloleát + 18,5 % metilpalmitát), regulátort (Caramba Turbo – 30 g/l metkonazol + 210 g/l mepiquat-klorid), graminicidet (Focus Ultra – 100 g/l cikloksidim) és rovarölő szer (Fendona – 100 g/l alfacipermetrin) használtunk. Ezeket a készítményeket az 1. táblázatban található kombinációkban jutattuk ki mindkét évben. Minden kezeléshez 200 l/ha permetlevet használtunk fel.

1. táblázat. A kísérletben alkalmazott kezelések

Sorsz.	Kezelés	Dózis	Sorsz.	Kezelés	Dózis
1	CHECK				
2	CLERATOP	2.0 L/HA	8	CLERATOP	2.0 L/HA
	CLERATOP	2.0 L/HA		FOCUS ULTRA	1.5 L/HA
3	DASH	1.0 L/HA		FENDONA 10 SC	0.1 L/HA
	DASH	1.0 L/HA		DASH	1.0 L/HA
4	CLERATOP	2.0 L/HA	9	CLERATOP	2.0 L/HA
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA		FOCUS ULTRA	1.5 L/HA
	CLERATOP	2.0 L/HA		CARAMBA TURBO	1.0 L/HA
5	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA		DASH	1.0 L/HA
	DASH	1.0 L/HA		CLERATOP	2.0 L/HA
	CLERATOP	2.0 L/HA	10	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA
6	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA		CARAMBA TURBO	1.0 L/HA
	DASH	1.0 L/HA		DASH	1.0 L/HA
	CLERATOP	2.0 L/HA		FENDONA 10 SC	0.1 L/HA
7	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA			
	DASH	1.0 L/HA			

Az értékeléseket a kezelést követő 7., 14., és a 30. napon, végeztük el, ahol a herbicid kezelés eredményességét gyomfajonként hatékonysági %-ban adtuk meg. A fitotoxicitás mértéke szintén %-ban került meghatározásra. A kísérleti területeken az értékelés időpontjában gyomfelvételezést is végeztünk, ahol meghatároztuk a terület gyom-összetételét, illetve az egyes fajok átlagos boritottságát %-ban.

Eredmények

Gyomfelvételezés és fitotoxicitás

Az öt kísérleti helyszín jellemző gyomnövényeit és azok borítási értékeit a 2. táblázat tartalmazza. A *Descurainia sophia* négy, a *Matricaria inodora* és a *Papaver rhoeas* három-három, az árvakelésű *Triticum aestivum* kettő, míg a többi gyomnövény csak egy kísérleti területen volt megtalálható.

2. táblázat. Gyomboritottsági adatok %-ban, 2010-2011

		2010			2011	
		Csabacsüd	Makó	Győr	Szarvas	Ászár
		Borítási %	Borítási %	Borítási %	Borítási %	Borítási %
<i>Apera spica-venti</i>	APESV	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00
<i>Chenopodium hybridum</i>	CHEHY	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Conium maculatum</i>	COIMA	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Datura stramonium</i>	DATST	14,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Descurainia sophia</i>	DESSO	4,20	12,67	7,42	0,00	12,60
<i>Lamium amplexicaule</i>	LAMAM	0,00	1,00	0,00	0,00	2,20
<i>Matricaria inodora</i>	MATIN	1,67	1,67	0,00	16,40	0,00
<i>Papaver rhoeas</i>	PAPRH	0,00	13,33	9,80	0,00	16,40
<i>Stellaria media</i>	STEME	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Triticum aestivum</i>	TRZAW	4,33	0,00	0,00	3,33	0,00
<i>Veronica hederifolia</i>	VERHE	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A 3. táblázat tartalmazza a 2010. és 2011. évi fitotoxicitás mértékét a kezelés utáni 7. és 30. napon. A kezeletlen sorban a kultúrnövény borítási % adatait tüntettük fel.

3. táblázat. Fitotoxicitás mértéke (%), 2010-2011

Sorsz.	Kezelés	Dózis	Csabacsüd		Makó		Győr		Szarvas		Ászár	
			2010.10.17	2010.11.12	2010.10.01	2010.11.17	2010.10.07	2010.11.23	2011.10.12	2011.11.22	2011.10.24	2011.11.17
1	KEZELETLEN		20	50	30	60	25	60	20	50	30	60
2	CLERATOP	2.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DASH	1.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CLERATOP	2.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DASH	1.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CLERATOP	2.0 L/HA	2	0	2,3	0	0	0	2	0	2,3	0
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA	2	0	2,3	0	0	0	2	0	2,3	0
5	CLERATOP	2.0 L/HA	2,7	0	2,3	0	0	0	2,7	0	2,3	0
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA	2,7	0	2,3	0	0	0	2,7	0	2,3	0
	DASH	1.0 L/HA	2,7	0	2,3	0	0	0	2,7	0	2,3	0
6	CLERATOP	2.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DASH	1.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	CLERATOP	2.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DASH	1.0 L/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	CLERATOP	2.0 L/HA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	CLERATOP	2.0 L/HA	3	0	2	0	0	0	3	0	2	0
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA	3	0	2	0	0	0	3	0	2	0
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA	3	0	2	0	0	0	3	0	2	0
10	DASH	1.0 L/HA	3,3	0	2,3	0	0	0	3,3	0	2,3	0
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA	3,3	0	2,3	0	0	0	3,3	0	2,3	0
	DASH	1.0 L/HA	3,3	0	2,3	0	0	0	3,3	0	2,3	0
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA	3,3	0	2,3	0	0	0	3,3	0	2,3	0

Tankkombinációs lehetőségek imidazolinon toleráns repcében

Hatékonyaság

A 2010. és 2011.-évi hatékonysági adatokat 4-5. táblázat tartalmazza. Az adatok %-os formában mutatják a kezelések után 30. napon elvégzett értékelések eredményét.

4. táblázat. A kezelések hatékonysága 2010-ben

Sorsz.	Kezelés	Dózis	Csabacsúd 2010.11.12								Makó 2010.11.17				Győr 2010.11.23		
			COIMA	DESSO	MATIN	VERHE	STEME	TRZAW	CHEHY	DATST	DESSO	MATIN	PAPRH	SINAR	PAPRH	APESV	SYSSO
			1	KEZELETLEN													
2	CLERATOP	2.0 L/HA	99	100	87,3	92,5	100	78,3	82	92	99,7	85	77	100	70	88	96,67
3	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	98	100	100	100	97	100	99,3	98	98	100	95	98	100
	DASH	1.0 L/HA															
4	CLERATOP	2.0 L/HA	99	100	97	99	100	98,7	94	99	100	96	100	100	92	95	98
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA															
5	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	100	100	100	100	100	100	99,3	100	97	100	98	100	100
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA															
	DASH	1.0 L/HA															
6	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	97	100	100	100	100	100	99	95	98,3	100	95	100	100
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA															
	DASH	1.0 L/HA															
7	CLERATOP	2.0 L/HA	99,3	100	97	100	100	100	100	100	100	95,7	99,3	100	94	100	100
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA															
	DASH	1.0 L/HA															
8	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	99,3	100	100	100	100	100	100	98,7	100	100	96	100	100
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA															
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA															
9	CLERATOP	2.0 L/HA	99,3	100	100	100	100	100	100	100	97,7	97,7	97	100	98	100	100
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA															
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA															
10	DASH	1.0 L/HA															
	CLERATOP	2.0 L/HA	95,3	100	100	100	100	100	100	100	98,3	98,7	98	100	98	100	100
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA															
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA															

5. táblázat. A kezelések hatékonysága (%) 2011-ben

Sorsz.	Kezelés	Dózis	Szarvas 2011.11.22					Ászár 2011.11.17			
			MATIN	CHEAL	CAPBP	TRZAW	PAPRH	DESSO	LAMAM	CHEAL	
			1	KEZELETLEN							
2	CLERATOP	2.0 L/HA	92,5	98,3	100	75	81,7	95	81,7	95	
3	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	100	97,2	97,3	100	95	99,3	
	DASH	1.0 L/HA									
4	CLERATOP	2.0 L/HA	99,3	100	100	96,5	98	100	97,7	100	
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA									
5	CLERATOP	2.0 L/HA	99,7	100	100	98	97,5	100	98	100	
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
6	CLERATOP	2.0 L/HA	98,5	100	100	100	97	100	96,2	100	
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
7	CLERATOP	2.0 L/HA	98	100	100	97,2	97,2	100	96,8	100	
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
8	CLERATOP	2.0 L/HA	99	100	100	100	97,5	100	97	100	
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA									
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
9	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	100	100	99	100	98	100	
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA									
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
10	CLERATOP	2.0 L/HA	100	100	100	100	99	100	98	100	
	FOCUS ULTRA	1.5 L/HA									
	CARAMBA TURBO	1.0 L/HA									
	DASH	1.0 L/HA									
	FENDONA 10 SC	0.1 L/HA									

Megvitatás

Harker et al. 1995-ös eredményeiből kitűnik a tankombinációk gyakran fitotoxikus hatásúak lehetnek a kultúrnövényeinkre. Vizsgálatainkból kiderül, hogy a Cleratop gyomirtó szer önmagában és nedvesítőszerrel együtt sem okoz semmilyen káros elváltozást a imidazolinon toleráns repcében. A készítmény biztonságosan keverhető ezen kívül rovarölő szerrel és graminiciddel is. Amennyiben a Cleratop-ot regulátorral (Caramba Turbo) tankombinációban használjuk, akkor enyhe mértékű, rövid időn belül eltűnő fitotoxicitást tapasztalhatunk. A tünetek elsősorban erősebb mértékű reguláló (kisebb, sötétzöldebb növény) hatásban nyilvánulnak meg.

Az imazamox + metazaklor kombináció nedvesítőszer nélkül is kiváló hatékonysággal alkalmazható a keresztesvirágú gyomnövények (*Capsella-bura pastoris*, *Descurainia sophia*, *Sinapis arvensis*) a *Stellaria media* és a *Conium maculatum* ellen. Azonban számos gyomnövény (*Lamium amplexicaule*, *Matricaria inodora*, *Papaver rhoeas*, *Veronica hederifolia*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Datura stramonium*, *Apera spica-venti* és az árvakelésű *Triticum aestivum*) ellen a hatékonyság fokozására szükség van a nedvesítőszerre (Dash HC). Ez teljesen megegyezik Kent et al. 1991 vizsgálataival, miszerint az imazamox hatékonyságát a nedvesítőszerrel jelentősen javítják.

A kísérletek alapján elmondható, hogy a Cleratop és nedvesítőszer kombináció keverhető speciális egyszikűirtó szerekkel, azonban erre az *Apera spica-venti* és az árvakelésű *Triticum aestivum* esetében nincs szükség. Ezen gyomnövények ellen már az imazamox + metazaklor + nedvesítőszer is kiváló hatékonyságot biztosít.

Amennyiben a Cleratop és nedvesítőszer kombinációt regulátorral tankmixben juttatjuk ki, a gyomnövények elleni hatékonyság néhány százalékkal javul. Ennek a kombinációnak a felhasználását azonban korlátozza, hogy gyomirtó szer és a regulátor felhasználásának javasolt időpontja gyakran nem esik egybe.

A kísérletek alapján elmondható, hogy az imazamox + metazaklor + nedvesítőszer kombináció óriási előnye a repcével azonos családba tartozó keresztesvirágú gyomokkal szemben figyelhető meg. Fontos kiemelni azt is, hogy a kombináció alkalmazásával egy menetben tudunk védekezni nemcsak a kétszikű, de az egyszikűek gyomnövények ellen is. Ugyanezeket az eredményeket figyelte meg Pfenning et. al (2012) a Clearfield repce hatékonyságát vizsgálva.

Hivatkozások

- Benechné B. G. 2010. A repce gyomviszonyiról és gyomirtásáról az állandóság és a változás jegyében. *Agroforum Extra* 34: 30-36.
- Blackshaw, R. E., Harker, N. K. 1992. Combined postemergence grass and broadleaf weed control in canola (*Brassica napus*). *Weed Technology* 6: 892-897.
- Eőri, T. 2001. A repce termesztése, Budapest, 140-144.
- Harker, K. N., Blackshaw, R. E., Krikland, K. J., Derksen, D. A., Wall, D. 2000. Herbicide-tolerant canola: weed control and yield comparison in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 80: 647-654
- Kent, M. L., Wills G. D., Shaw D. R. 1991. Influence of ammonium sulfate, imazapyr, temperature and relative humidity on the absorption and translocation of imazethapyr. *Weed Science*, 39: 412-416.
- Nagy I. 2003. Az őszi káposztarepce gyomviszonyainak jellemzői a Kisalföldön (1997-1999). *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 4 (1): 45-63.
- Novák R. 2006. Az őszi káposztarepce gyomirtása. *Növényvédelem*, 9: 514-519.
- Ocskó Z. 2011. Engedélyezett növényvédő szerek fontosabb adatai és felhasználási területük. In: Szabadi G. (szerk.), *Növényvédő szerek, termélnövelő anyagok. Reálszisztéma Dabasi Nyomda Rt*, 8-551.
- Pfenning, M., Kehler, R., Bremer, H. 2012. Neue perspektiven bei der Unkrautbekämpfung im winterraps durch die einföhrung des Clearfield-Systems. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig pp:435-442.
- Reisinger P. 2000. Őszi káposztarepce (*Brassica napus*). In: Hunyadi K., Béres I., Kazinczi G. (szerk.), *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest*, 506 – 507.
- Swanson E. B., Herrgesell M. J., Arnoldo M., Sippel, D. W., Wong, R. S. C. 1989. Microspore mutagenesis and selection: canola plants with field tolerance to the imidazolinones. *Theor Appl Genet.* 78:525–530.
- Tarjányi, J. 1988. Az imidazolinone gyomirtószerek. *Hungarochem '88 Keszthelyi Konferencia, Nehézevegypari Kutató Intézet*, 124-128.
- Tikász I. E., Varga E. 2013. Az olajos magvak és származékaik világpiacának kilátásai. *Agroforum Extra* 49.: 5-8.
- Ughy, P. 2009. Az elmúlt évek tapasztalatai a repce gyomirtásában. *Agroforum Extra* 29: 38-40.

Vadriasztó szerek (Vadóc K, Vadóc V, Forester) hatékonyságának vizsgálata takarmányzabban

Kovács Szilvia*, Pályi Béla, Takács Zsolt és Nádasyiné Ihárosi Erzsébet

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

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

Összefoglalás

Kísérletünkben három vadriasztószer (Vadóc K, Vadóc V, Forester) hatását vizsgáltuk zab (*Avena sativa* L) kultúrában. A Vadóc K és Vadóc V készítményeket gyári kiszerelésben, 6 méterenként rögzítettük oszlopok közé kifeszített madzagra 80 cm magasságban. A két készítményt három ismétlésben, 50 méterenként váltogattuk. A készítményeket a 3. héten lecseréltük újakra, és a két vadriasztó sorrendjét megfordítottuk. A takarmányzabban Forester permetezőszert is alkalmaztunk 1:3 hígításban, egy alkalommal, a kísérlet indulásakor. A kísérlet 6 hete alatt 5 értékelést végeztünk heti gyakorisággal. A vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy mindhárom készítmény kellő riasztó hatással rendelkezik. A Vadóc K és Vadóc V esetében a vizsgált területen nem tapasztaltunk eltérést a két szer vadriasztó hatása között. A kontroll területen az első héthez képest nagyobb mértékű károsítás lépett fel, majd innen fokozatosan átváltak a vaddisznók a kihelyezett készítményekkel védett területre is, kellő távolságot (10 m) tartva a szerektől. A Foresterrel kezelt részeket rágáskárt nem tapasztaltunk, a taposási kár mértéke elhanyagolható volt.

Kulcsszavak: Vadóc K, Vadóc V, Forester, zab, tejes érés, vaddisznó, rágáskár, taposás

Abstract

In our research the effects of three types of game repellent (Vadóc K, Vadóc V, Forester) were studied in oat culture. The Vadóc K and Vadóc V products in their original package were distributed on pried string on columns at 80 cm high and 6 meters from each other. The two products were bestowed in turns 50 m apart, repeated three times. After the third week the products were replaced by new ones and their order was changed. We sprayed with the Forester

product in a concentration of 1:3 once. During the 6-week period we had 5 evaluations. Based on the research we had done, we determined that all the three products had sufficient repellent effects. We did not experience any difference in the effectiveness of Vadóc K and Vadóc V in the experimental area. After the first week there was even bigger damage in the control area, from where the boars wandered to the area protected by the repellent, but they kept their distance from the products. We did not experience any chewing damage, the trampling damage was irrelevant.

Keywords: Vadóc K, Vadóc V, Forester, oat, lactic ripening, boar, chewing damage, trampling

Bevezetés

A vadkár kérdése nem új keletű probléma hazánkban. A vadászatra jogosult és a mezőgazdálkodó közötti egyik legjelentősebb konfliktusforrás a mezőgazdasági kultúrákban okozott vadkár. Nagyvadjainkat vadföldek létesítésével, villanypásztorral, vadriasztó szerek alkalmazásával vagy vadkárelhárító vadászatokkal lehet távol tartani a mezőgazdasági kultúráktól. A tavaszi vetésű zab a második leggyakrabban vetett vadföldnövény hazánkban (Varga és Kása, 2011; Kőhalmy, 1994). Viszonylag magas zsírtartalmánál fogva ízletes, kedvelt csemegéje nagyvadjainknak. Magas mész és foszfor tartalmának köszönhetően az agancs felrakás időszakában kiváló hatással van a csontképzésre (Kőhalmy, 1994). Kellemes ízzel és erős ízhatással miatt előszeretettel látogatják nagyvadjaink a nem vadföldként hasznosított zabtáblákat is. A gímszarvas nem csak a fejlődés kezdetén, hanem tejeséréskor is előszeretettel fogyasztja a zabot (Walterné, 1990) és a vaddisznóknak is a kedvelt csemegéi közé tartoznak a tejesérésben lévő kalászkok. Ezek megrágásakor a tejes nedvet kiszívogatja, a visszamaradó rostot pedig kiköpi (bagózás). A rágáskár mellett a taposásával jellegzetes katlanokat hagy a zabban (Walterné, 1990; Klátyik, 2006), melyek megnehezítik, akár lehetetlenné is teszik a teljes gépi betakarítást.

Anyag és módszer

Kísérletünket a Georgikon Tanüzem Nonprofit Kft. 11 hektáros területén állítottuk be. A 2013-as év tavaszán az érintett poligonális táblába zabot vetettek (előveteménye kukorica), ami kiváló lehetőséget nyújtott a főleg vaddisznók által évről évre okozott károk vizsgálatára, azok csökkentésére. A terület keleti oldalára vetőmag (5 ha), a nyugati részre pedig takarmány zab (6 ha) került. A takarmányzab déli oldalát egy kerítés választja el közvetlenül a marhalegelőtől, míg

a nyugati oldal teljes hosszában (5-6 méterre a vetéstől) egy régi, rozoga kerítés található. Vizsgálatainkhoz Vadóc K (hatóanyag: etil-merkaptán), Vadóc V (ha.: n-vajsav) és Forester (ha.: állati zsiradék) vadriasztó készítményeket használtunk, amelyeket júniusban, a tejes érés kezdetén juttattunk ki. Előbbiket eredeti gyári csomagolásban helyeztük ki a tábla szélére, míg utóbbit kipermeteztük a célfelületre. A zacskós készítményeket 6 méterenként tettük ki, 80 cm magasságban zsinigre felakasztva, a terület észak-nyugati sarkától északi irányban 125 m hosszan, míg ugyan ettől a ponttól nyugati irányban haladva 175 m hosszan, 50 méterenként váltogatva a két terméket. Közvetlenül mellette, a nyugati oldalon egy 40 méteres kontroll szakaszt jelöltünk ki, ahol semmilyen védekezési módot nem alkalmaztunk. A terület nyugati oldalán, közvetlenül a kontroll szakasz után 108 m hosszan, valamint a déli oldalon tovább haladva 192 m hosszan Foresteres permetezést alkalmaztunk. A kijuttatást egy egyedi konstrukciójú permetezőgéppel végeztük 1:3 hígításban. Ahhoz, hogy minél kevesebb legyen a traktor által okozott taposási kár, a már meglévő, korábbi keréknyomokban haladtunk, és csak a keret jobb oldalát használtuk. A nyugati oldalon a traktor közvetlenül az állomány mellett haladt, vagyis a tábla szélétől hozzávetőlegesen 1 m-es sávon az utat, így a gyomokat is permetezte. A délnyugati sarok a forduló miatt duplán kezelt. A szer kijuttatása előtt próbapermetezést is végeztünk. Ismétlést csak a Vadóc K és V esetében alkalmaztunk. A 3. héten a kifüggesztett Vadócokat lecseréltük újakra, valamint a két szer sorrendjét is megcseréltük. A kísérlet időtartama alatt (6 hét) 5 alkalommal végeztünk értékelést heti gyakorisággal. A hatékonyság mérésére a rágás- és taposási kárt, a bagók, a hullatékok és a váltók számát vettük figyelembe.

Eredmények

A vizsgált terület északi oldalán, közvetlenül a zab szélében, a készítmények kihelyezésekor a szarvasok és vaddisznók jelenlétére utaló nyomokat (hulladék, minimális rágáskár) találtunk, amely mértéke elhanyagolható volt. A tábla többi részében váltókat, a takarmány rendszeres látogatására utaló jeleket nem láttunk. A takarmány zab ÉNY-i, NY-i oldalára 300 m hosszúságban kihelyezett Vadóc K és Vadóc V készítmények esetében 1 hét elteltével semmilyen, a károsításra utaló nyomot nem találtunk, hasonlóan a Foresterrel permetezett részhez.

A második héten, az északnyugati részen csak szél okozta gabonadőlést tapasztaltunk több helyen, valamint keskenyebb váltókat a tábla belseje felé haladva (károsítás nélkül), amik valószínűleg öztől, esetleg rókától származhattak. Nyomképleteket a szikkadt talajon nem találtunk. A nyugati oldalon, mindössze 30 m-re a kontroll terület szélétől 1 db váltót találtunk a

2. héten. A tábla nyugati oldalával párhuzamosan található bokros, erdős részből kilépő váltó egyenesen tartott be a zabba, áthaladva egy Vadóc V alatt. A készítménytől 10 m-es távolságban a váltó elágazott, ezzel is mutatva, hogy a vad igyekezett a szertől távolabbra kerülni. A kontroll szakaszban, 15 m-re az utolsó kihelyezett készítménytől 2 db váltó lépett ki az erdőből, majd beérve a vetésbe azonnal elágaztak és szinte hálózatot alkotva járták át a zabot. A kontroll területen beljebb haladva a vaddisznók által letaposott katlanokat (30 db) találtunk, átlagosan 5 váltóval. Valamennyi letaposott részben (200 m²) jelen voltak a vaddisznók által hátrahagyott ún. bagók, és a legtöbb esetben (57%) hulladék is jelezte a korábbi jelenlétüket. A kontroll területen a katlanok egészen a takarmányzab és a vetőmag határáig húzódtak. A vetőmagban mindössze egy váltót találtunk, ami nem sokkal azután, hogy beért a zabba, meg is szakadt. Rágáskár nyomait nem láttuk. A Foresterrel permetezett sáv nyugati oldalán 3 db, az erdőből kilépő váltót is láttunk. Ezek közül kettő a zabban folytatódott, de néhány m után vége szakadt. Károsításra utaló nyomokat nem találtunk.

A 3. értékeléskor (3. hét) a terület ÉNY-i része, ahol Vadóc V és Vadóc K készítményt használtunk, továbbra is háborítatlan volt, azonban a nyugati oldalon, a kihelyezett Vadócok utolsó 40 méteres szakaszán már találtunk újabb károsítást. A Vadóc V esetében a nyomok alapján a vadak továbbra is igyekeztek távolabbra kerülni a vadriasztótól – 10 m-en belül továbbra sem károsítottak. Itt 3 katlant (9,25 m²) találtunk. A Vadóc K esetében a készítménytől 3,5 méterre már elágazó váltókat és egy 2 m²-es katlant utalt a vaddisznók korábbi jelenlétére. A kontroll szakaszon, a vaddisznók által használt 2 db váltó esetében további jeleit láttuk gyakori előfordulásuknak az előző héthez képest egy 12 m²-es részt a tábla szélében teljesen letapostak. A zab gyakorlatilag betakarításra alkalmatlanná vált. A Foresterrel permetezett szakaszon egy szélesebb váltót találtunk, amelyből 6 db váltó indult ki a tábla belseje, ill. a kontroll terület irányába. Itt öt katlant (13 m²) tapostak ki a vaddisznók. Átlagosan 3-6 váltó indult ki belőlük. Csak az egyik letaposott részben találtunk vaddisznó hulladékot, egyben pedig bagót.

A 4. értékeléskor (4. hét) a nyugati oldalon az előző héthez képest változást nem láttunk. A kontroll szakaszon, a szélétől 10 m-re egy újabb váltót találtunk, ami öt irányba vált szét. A Foresterrel kezelt nyugati oldalon sem újabb főváltót, sem bagót és/vagy hulladékot nem találtunk. Azonban a Foresterrel permetezett déli oldalon egy 25-30 m hosszú szélesebb váltót találtunk. Sem rágáskár, sem hulladék nem fordult elő a letaposott úton. A következő elég keskeny váltó az előzőtől 10 m-re indult befelé a takarmányzabba. Károsítást itt sem tapasztaltunk. A takarmányzab DK-i sarkán egy kitaposott 2 m²-es részt találtunk. Sem károsítás, sem hulladék nem volt észlelhető. A gabona megdőléséből ítélve, valószínűleg nem vaddisznó okozta a taposási kárt.

Az 5. értékelésnél újabb főváltókat nem találtunk sem a kezelt, sem a kontroll szakaszon. A már meglévő váltókat és a katlanokat használva folytatták a vadak a károsítást.

Megvitatás

A kísérletünkben használt Vadóc K, Vadóc V és Forester vadriasztó szerek elérték a kívánt hatást. A Vadóc V esetében a 3. héten jobban érvényesült a szaghatás, mint a Vadóc K-nál. Előbbit a vadak 10 m-nél jobban nem közelítették meg, míg utóbbinál a vadriasztótól 3,5 méterre már károsítottak. A takarmányzab északi és nyugati oldalának egy részére kihelyezett vadriasztók igazolták, hogy a területek körbekerítésével eredményesen lehet védekezni mindkét típusú vadriasztó szerrel. Eredményeink alapján a véleményünk az, hasonlóan Nádasy és Takács (2001) korábbi megfigyeléseihez, hogy nagyobb méretű, 10 ha feletti területeken érdemes a készítményeket keresztirányban is kihelyezni, azonban már 5-6 hektárnál is célszerű alkalmazni nagyobb vadmozgás esetén. A hatékonyságot javíthatja még, ha a keresztirányú védekezés helyett a tábla szélére merőlegesen, 50-100 méteres szakaszokon a vetésben is kihelyezzük a vadriasztó szereket.

A Foresterrel kezelt részen csak kismértékű károsítást tapasztaltunk, amely jóval elmaradt a kontroll területen megfigyeltektől. Az eredmények ismeretében elmondható, hogy mind a Vadóc, mind a Forester vadriasztó szerek használatával eredményes védekezés alkalmazható. A Vadóc K és Vadóc V készítmények 2-3 hetenkénti cseréjével, illetőleg a Forester egyszeri kijuttatásával egyaránt sikeresen távol tudjuk tartani a vadakat az adott kultúrától.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Georgikon Tanüzem Nonprofit Kft-nek, hogy biztosította a kísérlet beállításához a területet és a Forestert, valamint a Gazdász Vadásztársaságnak, hogy segítségünkre voltak a kísérlet beállításában!

Hivatkozások

- Klátyik, J. 2006. Vadkárbecslési módszerek a mezőn. In: Hivatásos vadászok kézikönyve II. Országos Magyar Vadászkamara. Dénes Natur Műhely, Pusttazámor. 150-157.
- Kőhalmi, T. 1994. Vadászati enciklopédia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 559, 568.

- Nádasy, M., Takács, A. 2006. Környezetkímélő védekezési eljárások a vadkárok csökkentésére. 6. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2001. november 6-8., Debrecen. Proceedings. 241-247.
- Varga, Z., Kása, R. 2011. Vadkár. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 74.
- Walterné Illés, V. 1990. A vadkár. Venatus kiskönyvtár. Venatus Lap- és Könyvkiadó, Budapest. 11-13.

A fehér fagyöngy (*Viscum album*) által fertőzött alma (*Malus domestica*) ágvégek nedvességtartalmának vizsgálata

Baltazár Tivadar^{1*}, Varga Ildikó² és Divós Ferenc³

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

²Department of Biosciences, University of Helsinki, PO Box 65 FIN-00014 Helsinki, Finland

³Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Fa és Papíripari Technológiák Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4

*e-mail: baltazartivadar@gmail.com

Összefoglalás

A kutatás egy korábban megkezdett kísérletek eredményeire épült, amely során tovább vizsgáltuk a hang terjedési idejét a fa belsejében közönséges alma (*Malus domestica*) gazdafajon. A méréshez 70-70 db, átlagosan 10 (\pm 7,4) cm vastagságú, nem fertőzött illetve fertőzött ágvégeket használtunk fel. A terjedési idő és az érzékelők közötti távolság adatai alapján meghatároztuk a hang terjedési sebességét. A mérések befejeztével laboratóriumi körülmények között megmértük minden egyes ág nedves tömegét, majd szárítás után a száraz tömegét is. A kapott adatok alapján meghatároztuk az ágvégek nedvességtartalmát. A kapott eredményeink alapján megállapítható, hogy nincs statisztikailag szignifikáns különbség a hang terjedési sebessége a kontroll, illetve a fertőzött ágvégek között, ugyanakkor a nedvességtartalom esetében a különbség statisztikailag szignifikáns. A vizsgált mintákban a fagyönggyel fertőzött ágvégek víztartalma kevesebb volt a kontrollcsoportéhoz képest.

Kulcsszavak: *Viscum album*, gazdafa, hang terjedési sebessége, nedvességtartalom

Abstract

Our research was built on our previously started experiments where we examined sound wave propagation time in branchlet tissues of apple tree (*Malus domestica*) hosts. For the measurement we used 140, averagely 10 (\pm 7,4) cm thick, non-infected and infected apple tree branchlets. The

measured propagation time was used to calculate the velocity between the two sensors. After the field experiments the wet and the dry weight of all examined branchlets were measured. From the received data we determined the moisture content of branchlets. Based on the obtained results no statistically significant difference was shown in case of sound velocity, between the control and infected branchlets, while statistically significant difference was detected in case of moisture content experiments. The water content in the infected branchlets was less than in the control group.

Keywords: *Viscum album*, host woody species, sound velocity, moisture content

Bevezetés

A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) a fagyöngyfélék (Viscaceae [synonym: Santalaceae sensu lato]) családjába tartozó (Nickrent *et al.*, 2010), eurázsiai mediterrán elterjedésű, síkságtól a montán (hegyi) tájakig felhatoló örökzöld, évelő, kétlaki, epifiton és virágos félélősködő növény (Zuber, 2004). Félélősködő révén hausztóriumai segítségével a gazdafajból vizet és ásványi anyagokat szív el, azonban a szerves anyagokat maga állítja elő (Calder, 1983; Zuber, 2004). Kizárólag fás szárú fajokon jelenik meg, ahol 60-150 cm átmérőjű, gömb alakú telepeket hoz létre (Wangerin, 1937; Zuber, 2004). A gazdafajok tekintetében nem válogat, számuk eléri a 452-et, amelyek 96 nemzetségbe és 44 családba tartoznak. A legtöbb gazdanövény a Rosaceae családból kerül ki, számuk elérheti akár 130-at is. Leggyakrabban az *Acer*, *Tilia*, *Robinia*, *Crataegus*, *Salix* nemzetség fajain élőködik. (Barney *et al.*, 1998).

A fehér fagyöngy Európa legnagyobb részén őshonos. Elterjedésének déli és nyugati határa a Földközi-tenger és az Atlanti-óceán, keleti határa Ukrajnában a Kárpátokig húzódik, északon pedig az é.sz. 60°-ig fordul elő (Zuber, 2004). Az elterjedését elsősorban a lehetséges gazdafajok előfordulása határozza meg (Wangerin, 1937), azonban a gazdafaj mérete, illetve az elhelyezkedése a növényállományban szintén meghatározó tényező (Dawson *et al.*, 1990). Az egyik gazdanövényről a másikra való terjesztése a vonzó külsejű, fehér színű ragacsos álbogyói segítségével történik, amit elsősorban a madaraknak köszönhető. A decemberben érő termés fő terjesztője a léprigó (*Turdus viscivorus* L.) (Calder, 1983; Zuber, 2004).

A fagyöngy kártétele a gazdafajon különböző módon jelezhető, az okozott kár mértéke elsősorban a fertőzöttség intenzitásától függ. Megtelepedése szignifikánsan csökkenti a fa magasságát, törzsátmérőjét, a termés mennyiségét, valamint a fa vitalitását is úgy, hogy elsősorban lombszáradást idéz elő. A nagyon erős fertőzés csökkenti a faanyag minőségi és

mennyiségi értékét, valamint idő előtti fapusztulást is okoz. A fagyöngy megtelepedése nyomán a fák ágai törékenyebbek lesznek, ezáltal a fa veszélyessé válik, valamint vihar esetén a fa erőteljesen károsodhat, esetenként a fagyöngy súlya miatt ággörbülést is okozhat (Hawksworth, 1983).

Anyag és módszerek

Vizsgálataink 2011 októberében megkezdett kutatási eredményekre épült, amikor különböző technikák segítségével (impedancia tomográfiai és akusztikai vizsgálat), figyeltük a fagyönggyel erősen fertőzött almafák (*Malus domestica* Borkh.) faszövegeinek szerkezeti változásait. A korábbi kutatások eredményeit figyelembe véve a kísérleteinket tovább folytattuk 2012 augusztusában ugyanazokon a gazdafákon. A hang terjedési idejének ($\pm 3 \mu\text{s}$ pontossággal) vizsgálatát szintén a Fakopp Microsecond Timer (Fakopp, 2013) készülékkel végeztük. Jelen esetben 70-70 db, átlagosan 10 ($\pm 7,4$) cm vastagságú, nem fertőzött, illetve fertőzött ágvégeket használtunk fel. A mérés kezdetekor rugós csipesszel két SED33 piezo érzékelőt szorítottunk az ágvégek két szélére, átlagosan 21 (± 4) cm távolságra egymástól. Az érzékelő és a faág közötti csatolást a csipesz szorítása biztosította, csatoló anyagot nem használtunk. A mérési időt 0,1 μs felbontással mértük, de az akusztikus csatolás bizonytalanságai miatt az időszórás 0,9 μs között alakult. A távolság méréséhez mérőszalagot használtunk 1 mm-es pontossággal mérve. A mérési adatokból hangsebességet számoltunk 1,2 %-os relatív hibával. Laboratóriumi körülmények között lemértük minden egyes ág tömegét 0,01 g pontossággal, ezt követően 105 °C-on 12 órán keresztül tömegállandóságig szárítottuk, aztán a száraz tömeget szintén lemértük. A mérések végeztével százalékos formában meghatároztuk mindegy egyes faág nedvességtartalmát. A száraz alapú nedvességtartalmat (a biomassa víztartalma a száraz nyersanyaghoz viszonyítva), illetve a nedves alapú nedvességtartalmat (a biomassa víztartalma a nedves nyersanyaghoz viszonyítva) az alábbi képletek segítségével határoztuk meg:

$$\text{száraz alapú nedvességtartalom (\%)} = \frac{\text{nedvestömeg (g)} - \text{szárastömeg (g)}}{\text{szárastömeg (g)}} * 100$$

$$\text{nedves alapú nedvességtartalom (\%)} = \frac{\text{nedvestömeg (g)} - \text{szárastömeg (g)}}{\text{nedvestömeg (g)}} * 100$$

A statisztikai elemzés során egyfaktoros varianciaanalízist (Analysis of Variance – ANOVA) használtunk annak megállapítására, hogy a nedvességtartalom, illetve a tömeg (nedves és száraz)

esetében van-e statisztikailag szignifikáns különbség a fertőzött, illetve a nem fertőzött minták között. Az ún. „treatment contrast”-ot használtuk az egyes faktorszintek átlagának becslésére 95%-os konfidencia intervallummal (CI). Az adatok feldolgozását a Microsoft Excel 2010 programban, a statisztikai elemzéseket pedig az R program 3.0.2. verziójával (R Core Team, 2013) végeztük.

Eredmények

Az egyfaktoros varianciaanalízis alapján megállapítható, hogy a terjedési sebesség esetében nincs statisztikailag szignifikáns különbség a vizsgált ágvégek között ($F_{1,138} = 0.06$, $p = 0.81$). A terjedési sebesség a kontroll csoportban 2141 m/s (95 % CI [2059, 2223]; $n=70$), a fagyönggyel fertőzött ágakban pedig 2155 m/s (95 % CI [2073, 2237]; $n=70$) volt.

Annak ellenére, hogy a nedves és a száraz tömeg elemzése során nem volt statisztikailag szignifikáns különbség az ágvégek között, a nedvességtartalom esetében (száraz alapú nedvességtartalom: $F_{1,138} = 9.28$, $p = 0.003$, illetve a nedves alapú nedvességtartalom: $F_{1,138} = 10.04$, $p = 0.002$) azonban a különbség statisztikailag szignifikáns. A száraz alapú nedvességtartalom átlagos értéke a kontroll csoportban 98,82 % (95 % CI [96.57, 101.05]; $n=70$), a fagyönggyel fertőzött ágakban pedig 93.95 % (95 % CI [91.72, 96.19]; $n=70$) volt; a nedves alapú nedvességtartalom átlagos értéke a kontroll csoportban 49,62 % (95 % CI [49.03, 50.21]; $n=70$), a fagyönggyel fertőzött ágakban pedig 48.88 % (95 % CI [47.70, 48.88]; $n=70$) volt.

Megvitatás

Az eredmények vonatkozásában megállapítható, hogy a hang terjedési sebessége magasabb volt ugyan a fagyönggyel fertőzött gazdanövények ágvégeiben, mint a kontroll csoportban, azonban a korábbi eredményekhez viszonyítva (Baltazár *et al.*, 2013) ez az eredmény statisztikailag nem szignifikáns. A mért terjedési sebesség szintén magasabb a korábbi mért adatokhoz képest (Baltazár *et al.*, 2013). A magasabb hang terjedési sebességet nagy valószínűséggel a fertőzött ágak alacsonyabb víztartalma okozhatta (Pellerin és Ross, 2002), ami a félpárazita intenzív vízelvonására vezethető vissza (Zuber, 2004). A pontosabb eredmények megállapítása érdekében szükséges lenne vizsgálatainkat nagyobb mintaszámmal, illetve változatosabb gazdanövény fajokkal szintén elvégezni. Elképzelhető azonban az is, hogy a nagyobb mintával történő mérések szintén hasonló eredmények hoznának, illetve az sem valószínűsíthető, hogy a gazdafajok között sikerülne valamilyen különbséget kimutatni. Ezt

bizonyítja az is, hogy a két elvégzett kísérlet közötti különbséget elképzelhetőleg csak a mintaelemszám különbsége okozhatta, ami az első mérés esetében (Baltazár *et al.*, 2013) jóval kevesebb volt.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a DF11P01OVV019 számú „Kertépítészeti módszerek és eszközök területfejlesztésre” című projekt keretében készült, amely eleget tesz a TP 1.4. az alkalmazott kutatási és a nemzeti, valamint kulturális fejlesztési programnak, amelyet a Cseh Köztársaság Kulturális Minisztériuma támogatott.

Hivatkozások

- Baltazár, T., Varga, I., Göncz, B., Divós, F. 2013. A fehér fagyöngy (*Viscum album*) hatása az alma (*Malus domestica*) faszövetének szerkezeti változásaira. *Növényvédelem*, 49 (6): 245-252.
- Barney, C. W., Hawksworth, F. G., Geils, B. W. 1998. Host of *Viscum album*. *European Journal of Forest Pathology*, 28 (3): 187-208.
- Calder, M., Bernhardt, P. 1983. The biology of mistletoes. Academic Press Sydney, Australia. 348.
- Dawson, T. E., Ehleringer, J. R., Marshall, J. D. 1990. Sex-Ratio and Reproductive Variation in the Mistletoe *Phoradendron juniperinum* (Viscaceae). *American Journal of Botany*, 77 (5): 584-589.
- Fakopp. 2013. <http://www.fakopp.com/site/index.php>
- Hawksworth, F. G. 1983. Mistletoes as forest parasites. In: Calder, M., Bernhardt, P. (eds) The biology of mistletoes. Academic Press Sydney, Australia. 317-333.
- Nickrent, D. L., Malécot, V., Vidal-Russell, R., Der, J. P. 2010. A revised classification of Santales. *Taxon*, 59 (2): 538-558.
- Pellerin, R. F., Ross, Robert, J. 2002. Nondestructive evaluation of wood. Forest Products Society, Madison, Wisconsin, USA. 210.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Wangerin, W. 1937. Loranthaceae. In: Kirchner, O. v., Loew, E., Schroeter, C. *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*. Vol. II/1. Ulmer, Stuttgart. 953-1146.
- Zuber, D. 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 199 (3): 181-203.

A levélfelület-csökkentés hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L) termésének alakulására provokációs szabadföldi kísérletben

Szarka Kitti, Tarnawa Ákos és Jolánkai Márton*

Szent István Egyetem MKK NTTI, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

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

Összefoglalás

A Szent István Egyetem nagygyombosi kísérleti terén beállított kisparcellás, négy ismétléses szabadföldi kísérletben provokációs kezelésekből vizsgáltuk az őszi búza (*Triticum aestivum* L) levélfelület-vesztésének termésre gyakorolt hatását két egymást követő évben (2012, 2013). A kísérlet célja a vadkár, illetve rovarkár okozta mechanikus levélfelület-csökkenés szimulálása volt. A kísérlet során különböző szintű – 25, 50, 75 illetve 100 %-os mechanikus levélfelület-csökkentést végeztünk. A kísérleti eredmények igazolták a levélfelület-vesztés terméscsökkentő hatását. 50 %-os mértékű levélfelület-csökkenés csak kismértékű, de szignifikáns termésvesztést okozott, azonban az ennél drasztikusabb defoliálás – 75, illetve 100 %-os felületvesztés – jelentős terméscsökkenést eredményezett. A búza ezerszemtömeg értékei a felületvesztés mértékének növekedésével szinten maradtak, illetve kismértékű, de szignifikáns növekedést mutattak, azonban a teljes defoliálás az ezerszemtömeg értékét is csökkentette. N fejrágya alkalmazás jelentős terméscsökkenést váltott ki, amely képes volt a levélfelület-vesztésből eredő termésvesztés kompenzálására, azonban nem volt érdemi hatással az ezerszemtömeg alakulására.

Kulcsszavak: őszi búza, levélfelület csökkentés, szemtermés

Abstract

The impact of leaf area reduction on the yield performance of winter wheat (*Triticum aestivum* L) crop was studied in replicated small plot field trials at the Nagygyombos experimental site of the Szent István University, in two consecutive years, 2012 and 2013. The aim of the experiment was to study the possible effects of leaf damage in a provocation model trial

simulating surface losses caused by game grazing or insect prey. In the experiment various levels of mechanical defoliation was introduced to an extent of 0, 25, 50, 75 and 100 per cent respectively. The results obtained suggest, that defoliation has resulted in yield decrement. Up to 50 per cent of foliar surface decrement occurred only minor yield depression, however more drastically defoliation, eg. 75 or 100 per cent surface reduction has resulted in significant yield losses. Thousand grain weights has been sustained or slightly improved in accordance with the magnitude of defoliation, but 100 per cent defoliation caused significant grain weight deterioration as well. N fertilizer applications resulted in strong, significant yield increase providing compensation to yield losses induced by defoliation, but had no major impact on the magnitude of thousand grain weight values.

Keywords: winter wheat, leaf area reduction, yield performance

Bevezetés

A mezőgazdasági kultúrákban keletkező veszteségek egyik speciális oka az állati károsítók által okozott mechanikus kár, így a levélfelület csökkenését okozó vadkár, amelyet őszi búzában leggyakrabban az öz (*Capreolus capreolus* L) és a mezei nyúl (*Lepus europaeus* P) legelése, illetve rágása okoz, valamint egyes rovarfajok, így különösen a vetésfehérítő bogarak (*Oulema melanopus* L, és az *Oulema cyanella/obscurus* L) főként lárváik levélfelület-károsítása eredményez. A levélfelület-veszteség gyakran totális mértékű is lehet (Jolánkai és Szabó, 2005, Klátyik, 2003).

Gyakran mesterségesen próbálják létrehozni a kártevők, vagy betegségek által okozott kárformákat. Növények egyes részeit eltávolítani, vagy akár az egész növényt elpusztítani. Erre számos példa van. Brown és Mohamed (Szarka, 2013) kukorica és cirok leveleit vágták le, hogy szimulálják a *Spodoptera* hernyó károkozását Kenyában, ezzel mutatták ki a károkozás idejének és a növény fejlettségi állapotának fontosságát. Enya (Szarka, 2013) a levelek eltávolításával kimutatta, hogy a cirokban a zászlós levél állapotában okozott kár befolyásolja leginkább a termésmennyiséget. Más kutatók a csíkos rozsda által okozott fotoszintézisre alkalmas felület csökkenését a búza leveleinek levágásával idézték elő (Brown et al., 2007). Hasonló kísérleteket végeztek még lucernával, cukorrépával, maniókával, cukornáddal, borsóval és egyéb növényekkel. A legnagyobb nehézség mindig azzal volt, hogy nagyon nehéz pontosan ugyanolyan kárt előidézni, amelyet a kártevők okoznak, amely általában erős hatással van a termés mennyiségére, főleg ha azt kritikus időszakban okozzák, pl. a már említett zászlós levél

állapotban. A természetben a növények válasza a kárra más lehet, mint a kísérletekben, illetve a kompenzáció és a továbbfejlődés is különbözhet a terepen (Bleier és Szemethy, 2003, Bleier et al., 2006).

Jelen kísérlet célja a vadkár, illetve rovarkár okozta levélfelület-csökkenés szabatos, ismétléses és statisztikailag is értékelhető szimulálása, valamint a pótlólagos tápanyagellátás kompenzáló hatásának tanulmányozása volt.

Anyag és módszer

A Szent István Egyetem nagygyombosi kísérleti terén beállított kisparcellás, négy ismétléses szabadföldi kísérletben provokációs kezelésekből vizsgáltuk az őszi búza (*Triticum aestivum* L) levélfelület-vesztésének termésre gyakorolt hatását két egymást követő évben (2012, 2013). A kísérlet célja a vadkár, illetve rovarkár okozta mechanikus levélfelület-csökkenés szimulálása volt. A kísérlet talaja csernozjom (calciustoll) volt. A kísérlet során különböző szintű – 25, 50, 75 illetve 100 %-os mechanikus levélfelület csökkentést végeztünk négy ismétlésben, randomizált elrendezésben Feekes 6-7 fenológiai stádiumban. A kísérleti parcellák mérete 10 m² volt. A vizsgált búzafajta az Mv Toborzó volt. A kísérleti parcellák vetése optimális időben és tőszámmal Wintersteiger Plotman önjáró parcellavetőgéppel, betakarítása Wintersteiger Nurserymaster parcellakombájnnal teljes érésben történt. A kísérleti parcellák tápanyagellátása talajvizsgálati minták alapján hagyományos módon és számított adaggal történt (Antal 2000). A kompenzációs N kezeléseket egységesen 50 %-os levélfelület-csökkentésű parcellákon alkalmaztuk kalászoláskor, 0, 20 és 40 kg/ha hatóanyag-mennyiségű fejtrágyával.

A betakarítás után a termésmennyiség meghatározását követően minden ismétlésből terménymintát vettünk, és a SZIE NTTI laboratóriumában meghatároztuk a termény paramétereit, így az ezerszem-tömegüket. A kísérleti eredményeket MS Excel statisztikai programcsomag segítségével értékeltük.

Eredmények

A kísérleti eredmények igazolták a levélfelület-vesztés terméscsökkentő hatását. 50 %-os mértékű levélfelület-csökkenés csak kismértékű, de szignifikáns termésvesztést okozott, azonban az ennél drasztikusabb defoliálás – 75, illetve 100 %-os felületvesztés – jelentős terméscsökkenést eredményezett. Az 1. táblázat szemlélteti a terméseredmények alakulását az egyes kezelésekből.

1. táblázat. A búza szemtermésének alakulása a levélfelület-csökkentés hatására

Nagygombos 2012, 2013

		levélfelület csökkentés %				
		0	25	50	75	100
2012	termés t/ha	2,40	2,40	1,70	1,40	0,40
2013	termés t/ha	4,19	2,37	4,06	3,01	1,65
	átlag termés t/ha	3,29	2,38	2,85	2,21	1,03
	átlag termés a kontroll %-ában	100,0	72,3*	86,6 ^{ns}	67,2**	31,3**
ns nem szignifikáns *szignifikáns p 0,05 szinten **szignifikáns p 0,01 szinten						

Figyelemreméltó, hogy a 100 %-os levélfelület-csökkentési kezelésben is volt termésképzés, azonban nyilvánvalóan kis mennyiségben. Két év átlagában 30 %-ot meghaladó termésmennyiséget takarítottunk be ezekről a parcellákról.

A búza ezerszem-tömeg értékei a felületvesztés mértékének növekedésével szinten maradtak, illetve kismértékű, de szignifikáns növekedést mutattak, azonban a teljes defoliálás az ezerszem-tömeg értékét is csökkentette, mint azt a 2. táblázat adatai szemléltetik.

2. táblázat. A búza ezerszem-tömegének alakulása a levélfelület-csökkentés hatására

Nagygombos 2012, 2013

		levélfelület csökkentés %				
		0	25	50	75	100
2012	emt g	31,5	33,5	32,5	31,0	29,5
2013	emt g	36,1	37,5	41,0	37,9	27,5
	átlag emt g	33,8	35,5	36,3	34,5	28,5
	átlag emt a kontroll %-ában	100,0	105,0*	107,4*	102,1 ^{ns}	84,3**
ns nem szignifikáns *szignifikáns p 0,05 szinten **szignifikáns p 0,01 szinten						

A kísérletben az agrotechnikai beavatkozások kompenzációs lehetőségeinek tanulmányozására az 50 %-os defoliáltságú parcellákon N fejtrágyázást végeztünk. Az N fejtrágya alkalmazása erős,

jelentős termésmnövekedést váltott ki, amely képes volt a levélfelület-vesztésből eredő termésveszteség kompenzálására, azonban nem volt érdemi hatással az ezerszemtömeg alakulására (3. és 4. táblázat).

3. táblázat. N fejtrágya termésmennyiség kompenzáló hatása 50 %-os levélfelület csökkentésű állományban. Nagygombos, 2012, 2013

	N fejtrágya kg/ha		
	0	20	40
2012 termés t/ha	1,70	2,80	2,20
2013 termés t/ha	4,06	6,05	5,93
átlagtermés t/ha	2,88	4,43	4,06
átlagtermés a kontroll %-ában	100,0	153,8**	141,0**
ns nem szignifikáns *szignifikáns p 0,05 szinten **szignifikáns p 0,01 szinten			

4. táblázat. N fejtrágya ezerszem-tömeg kompenzáló hatása 50 %-os levélfelület csökkentésű állományban. Nagygombos, 2012, 2013

	N fejtrágya kg/ha		
	0	20	40
2012 emt g	32,5	34,5	33,5
2013 emt g	41,0	41,6	40,4
átlag emt g	36,7	37,8	36,8
átlag emt a kontroll %-ában	100,0 ^{ns}	102,9 ^{ns}	100,3 ^{ns}
ns nem szignifikáns *szignifikáns p 0,05 szinten **szignifikáns p 0,01 szinten			

A kísérlet eredményei alapján a következő megállapításokat lehet tenni:

Az őszi búza kisebb levélfelülete minden esetben csökkentette a növény termésmennyiségét.

A 100 %-os mértékű levélfelület-csökkenés jelentős terméscsökkenést okozott, azonban két év átlagában ennek mértéke nem haladta meg a 70 %-ot.

A levélfelület-csökkentés mértékének növekedésével szinten maradtak az ezerszemtömeg értékek, illetve kismértékű, de szignifikáns növekedést mutattak, azonban a teljes defoliálás az ezerszem-tömeget is csökkentette.

A kisadagú nitrogén fejtrágya alkalmazása szignifikáns termésmnövekedést váltott ki, amely képes volt a levélfelület-vesztésből eredő termésveszteség kompenzálására, azonban nem volt érdemi hatása az ezerszemtömeg alakulására.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat szerzői köszönetüket fejezik ki a TÁMOP, illetve a KTIA pályázati támogatásokért, amelyek elősegítették a dolgozat alapját képező szabadföldi kísérletek elvégzését.

Hivatkozások

- Antal J. 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bleier N., Hámori K., Kotán A., Márkus M., Terhes A., Szemethy L. 2006. A mezőgazdasági vadkár tér- és időbeli alakulása nagyvadas élőhelyeken. Vadbiológia 12. 21-28.
- Bleier N., Szemethy L. 2003. A mezőgazdasági vadkár összefüggésrendszerének vizsgálata. – Vadbiológia 10. 36-41.
- Brown P. R., Huth N. I., Banks P. B., Singleton G. R. 2007. Relationship between abundance of rodents and damage to agricultural crops. - Agriculture, Ecosystems and Environment, 120. 405–415.
- Jolánkai M., Szabó M. 2005. Búza. In: Növénytermesztéstan. Szerk.: Antal J. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 183-204.
- Klátyik J. 2003. Nemzeti kincsünk a vad... vadkárok, vadászati és vadban okozott károk. INGA-V GSZI Kiadó, Pécs 255.
- Szarka K. 2013. Szimulált vadkár hatása a búza (*Triticum aestivum* L) termésmennyiségére és a kárenyhítés agrotechnikai lehetőségei. TDK dolgozat, Gödöllő.

Az integrált növényvédelem (IPM) és nélkülözhetetlen eleme a gazdasági kártételi szint

Bozsik András

Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-,

Élelmiszertudományi és Környezetvédelmi Kar, Növényvédelmi Intézet

4032, Debrecen, böszörményi út 138.

e-mail:bozsik@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Az integrált növényvédelem bevezető szakaszában a frazeológia dominál. Sajnos valódi, a jelentésének megfelelő alkalmazása sok országban inkább illúzió, vagy még az sem, aminek fő okai a szükséges emberi tudás, ismeretek, beruházások, érdekeltség, szervezeti és törvényi háttér hiánya, de leginkább az uralkodó és visszahúzó emberi attitűdök. Az integrált növényvédelem alapjainak megvalósításához is sokoldalú tudás (a károsítók, ökológiájuk és a hozzájuk kapcsoló egyéb tudnivalók ismerete), működő előrejelzés (országos, körzeti, helyi) és számos csak előzetes kutatásokkal meghatározható érték (GK, GKSZ) szükséges. Az IPM a kutatók, a tanárok, a gazdálkodók és a törvényalkotók és végrehajtók közreműködésével valósulhat meg. Sajnos már kezdetben is beruházás igényes. A dolgozat eredeti források segítségével tisztázza az IPM és alapvető fogalmai (gazdasági küszöbérték (GK) és a gazdasági kártételi szint (GKSZ)) jelentéstartamát, és szemléletes példával bemutatja a GKSZ kiszámítását. Azért ezeket a jellemzőket, mert ezek nélkül nem létezik, nem létezhet IPM.

Kulcsszavak: integrált növényvédelem, IPM, fogalmi evolúció, kártételi küszöbérték, gazdasági kártételi szint

Abstract

Rhetoric predominates in starting part of IPM. Unfortunately, use of IPM as it was defined originally is rather an illusion or not even that. Main reasons of this failure is the lack of necessary human knowledge, awareness, missing of interest, investments and legal frames, but mostly the hegemony of some dominating human attitudes which cannot accept apparently

uncomfortable things. For implementing IPM it is necessary multiple knowledge (comprehensive familiarity on pests, their ecology, natural enemies and all linked fields), an operative pest forecasting system (at national, regional and local level) and several working values which can be determined merely during previous investigations. IPM can put into practice with a common action of researchers, teachers, growers and legislators. Unfortunately, it needs investments from the beginnings. The paper clears up basic notions (Economic Threshold (ET) and Economic Injury level (EIL)), meaning of IPM with the help of original sources and shows with a lifelike example the assessment of EIL. The reason of explaining these characteristics is that without these values IPM does not exist, cannot be existed

Keywords: integrated pest management, IPM, evolution of notions, economic threshold, economic injury level

Bevezetés

A vegyszeres növényvédelmi technikák általánossá válása csapdába ejtette a mezőgazdasági termelést folytatókat. Ez a fajta növényvédelem fenntarthatatlan, mert folyamatosan újratermeli a károsítókat és a környezet károsodása vitathatatlan és mélyreható. A fokozódó élelmiszerigény és a hozzákapcsolódó profitvágy, amelyeket előnytelenül befolyásolt a hozzá nem értés még jobban kiélezi a helyzetet. Ennek megoldására született az integrált növényvédelem gondolata. Magyarországon az integrált növényvédelemmel csak kevés foglalkoztak. Sem lényegi sem alkalmazási dolgozatok nem jelentek meg, eltekintve néhány perifériális próbálkozástól. Szakkönyv vagy tankönyv még fordításban sem látott napvilágot. Az integrált növényvédelem kifejezés csupán egy szófordulat, amely az idővel való haladást kísérelte meg sikertelenül kifejezni, de amely mögött teljesítmény nem volt. A hazai helyzet leírására néhány idézet kiválóan alkalmas, amely kifejezi a fogalommal kapcsolatos elvárásokat, a megvalósítás nehézségét és azt is, hogy a helyzet másutt sem rózsás. Dent (1991) megjegyzése az IPM-ről nagyon igaz: „A retorika mindig megelőzi a gyakorlatot (The rhetoric always precedes the practice.)” Tait (1987) véleménye az akkori angol állapotokról, még ennél is tovább megy: „Az integrált növényvédelem elve egy nyilvánvalóan vonzó dolog. A növényvédők részéről szájtépés volt a válasz gyakorlati, elméleti, szaktanácsadási és kereskedelmi oldalról egyaránt, noha többen azt állították gyakorlati szinten foglalkoztak vele. Az elképzelés megfogalmazását azonban ritkán részletezték. Ez a bizonytalanság csak egy határig tűrhető, mert amikor elérkezik egy konkrét IPM rendszer tervezése, akkor tiszta gondolatokra van szükség, hogy valójában miről is van szó

(The concept of integrated pest management is obviously an attractive one. Lip service is paid to it by pest managers from practical, academic, advisory and commercial backgrounds many of whom would also claim to be practising it. However, the meaning of the concept is rarely specified in detail. This vagueness can be tolerated to a point, but when it comes to planning an IPM system, the planner must have a clear idea of what is involved.)” Az integrált növényvédelem áttekintése nem lehet e publikáció tárgya már csak a terjedelménél és sokoldalúságánál fogva sem. Annyit azonban érdemes megemlíteni, hogy létrejöttének helyén, az Egyesült Államokban, a kifejezett kormányzati támogatás dacára nagyon szerény eredményeket értek el, és a célkitűzések realistább megváltoztatását javasolták (Ehler and Bottrel, 2000). Másik példaként Németországot tekintve, nyugodtan elmondhatjuk, hogy német megfontoltsággal láttak a dologhoz és pénz, paripa, fegyver egyaránt rendelkezésükre állt. Kíragadva Baden-Württemberg tartomány gyümölcsstermesztése példáját: 50 év leforgása alatt gazdaságilag is értékelhető eredményekhez jutottak. Kezdvé a természetes ellenségek és kártevők közötti viszony részletes helyi vizsgálatától (beleértve a természetes ellenségek teljesítményének becslését, tenyésztésüket, peszticid érzékenységük vizsgálatát) a kártevők fejlődésmenetének megismeréséig, a kártételi küszöbértékek kiszámításáig, a szaktanácsadás, az előrejelzés és a rendeleti háttér részletes kidolgozásáig beleértve körzeti bemutató és mintagazdaságok megszervezését valamint az integrált termék, mint minőség bevezetését hatalmas utat jártak be (Galli, 2005). Mások példái, eredményei és tapasztalatai papíron hazánkban is elérhetők, de hol az akarat és akkor még a paripáról és fegyverről egy szó sem hangzott el?

Ennek a közleménynek, noha röviden végigfut az integrált növényvédelemnek nevezett fogalom történetén s röviden tisztázza annak jelentését, célja kifejezetten parányi: a kártételi küszöbérték és a gazdasági kártételi szint fogalmának és kiszámításának részletes, példa segítségével történő bemutatása nyilvánvalóan növényvédelmi állattani területen. Különösen azért, mert sem a gyakorlatban, sem az oktatásban nem ismerik igazán, és a fogalom értelmezése, számításával történő meghatározása ismeretlen.

Az integrált növényvédelem fogalmi evolúciója

Az integrált növényvédelem egyes gyakorlati elemei használatban vannak több mint 100 éve, de a fogalmát magát csak az 1970-es években tisztázták (Zalom and Fry, 1992). A fogalom első leírt megjelenési formája, mint felügyelt, rovarok **elleni védekezés** (supervised insect control) 1945 utánra tehető. Ezt a kifejezést kaliforniai entomológusok használták (Michelbacher and Bacon, 1952). Lényege: szakképzett rovarászok felügyelték a rovarok elleni védekezést. Az

inszekticidek alkalmazását a kártevő rovarok és a természetes ellenségeik népességeinek periodikus megfigyeléséből levont következtetésekre alapozták. Ez akkoriban a mechanikus, naptár szerinti kezelések alternatívája volt. Ilyen gyakorlatot valósítottak meg a növényvédő szerek kiválasztásával, időzítésével, ésszerű adagolásával a kaliforniai dióültetvények kártevői korlátozására és a hasznos szervezetek kímélésére. A következő írott forma az integrált rovarok elleni védekezés (integrated insect control) kifejezés szintén a kaliforniai rovarászokhoz fűződik az 1950-es évekből. Ez alatt a vegyszeres és a biológiai védekezési módszerek legjobb „keverékét” értették egy adott rovarkártevő ellen. Az integrált szó jelentése, amit ma sokan helytelenül értelmeznek, kompatibilis (összekapcsolható, összeférhető). Ez azt jelenti, hogy a vegyszeres kezeléseket csak rendszeres és alapos előrejelzés és megfigyelés után alkalmazták, ha a kártevőpopuláció egy bizonyos szintet (gazdasági küszöbérték) elért. Ekkor szükséges a kezelés, azért, hogy megakadályozzuk, hogy a kártevőnépesség olyan sűrűséget érjen el (gazdasági kártételi szint), amelynél az okozott kár meghaladja a védekezés költségeit. Bartlett 1956-ban ugyancsak ezt a kifejezést használta (integrated insect control), de nem csak egy kártevőre vonatkoztatta. Szerinte az integrált rovarok elleni védelem a biológiai és vegyszeres védekezési módszerek integrált alkalmazása a mezőgazdasági kultúrák rovarkártevőinek szabályozására. Stern et al. (1959) ugyanezt a kifejezést (integrated insect control) három évvel később, úgy értelmezte, hogy az nem más, mint az ökológiai alapelvek alkalmazása biológiai és vegyszeres védekezési eljárások használata során a rovarkártevők ellen. A következő lépés volt az integrált védekezés (nálunk ez a kifejezés honosult meg, integrated control, Smith and Reynolds, 1966), amely magában foglal minden védekezési módszert valamennyi károsító (rovarok, fonálférgék, kórokozók, gyomok, gerinces kártevők stb.) ellen. A kártevő népességek kezelése/irányítása (managing pest populations) gondolat felvetői Geier and Clark (1961), és 1970-ben Geier javasolja az integrált védekezés (integrated control) helyett a károsítók kezelése (pest management) kifejezést. Az integrált, károsítók elleni kezelés, magyar nyelvterületen integrált, károsítók elleni védelem vagy integrált növényvédelem (Integrated Pest Management vagy IPM) kifejezés 1972-ben a Környezetminőségi Tanács (Council on Environmental Quality, US Federal Government Agency) (egy szövetségi kormány szervezet Nixon elnöksége alatt) egy ülésén nyerte el ezt a formáját. Az új kártevő elhárítási stratégia az integrált, rovarok elleni védekezés elvét kiterjesztette valamennyi kártevőre, és a vegyszeres és biológiai védekezésen kívül minden egyéb védekezési technikát (rezisztencianemesítés, agrotechnikai, mechanikai, biotechnikai védekezés stb.) is ide csoportosított. Tehát a vegyszeres védekezés is ide tartozik, de annak integráltnak azaz kompatibilisnek (összeférhetőnek) kell lennie az összes károsító ellen alkalmazott/alkalmazható védekezési eljárással. Multidiszciplináris eljárás, amely rovarászok,

nematológusok, növénykórtanosok, gyombiológusok együttműködésén alapul. 1979-ben Carter elnök létrehozta az Integrált Védekezést Koordináló Bizottságot (IPM Coordinating Committee) és elnöki felhívást tett közzé az IPM továbbfejlesztése és megvalósítása érdekében. 1980-ban az IPM mint gazdaságilag hatékony és környezetvédelmi szempontból előnyös mezőgazdasági, erdészeti, közegészségügyi károsító elhárítási rendszer válik közismertté (Ehler and Bottrel, 2000). Az USA-ban 20 év elteltével Ehler and Bottrel (2000) a helyzetet sommásan úgy foglalták össze, hogy az, ami jelenleg ott tudati szinten létezik az nem más, mint az integrált növényvédelem illúziója. Ehhez előzetesen tudni kell, hogy a kormányzati (és a nemzeti szintű) elkötelezettség és tervek szerint 2000-ig az USA vetésterületének 75%-án meg kellett volna valósítani az integrált növényvédelmet, de ezt csupán a mezőgazdasági terület 4-8%-án tudták elérni. A legfőbb gond a szerzők szerint az, hogy az IPM-ből hiányzik az I betű (Ehler and Bottrel, 2000). Azt, ami szélesebb körben megvalósult, azt legfeljebb integrált növényvédőszer-alkalmazásnak (integrated pesticide management) lehet nevezni, de az nem felel meg az eredeti elképzeléseknek.

A gazdasági küszöbérték (GK) és a gazdasági kártételi szint (GKSZ)

Magyarországon az integrált növényvédelem lényegi sajátosságairól, tervezéséről és megvalósíthatóságáról nagyon ritkák vagy teljesen hiányoznak a közlemények. Kézikönyv szinten nem létezik felhasználható forrásmunka, s a megjelent könyvek vagy cikkek általában integrált növényvédelem alatt legfeljebb a felügyelt kártevők elleni védekezést célozták meg, de elérni azt sem érték el. Ennek legfőbb akadálya az volt, hogy a kártételi küszöbérték meghatározásának módja nem ismert, s azzal gyakorlatilag nem foglalkozott szinte senki. Ezt a hiányosságot szeretném itt és most pótolni.

A gazdasági küszöbérték (Economic Threshold) egy olyan érték, amely segít megállapítani a termelőnek, hogy a károsítók száma elég nagy-e ahhoz, hogy az valamilyen védekezési eljárást igazoljon. Vagyis a gazdasági küszöbérték (GK) az a kártevő egyedsűrűség (egyed/ m², növény, hajtás, levél stb.), amelyet ha megválaszolatlanul hagyunk, hamarosan növekedni fog, és eléri/meghaladja a gazdasági kártételi szintet (Economic Injury Level) (Dent, 1991).

Mi a GKSZ érték?

A kártevőnek az az egyedsűrűsége, amikor akkora gazdasági kárt okoz, amely megegyezik a kártevő visszaszorításának, tehát a védekezésnek a költségével. A GKSZ tehát egy inflexiós pont a védekezés költsége és a kártevő adott népessége (egyedsűrűsége) által okozott gazdasági kár

között. Sokan úgy vélik a GK és GKSZ fölcserélhető értékek és fogalmak. De ez nem így van! A GKSZ mindig magasabb érték, mint a GK. A GK értelme az, hogy időt hagyjon a termelőnek a védekezés kivitelezésére mielőtt a GKSZ inflexiós pontot az egyedsűrűség eléri. A GK érték tehát a jel, hogy itt az idő a védekezésre. Ezért nevezik cselekvési küszöbnek is (Action Threshold). Pontos GK, GKSZ értékek nélkül az integrált védekezés nem lehetséges, kivitelezhetetlen. Ezért az integrált természetét folytatók, az ilyen módon védekezők számára világos kell legyen, milyen összefüggéseken alapulnak ezek az értékek, hogyan változnak, hogyan számíthatók ki. A gazdasági küszöbértékek beállíthatósága, pontossága változó. Vannak olyan küszöbszintek, amelyek egy számmal kifejezhetők, értékük állandó marad a különböző gazdasági és ökológiai tényezők változása ellenére. Mások dinamikusak, és folyamatosan változnak párhuzamosan az ökonómiai és környezeti tényezők változásaival. Tekintet nélkül a GK és GKSZ kidolgozottságára, ezek a változók mindig a termésmennyiség, az eladási ár, a védekezési költség és a védekezés által elpusztított/gátolt károsító aránya, a károsító által okozott veszteség és valamilyen egységre számított károsító egyedsűrűség (pl. egyed/növény) viszonyán alapulnak (Frisbie and Adkisson, 1985; Dent, 1991).

A GKSZ kiszámításához a következő adatokra van szükség:

- a védekezés költsége (VK)
- a növényi termék becsült piaci ára (PA)
- a becsült termésmennyiség (T)
- a károsító védekezés által elpusztított aránya (KP)
- egy károsító által okozott kár (általában, mint arányos veszteség szerepel AV)

költség : haszon arány = $VK/(PA \times T \times KP \times AV)$ ahol a nevezőben szerepel a védekezés sikerességéből származó haszon

Innen az a károsító egyedsűrűség, amely olyan pénzbeni veszteséget okoz, ami 1.0 költség : haszon arányhoz vezet, a GKSZ érték.

Példa a kukoricamolylelső nemzedéke károsítására (Anonymous, 2002):

Általános számításmenet

lárva/100 növény	x 0,2 túlélés	=	túlélő lárva
túlélő lárva	/ 100 vizsgált növény	=	lárva/növény
lárva/növény	x termés csökkenés/lárva	=	termés csökkenés
termés csökkenés	x q/ha	=	veszteség q/ha
veszteség q/ha	x ár/q értékkel	=	pénzveszteség/ha
pénzveszteség/ha	x a kezelés %-os hatása	=	megelőzhető veszteség/ha
megelőzhető veszteség/ha	- a kezelés ára/ha	=	haszon (vagy kár)/ha

Költség haszon arány

egyedsűrűség (itt lárva/növény) x költség haszon arány = GKSZ

Konkrét értékekkel bemutatott számításmenet

300 lárva/100 növény	x 0,2 túlélés	=	60 túlélő lárva
60 túlélő lárva	/ 100 vizsgált növény	=	0,6 lárva/növény
0,6 lárva/növény	x 0,059 termés csökkenés/lárva	=	0,035 termés csökkenés
0,035 termés csökkenés	x 121 q/ha	=	4,24 veszteség q/ha
4,24 veszteség q/ha	x 8,25 \$ ár/q értékkel	=	34,98 \$ pénzveszteség/ha
34,98 \$ pénzveszteség/ha	x 0,72 a kezelés %-os hatása	=	25,19 \$ megelőzhető veszteség/ha
25,19 \$ megelőzhető veszteség/ha	- 37,04 \$ a kezelés ára/ha	=	-11,85 \$ haszon (vagy kár)/ha

Költség : haszon arány = 37,04 \$/ha : 25,19 \$/ha = 1,47 tehát nem fizetődik ki a kezelés

GKSZ = 0,6 x 1,47 = 0,88 lárva/növény

Ha a költség haszon arány 1 lenne, akkor 0,6 lárva/növény lenne a GKSZ. Ebben a pontban lenne azonos a haszon és a befektetés mértéke.

Ha a költség haszon arány értéke 0,9 lenne, akkor 0,6 x 0,9 = 0,54 lárva/növény lenne a GKSZ. Ebben az esetben az alkalmazott kezelés kifizetődő lenne.

Megjegyzések:

Az 1. és 2. stádiumú lárvák túlélése 4. és 5. stádiumú lárvákká, amelyek behatolnak a szárba 20 %-ra becsült. Azonban ez az érték változó, lehet 1 vagy 50 %-os is lehet. A kukoricamolylelső okozta kár változik növekedési stádiumonként: 10 leveles állapotban 5,9 %, 16 leveles

állapotban: 5 % és a pollenvesztés 4 %. Átlagos vegyszeres hatékonysági érték a kukoricamoly első nemzedéke ellen 70 %, de ez szintén változó, szer és időzítés szerint 50 – 90 % lehet. Ezek az értékek amerikai adatok.

Megjegyzések a kártételi küszöbérték meghatározásához

Eredetileg a GK-t konstans értéként képzelték el. A valóságban azonban ez egy dinamikus változó, amely függ a növénytől, a fajtától, a növények fejlődési stádiumától, az időjárástól, a növényi sűrűségtől, a trágyázási állapottól, stb. Ennyi befolyásoló tényező nagyon megnehezíti egy általánosságban elfogadható GK meghatározását. Ezért, noha a GK alkotja az integrált növényvédelemi döntések megalapozását, meghatározásuk az egész eljárás leggyengébb pontját képezi, mivel igen kevés, kutatáson alapuló küszöbértéket dolgoztak ki (Poston et al., 1983). A számítás alapját képező képlet viszonylag egyszerű, de a szükséges változók kiszámítása, kísérleti meghatározása meglehetősen nehéz. Ez a kalkuláció bizonyos károsítók esetében egyszerűbb, mások esetében bonyolultabb, de kifejezetten nehéz, ha a természetes ellenségeket is bevonják a kártevő populációk szabályozásába, vagy ha több növényvédő szeres kezelés kívánatos, illetve ha a növények különböző fejlődési állapotában következhet be a kár (Mumford and Norton, 1984).

Irányelvek a GK meghatározásához

1. Pontosan beállított és statisztikailag értékelhető kísérletek formájában különböző kártevő egyedsűrűségek (beleértve a kártevőmentességet is) viszonylatában mérjük meg a termésmennyiséget és becsüljük meg a minőséget. A kártevők egyedsűrűségét számlálással vagy a növényi részek károsodásának százalékában adjuk meg. Ezeket a megfigyeléseket kezeletlen parcellákon kell megejtenünk, de a termesztési időszak eléggé korai szakaszában, hogy a szükséges védekezés megoldható legyen.

2. Minden védekezési változatra, valamennyi kártevő egyedsűrűségi változat esetén számítsuk ki a termés teljes piaci értékét, megszorozván a piaci árral a termés egységnyi tömegét.

3. Az egyes védekezési variánsok költségét vonjuk ki valamennyi kártevő egyedsűrűségi változat piaci értékéből. Nevezhetjük ezt tiszta jövedelemnek is.

4. Kezdve a legmagasabb kártevő egyedsűrűséggel és haladva a legalacsonyabb sűrűség felé hasonlítsuk össze a kezelt változat tiszta jövedelmét a kezeletlenével. Az összevetések során keressük azt a kártevő egyedsűrűséget, amely esetében az alkalmazott védekezési változat tiszta jövedelme megegyezik a kezeletlenével. Az a kártevő egyedsűrűség, amely vonatkozásában a

védtet és kezeletlen (kártévőmentes) parcellák tiszta jövedelme egyenlő, a kártételi küszöbérték (GK) (Reichelderfer et al., 1984 cit. Dent, 1991).

Megvitatás

A kártévők létének és fennmaradásának oka, hogy folyamatosan újratermeljük az evolúciójukért és fennmaradásukért felelős környezeti feltételeket, s a növényevők nagyon rugalmas választ adva erre populációs szinten bővítetten újratermelik magukat (Bozsik, 2001). Emberi hozzájárulás nélkül, az ember növénytermesztési gyakorlata nélkül nincs kártévő. A kártévők a növénytermesztés megvalósulása során jöttek létre, pontosabban a csekély biomasszát fogyasztó, kisszámú növényevőből a növénytermesztésnek köszönhetően lett hatalmas növényi károkat okozó, sokszor túlszaporodott népesség. A termesztés során ugyanis egy helyre vetünk, telepítünk, magas tápanyagtartalmú, sokszor önmaga után következő növényeket, ami állandó és szembetűnő terített asztalt jelent a kártévőknek. Ugyanakkor ezzel – csökkentve a növényi és állati sokféleséget – gátoljuk a hasznos rovarok és egyéb állatok kártévőgyérítő hatását (Benett, 1998; Chapman and Reiss, 1999; Odum, 1996; Ricklefs, 1997). Ezt az állapotot tovább rontottuk a vegyszeres növényvédelem rutinszerű alkalmazásával, amelynek a kártévőket felszaporító és a természetes ellenségeket gyérítő hatását kiválóan írja le a Volterra törvény (Ninomiya and Weinberger, 2005). A Volterra törvény populációdinamikai hatása mellett a folyamatosan kialakuló növényvédő szerekre rezisztens populációk további gondokat jelentenek. Ezeknek a konvencionális mezőgazdaságban meghatározó jelenségeknek csökkentésére vagy megszüntetésére találták ki amerikai rovarászok az integrált növényvédelmet (Stern et al., 1959).

Az IPM megvalósításának alapvető feltétele a GKSZ és a GK értékek konkrét kiszámítása. A számítási módszer ismert, de az ehhez szükséges kiindulási adatok hiányoznak.

1998-ban a szerző tartott egy előadást „Mikor lesz Magyarországon integrált növényvédelem?” címmel. Azóta nem sok dolog változott, a helyzet ugyan nem lett rosszabb (beszédnek számos szinten, cselekvés kevésbé), de a kilátások talán igen, mert pl. a növényvédelem szervezete fokozatosan és biztosan zsugorodik. Manapság, mint korábban is, sokan sokat beszélnek az IPM-ről. Arról, azonban sokkal kevesebb szó esik, mi szükséges a megvalósításához. Jó példák, elméleti és gyakorlati szinten egyaránt vannak, csak elő kellene venni az amerikai, angol és német szakirodalmat. Néhány dologról azonban nem szabad, nem lehet megfélemlíteni: célzott kutatási, oktatási (szakemberek és gazdálkodók számára egyaránt) projektek véghezvitele, a gazdálkodók érdekeltségének megteremtése, és a megvalósítást lehetővé tevő jogi keretek nélkül nem fog menni. A legelső megvalósítandó dolog lehetne pl. Dent (1991) kiváló könyvének

lefordítása magyarra és ezzel egy időben az integrált növényvédelmet olyan összefüggésekben kellene tanítani, ahogyan azt Stern et al. (1959) és Smith and Reynolds (1966) megfogalmazták. Jelen írás megpróbálta bemutatni az IPM fogalmát, annak evolúcióját s ehhez kapcsolódóan a gazdasági küszöbérték és a gazdasági kártételi szint fogalmának tisztázásával és az utóbbi kiszámításának példájával szeretne hozzájárulni az IPM fokozatos hazai megvalósulásához.

Hivatkozások

- Anonymous 2002. Cost:benefit analysis chart for first generation european corn borer. <http://www.cas.psu.edu/docs/CASDEPT/IPM/FldCrop/table14.htm>
- Bartlett, B.R. 1956. Natural predators. Can selective insecticides help to preserve biotic control? *Agric. Chemistry* 11(2): 42-44.
- Bennett, K.D. 1998. *Evolution and ecology. The pace of life.* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 241.
- Bozsik A. 2001. *Rovarökológia. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar, pp. 141.*
- Chapman, J.L., Reiss, M.J. 1999. *Ecology: principles and applications.* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 330.
- Dent, D. 1991. *Insect pest management.* CAB International, Wallingford, pp. 604.
- Ehler, L.E., Bottrell, D.G. 2000. The illusion of integrated pest management. *Issues in science and technology on line.* pp. 6. <http://bob.nap.edu/issues/16.3/ehler.htm>
- Frisbie, R.E., Adkisson, P.L. 1985. IPM: definitions and current status in U.S. agriculture. pp. 41-51. In: *Biological control in agricultural IPM systems*, Hoy, H.A. and Herzog, D.C. (eds.), Academic Press, Inc. N.Y. 598 pp.
- Galli, P. 2005. 50 Jahre integrierter Pflanzenschutz im Obstbau in Baden-Württemberg. *Landinfo*, 5: 6-10.
- Geier, P.W. 1970. Organizing large scale project in pest management. In: *Meeting on cotton pests. Panel of Experts on Pest Control*, FAO, Rome, Sept. 1970. pp 8.
- Geier, P.W. and Clark, L.R. 1961. An ecological approach to pest control. In *Proceedings of the eighth technical meeting. International Union of Conservation of Nature Resources*, Warsaw, 1960. pp. 10-18.
- Michelbacher A.E., Bacon, O.G. 1952. Walnut insect and spider mite control in Northern California. *Journal of Economic Entomology* 45:1020-27.

- Mumford, J.D., Norton, G.A. 1984. Economics of decision making in pest management. *Annual Review of Entomology* 29: 157-174.
- Ninomiya, H, Weinberger, H. F. 2005. Pest control may make the pest population explode. *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik* 54: 869-873.
- Odum, E.P. 1996. *Ecology. A bridge between science and society*. Sinauer Associates, Sunderland pp. 262.
- Poston, F. L., Pedigo, L.P., Welch, S.M. 1983. Economic injury levels: reality and practicality. *Bulletin of Entomological Society of America* 29: 4953.
- Ricklefs, R.E. 1997. *The economy of nature: a textbook in basic ecology*. 4th ed. W.H. Freeman and Company, New York, pp. 678.
- Smith, R.F., Reynolds, H.T. 1966. Principles, definitions and scope of integrated pest control. *Proceedings FAO Symposium on Integrated Pest Control*, 1: 11-17.
- Stern, V.M., Smith, R.F., van den Bosch, R., Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81-101.
- Tait, J. 1987. Planning an integrated pest management system. In: Burn, A.J., T.H. Coaker and P.C. Jepson (eds.): *Integrated Pest Management*. Academic Press, London, pp. 189-207
- Zalom, F.G. and Fry, W.E. 1992. Biologically intensive IPM for vegetable crops. pp. 107-166. In: Zalom, F.G. and Fry, W.E. (eds) *Food, crop pest and the environment*. APS Press, St. Paul, MN.

Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy rendszerű szőlőültetvényben

Varga Péter, Májér János és Németh Csaba*

Pannon Egyetem Agrártudományi Centrum Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Badacsony 8261

Badacsonytomaj, Római u. 181.

**e-mail: vargapeter@mail.iif.hu*

Összefoglalás

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, (egy-egy évjáratokban) a víztakarékosság elsődleges szemponttá válhat. Ilyen ökológiai adottságokkal rendelkezik a Balatoni Régió is. 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 stressz hatások negatívan hatnak a tőkék növekedésére. A PE Badacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben közel egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel beállított egy talajművelésmód összehasonlító kísérletsorozatot állítottunk be. 2013 évi kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal történő talajtakarást, a tartós- és időszakos növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben. A tartós növénytakaráshoz speciális fűkeveréket használtunk (Vörös csenkesz, Felemáslevelű csenkesz, Nádképi csenkesz, Angolperje), továbbá egy pillangósokból álló keverék (Vörös here, Bíborhere, Fehérhere, Tavaszi bükköny, Takarmányborsó) vetésével is megpróbáltunk. Az időszakos növénytakarás megvalósításához Őszi búzát, Tritikálét, valamint a területre jellemző gyomösszetételt használtunk fel, továbbá Facélia sorközvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Az idei évben (2013) célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a kezelések hatását a talajnedvességre, a talaj-, - és a növény tápanyag-ellátottságára, valamint a szüreti eredményekre. Összességében megállapítható, hogy talajainkat az erózió káros hatásaitól védeni kell. Az erózió elleni védekezés alapja lehet a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás-mely kedvező, mid a talaj-, mind, pedig a növény számára (víz- és tápanyag-forgalom). Másik lehetséges megoldás a növénytakarás alkalmazása. Ezek közül is a gabonafélék

és a pillangós keverék bizonyult a legalkalmasabb. A talaj nedvességtartalma, ásványi nitrogénellátottsága, és a termésátlag tekintetében kimagasló eredményt nyújtott a többi kezeléshez képest a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás kezelése. Ezen eredmények a kontroll parcellákon mért eredményekhez képest statisztikailag igazoltan is plusz értéket hoztak.

Kulcsszavak: tartamkísérlet, erózió, talajművelésmód, talaj-és növénytakarás

Abstract

Among the soil cultivation systems applied in environmentally friendly viticulture technologies soil protection and within that protection against erosion plays a very important role. However in the drier ecological production sites besides protection against erosion (in certain years) water retention can become the prime consideration. The Lake Balaton Region has such ecological aptitudes. It has been forecasted that as a result of the effect of climatic change droughts will become increasingly more frequent, the average temperature will rise and violent rainfalls can be expected more frequently. Abiotic stress effects due to inappropriate soil cultivation have a negative effect on vine growth. For nearly a decade soil cultivation trials of a duration experiment nature have been conducted at the Viticulture and Oenology Research PE AC Badacsony. This year (2013) our experiments have drawn comparisons on a slope (hill-valley directional) system between mulching with organic plant wastes, and lasting and temporary plant coverage and also mechanical soil cultivation. A special grass mixture was used for the lasting plant coverage (Red fescue, Ambiguous leaved fescue, Tall fescue, Perennial ryegrass), and we also had trials using a legume seed mixture (Red clover, Crimson clover, White clover, Common vetch, Fodder peas). For the temporary plant coverage we used Winter wheat, Triticale and weed mixtures characteristic of the area, furthermore between the rows we planted just Phacelia on its own. Our aim this year (2013) was to examine the effect of the treatments on soil moisture content, on the soil and plant nutrition supply and on harvest results. It can be ascertained overall that our soils must be protected from the damaging effects of erosion. The basis for protection against erosion can be soil coverage using organic material wastes which has a favourable effect on both the soil and the plant (water and nutrition supply). The other possible solution is the application of plant coverage. The most suitable of these proved to be the cereals and the legume mixture. In comparison with the other treatments the treatment using mulching with organic plant waste showed outstanding results for soil moisture content, mineral nitrogen supply and average yield. These results also showed statistically

certified increased values when compared with the results measured on the control plots.

Keywords: duration experiment, erosion, soil cultivation method, soil and plant coverage

Bevezetés

Napjainkban, amikor a globális felmelegedés okozta klímaváltozás következtében fellépő új stressz hatásokkal 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 tőketerhelést, így nagyobb esélye van a vírusmentes, megfelelő minőségű áru- és szaporítóanyag előállításának. A talajtakarás, illetve a takarónövények segítenek megvédeni a talajt az eróziótól, deflációtól, továbbá a gyomszabályozásban rejlő előnyük, illetve hatásuk sem elhanyagolható.

A nemzetközi és hazai szakirodalomban a legtöbb szerző azokon a szőlőtermő területeken, ahol éves szinten a 700-800 mm egyenletes eloszlású csapadék valószínűsége kicsi, a mezőgazdasági és kommunális hulladék talajtakarásra történő felhasználását javasolja. Ezek az anyagok - amellett, hogy javítják a talajok szervesanyag-gazdálkodását - csökkentik az erózióvesztést és megőrzik a nedvességet a kultúrnövény számára (Basler, 1992; Boller et al. 1998; Varga, 1994). Ott, ahol a tenyészdőszakban a csapadék 250 mm alatti, vagy a talaj sekély termőrétegű, a talajnak különböző mezőgazdasági eredetű szerves hulladékokkal történő takarása jöhet szóba (Bauer, 1992). Így például Dél-Ausztráliai kísérletek szerint a teljes felületű talajtakarás a talaj nedvességtartalmát 34 %-al, a szőlő termésmennyiségét 46 %-al növelte (Buckerfield és Webster, 1996). A szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás számos pozitív hatását (talaj- tömörödöttség mérséklése és nedvességtartalom megőrzése) említi (Varga és Májer, 2004). Olyan területen, ahol a csapadék mennyisége 500-520 mm, csak az erős növekedésű szőlők füvesítése javasolt. A takarónövény hatására a talaj nitrátszintje egész éven át beszabályozott, viszonylag alacsony marad, ezért csökken a nitrogén kimosódásának a veszélye. (Zanathy, 1998). Kísérleteinkben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk az időszaki- és tartós növénytakarás, valamint a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, és a mechanikai talajművelés módjainak a hatását a talajnedvesség, a talaj tápanyag-ellátottság, valamint a szüreti eredmények paramétereinek az alakulására.

Anyag és módszer

A PE Badaacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben közel egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel talajművelési kísérleteket állítottunk be. Ezen kísérletsorozat részeként 2013-évben kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal -Sás (*Carex sp.*), Nád (*Phragmites australis*), Kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis*) - történő talajtakarást (CAPHRAG), a tartós- és időszakos növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést (KONTROLL) hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben. A tartós növénytakaráshoz (FESLO) speciális fűkeveréket használtunk: 40% Vörösnadrág csenkesz- (*Festuca rubra L.*), 20% Angolperje- (*Lolium perenne L.*), 20% Felemáslevelű csenkesz- (*Festuca heterophylla L.*), 20% Nádképi csenkesz- (*Festuca arundinacea L.*), továbbá egy pillangósokból álló keverék (FABAC) : Vörös here 25% (*Trifolium pratense*), Biborhere, 25% (*Trifolium incarnatum L.*), Fehérhere 25% (*Trifolium repens L.*), Tavaszi bükköny, 25% (*Vicia sativa L.*), Takarmányborsó (*Pisum sativum L.*) vetésével is megpróbálkoztunk 2013-ban. Az időszakos növénytakarás megvalósításához Őszi búzát (TRIES) (*Triticum aestivum*), Tritikálét (TRI) (*Triticum secale*), a területre jellemző gyomösszetételt (STE) (a tél végi-tavaszi-nyár eleji vegetáció zömében és sorrendjében a következő: Tyúkhúr (*Stellaria media L.*), Bársonyos árvacsalán (*Lamium amplexicaule L.*), Pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris L.*)) használtunk fel, valamint Facélia (PHAC) (*Phacelia tanacetifolia*) sorközvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. A kezelések beállításának ideje 2013. április 17-én volt. Kezelésként négy ismétlést alkalmaztunk, egy kezeléshez 5 sorköz tartozik, összesen 0,1 ha egy kezelés tenyészterülete. A terület erózióknak kitett (észak-déli lejtésű, 12-14%, hegy-völgy irányú telepítési rendszer). A célkitűzésben megfogalmazottak szerint a talajnedvességi állapotokat tömeg százalékban, a talaj tápanyag ellátottságát mg/kg-ban, a szüreti eredmények közül a termésátlagot kg/m²-ben adjuk meg.

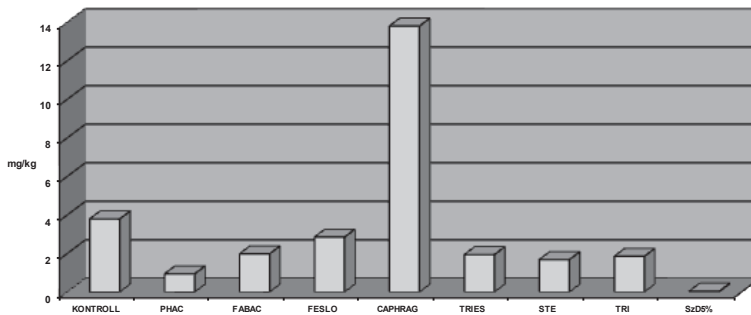
Eredmények

Talajvizsgálati eredmények

A talajminták kémiai analízise során vizsgált paraméterek közül értékelhető különbséget a talaj ásványi N-tartalma tekintetében, és a talajnedvesség értékeknél kaptunk, az eredmények ismertetésénél is ezekre az adatokra szorítkozunk.

A talaj ásványi nitrogén változásának eredményei:

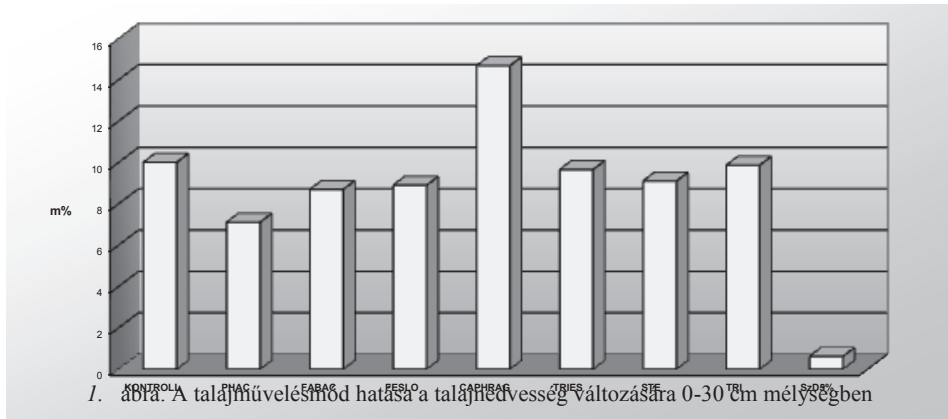
A talaj ásványi nitrogéntartalma 0-30 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben (1. ábra). A legalacsonyabb ásványi nitrogén tartalmat a facélia által kialakított időszakos növénytakarás parcelláin mértük. Ezek a különbségek szignifikánsak az összes többi időszakos és tartós növénytakarás és a talajtakarás kezeléseikhez képest. A mechanikailag művelt parcellákon a második legmagasabb ásványi nitrogéntartalmat kaptunk a 0-30 cm-es talajmélységben. Ezen eredmény statisztikailag igazolható a többi kezeléshez képest. Az időszakos növénytakarásos kezeléseknél a tartós növénytakarás parcelláin igazoltan magasabb ásványi nitrogéntartalmat mértünk.



1. ábra. A talajminták ásványi (NO₂+NO₃)-N tartalmának alakulása a kezelések hatására 0-30 cm mélységben (Badacsony, 2013)

A talaj nedvességtartalmának vizsgálati eredményei:

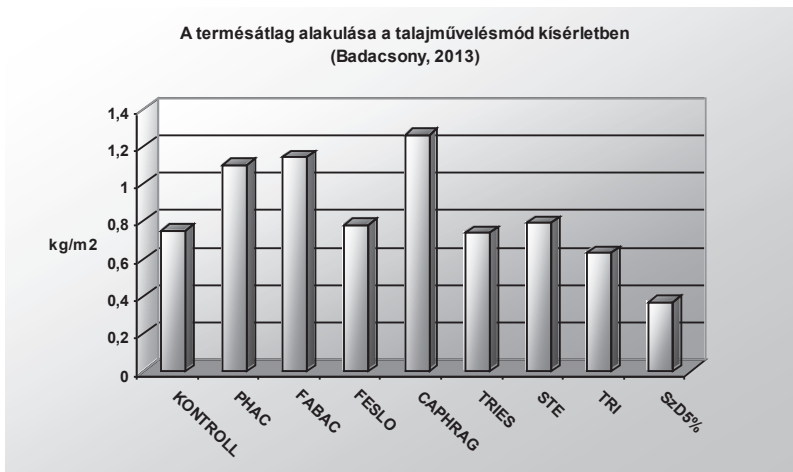
A legkedvezőbb talajnedvességi állapotot a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás hatására kaptuk, mely érték a 0-30 cm-es talajszintben statisztikailag igazolt az összes többi kezeléshez képest (2. ábra). A második legmagasabb talajnedvességet biztosító kezelés a mechanikailag művelt parcellákon voltak. Eredményében hasonló értékeket adott a gabonafélék és a pillangós keverék időszakos növénytakarása, valamint a tartós növényborítottságot előidéző fűvesítés parcellái. Ezekhez képest igazoltan nagyobb vízigénnyel bírt a facéliával takart kezelés.



(Badacsony, 2013)

Szüreti eredmények:

A szüreti paraméterek tekintetében értékelhető különbséget a kezelések között a terméseredmények esetében kaptunk (3. ábra). A mechanikailag művelt (kontroll) parcellák terméseredményeihez képest statisztikailag pozitív hatást adott a pillangós keverék által borított parcella, valamint a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás kezelése.



3. ábra. A talajművelésmód hatása a terméseredményekre (Badacsony, 2013)

Megvitatás

A vizsgált talajapolási módok közül a legkedvezőbb talajnedvességi állapotot a vegetációs időszakban a szerves növényi hulladékkal fedett sorközben mértünk a 0-30 cm-es talajrétegben. Ezen pozitív hatásról számos szerző is beszámolt, például: (Buckerfield és Webster, 1996). Ez az eltérés az összes kezeléshez képest statisztikailag igazolt. Általánosságban megállapítható, hogy a Facélia általi időszaki növényborítottságot adó kezelések talajában kevesebb nedvesség maradt, mint a többi időszaki növénytakarás kezeléseiben mért érték. Ez a megállapítás statisztikailag is igazolható is mindkét talajréteg átlagában.

Az időszaki növénytakaráshoz tartozó gabonafélék kisebb vízigényűek voltak, mint a Facélia és a pillangós keverék által alkotott társulások. Továbbá megállapítható, hogy a második legjobban szereplő takarási mód a nedvességmegőrzés szempontjából a speciális kevés vizet fogyasztó szárazságtűrő keverék parcellája. Az itt mért adatok a Facélia időszaki növénytakarás parcelláihoz pozitív értelemben szignifikánsak.

A talaj ásványi nitrogéntartalma 0-30 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben.

Meg kell említeni, hogy a kontroll parcellák igen jól szerepeltek, ez is magyarázza, hogy a takarónövények vetése csak kitett, sekély termőrétegű, erózióra hajlamos, alacsony kötöttségű területen indokolt.

A terméseredmények alakulásában kiemelkedő (szignifikáns) eredményt kaptunk a kezelések közül a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás és a pillangós keverék, valamint a facéliával borított parcellákon a kontrollkezelésekhez képest.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

Bauer, K. 1992. Ökologisch orientierte Bodenpflege und Düngung im Qualitätsweinbau. Ratgeber für die Praxis. 1.

Basler P. 1992. Integrierte Production: Wiederherstellung des Ökosystems Boden. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau. 128 (12): 633-635.

Boller E.F., El Titi, A, Gendrier, J. P., Avilla, J., Jörg, E., Malavota, C. (edit) 1998. Integrated Produktion in Europe: 20 years after the declaration of Ovronnaz. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop Vol. 21 (1): 34.

Buckerfield J. C., Webster K. A. 1996. Earthworms, mulching, soil moisture and grape yields: earthworm response to soil management practices in vineyards, Barossa Valley, South Australia, 1995. Australian and New Zealand Wine Industry Journal, 11 (1): 47-53.

Varga, I. 1994. A talajtakarás szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. Kandidátusi Értekezés, Eger.

P. Varga, J. Májer 2004. The Use of Organic Wastes for Soil-Covering of Vineyards 1st ISHS Symposium for grapevine growing, commerce and investigation Lisbon 2003.; Oral presentation. Acta Horticulturae Number 652. 191-197.

Zanathy, G. 1998. Környezetkímélő talajápolás. Kertészet és Szőlészet. 61 (23): 13.

A paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus* – resistance breaking strain, TSWV-RB) rezisztenciaáttörő törzs elterjedésének vizsgálata a Dél-Alföldi régióban

***Bese Gábor*^{1*}, *Korom Kitti Kata*², *Kristó István*³ és *Takács András*⁴**

¹*Csongrád Megyei Kormányhivatal, Növény-és Talajvédelmi Igazgatósága, 6800*

Hódmezővásárhely Rárósi út 110.

²*Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, 6800 Hódmezővásárhely Andrassy út 15.*

³*Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Csongrád Megyei Igazgatóság, 6722 Szeged Kossuth L. sgt. 17.*

⁴*Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.*

**e-mail: bese.gabor@nebih.gov.hu*

Összefoglalás

Magyarország Dél-Alföldi zöldségajtatási régiójában a TSWV áttörő törzsének elterjedését vizsgáltuk 2012-ben és 2013-ban. A vizsgált 22 minta közül 18 paprika, 3 paradicsom és 1 krizantém volt. A DAS-ELISA és bio-teszt vizsgálatokat a Csongrád Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság, Károsító Diagnosztikai Osztály laboratóriumában végeztük.

A vizsgálatok alapján 18 minta esetében a TSWV hagyományos törzsét mutattuk ki. Négy szegvári paprika minta bizonyult fertőzöttnek a TSWV áttörő törzsével. A fertőzött minták ugyan arról a telepről származtak, mint a 2011-ben megtalált TSWV-RB fertőzés.

Kulcsszavak: *Tomato spotted wilt virus*, TSWV, rezisztenciaáttörő törzs, paprika

Abstract

Spread of resistance breaking strain of *Tomato spotted wilt virus* was followed in 2012 and 2013. Among 22 samples 18 samples were isolated from pepper, 3 from tomato and 1 from chrysanthemum cultures. Virus infection was determined by double-antibody sandwich ELISA. *Capsicum chinense* PI152225 accessions were used for back inoculations.

According to the symptoms, bio test and ELISA the infections of resistance breaking strain were demonstrated in 4 samples. These samples were collected in the same place where formerly in 2011.

Keywords: Tomato spotted wilt virus, resistance breaking strain, ELISA, bio-test

Bevezetés

A paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) először 1915-ben Ausztráliában észlelték (Brittlebank, 1919), azóta a világ számos országában megfigyelték, különösen a szubtrópusi és a mérsékelt égövben (Best, 1968; Mertelik és Mokra, 1998). Európában a TSWV megjelenését először Kovacevski (1957) jelezte. Magyarországon a zöldségtermesztésének kb. 25-30 %-a zárt termesztő berendezésekben történik. A TSWV miatt - felmérések és tapasztalatok alapján - a termésvesztés 40-90 % is lehet. Bitterlich és MacDonald (1993) szerint a paprikán (*Capsicum annuum* L.) a TSWV elleni védekezésben csupán a prevencióra szorítkozhatunk (palántanevelők és környékük gyommentesen tartása, inszekticides védekezés a tripsz vektorok ellen, a vírusmentes szaporítóanyag használata, rezisztens fajták/hibridek alkalmazása). A TSWV ellenálló fajtákba eddig a *Capsicum chinense* paprika faj néhány vonalában azonosított TSWV domináns gént építették be. A TSWV első hazai rezisztenciaátörő (RB) törzsét 2009-ben izolálták (Salamon et al., 2011).

Munkánk célja a Dél-Alföldi régióban a TSWV-RB törzs elterjedtségének a felmérése volt.

Anyag és módszerek

A Dél-Alföldi régióból származó 18 paprika, 3 paradicsom és 1 krizantém minta esetében vizsgáltuk a TSWV-RB törzs jelenlétét.

A begyűjtött mintákat polietilén tasakokban -25 °C-on tároltunk. A biotest és DAS-ELISA vizsgálatokat a Csongrád Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság, Károsító Diagnosztikai Osztály virológiai laboratóriumában, Hódmezővásárhelyen végeztük. A szerológiai vizsgálatokhoz a LOEWE Biochemica reagenseit a használtuk. A tesztek fotometrikus értékelése 405 nm hullámhosszon LABSYSTEM MULTISCAN RC rendszerrel történt. Pozitívnak tekintettük azokat a mintákat, amelyek extinkciós értéke meghaladta a negatív kontroll értékének legalább kétszeresét.

A TSWV pozitív minták TSWV-RB fertőzöttségét bio-tesztel határoztuk meg. A *Capiscum chinense* PI152225 növényeket mesterségesen inokuláltuk. A vektor mentes klíma kamrákban nevelt növényeken a megjelenő lokális és szisztemikus tüneteket 4, 7, 14 és 28 nap múlva értékeltük.

Eredmények

A szerológiai vizsgálat alapján mind a 22 minta TSWV fertőzöttségét igazoltuk (1. táblázat). A tesztnövény vizsgálatokkal 18 esetben a TSWV hagyományos törzsét mutattuk ki (2. táblázatban). Négy paprikaminta esetében a bio-teszt vizsgálat a TSWV-RB törzs jelenlétét igazolta.

1. táblázat. A fotometrikus vizsgálat eredményei

	Mintavétel helye	Mintavétel ideje	Termesztett növény	Extinkciós érték	Pozitív kontroll	Negatív kontroll	Ered- mény
1.	Gyula	2012. 04. 04.	paprika	0.381	0.247	0.062	+
2.	Tömörkény	2012. 05. 16.	paprika	0.110	0.113	0.055	+
3.	Méhkerék	2012. 05. 22.	paprika	0.243	0.736	0.056	+
4.	Boldog	2012. 05. 22.	paprika	0.585	0.736	0.056	+
5.	Hort	2012. 06. 11.	paprika	0.196	0.048	0.046	+
6.	Baks	2012. 06. 12.	paradicsom	0.309	0.048	0.046	+
7.	Ásotthalom	2012. 06. 13.	paprika	0.287	0.634	0.055	+
8.	Tömörkény	2012. 07. 05.	paprika	0.163	0.160	0.054	+
9.	Csanytelek	2012. 08. 14.	paradicsom	0.413	0.162	0.057	+
10.	Szegvár	2012. 07. 26.	paprika	0.317	0.736	0.044	+
11.	Kiskunhalas	2012. 09.03.	krizantém	1.112	0.469	0.062	+
12.	Kecskemét	2013. 01. 14.	paprika	0.190	0.230	0.055	+
13.	Gyula	2013. 05. 10.	paprika	0.123	0.668	0.052	+
14.	Puszttaotlaka	2013. 05. 22.	paprika	0.198	1.109	0.058	+
15.	Sarkad	2013. 05. 28.	paprika	0.401	0.297	0.045	+
16.	Puszttaotlaka	2013. 07. 23.	paprika	0.339	0.332	0.044	+
17.	Kecel	2013. 07. 24.	paprika	0.432	0.335	0.046	+
18.	Kecskemét	2013. 08. 21.	paprika	0.365	0.332	0.056	+
19.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	0.186	0.343	0.044	+
20.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	0.173	0.343	0.044	+
21.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	0.419	0.343	0.044	+
22.	Szegvár	2013. 09. 06.	paradicsom	0.338	0.343	0.044	+

2. táblázat. A tünettani vizsgálat eredményei

A tünettani vizsgálat eredménye:							
	Mintavétel helye:	Mintavétel ideje:	Termesztett növény:	Tünetek:	TSWV DAS- ELISA	TSWV-RB törzs bioteszt	
1.	Gyula	2012. 04. 04.	paprika	NRi ⁷ , LDef ^d	+	WS ¹	
2.	Tömörkény	2012. 05. 16.	paprika	NRi, M	+	WS	
3.	Méhkerék	2012. 05. 22.	paprika	N ⁶	+	WS	
4.	Boldog	2012. 05. 22.	paprika	NRi, N	+	WS	
5.	Hort	2012. 06. 11.	paprika	NRi, Ch ³ , N	+	WS	
6.	Baks	2012. 06. 12.	paradicsom	NRi, M ⁵	+	WS	
7.	Ásotthalom	2012. 06. 13.	paprika	NRi, N	+	WS	
8.	Tömörkény	2012. 07. 05.	paprika	NRi, M, N	+	WS	
9.	Csanytelek	2012. 08. 14.	paradicsom	NRi, N, LDef	+	WS	
10.	Szegvár	2012. 07. 26.	paprika	NRi	+		RB ²
11.	Kiskunhalas	2012. 09. 03.	krizantém	NRi, Ch, M	+	WS	
12.	Kecskemét	2013. 01. 14.	paprika	NRi	+	WS	
13.	Gyula	2013. 05. 10.	paprika	NRi, M, N	+	WS	
14.	Pusztatottlaka	2013. 05. 22.	paprika	NRi, Ch, LDef	+	WS	
15.	Sarkad	2013. 05. 28.	paprika	NRi, LDef, M	+	WS	
16.	Pusztatottlaka	2013. 07. 23.	paprika	NRi, Ch	+	WS	
17.	Kecel	2013. 07. 24.	paprika	NRi, Ch	+	WS	
18.	Kecskemét	2013. 08. 21.	paprika	NRi M, N	+	WS	
19.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	NRi, LDef	+		RB
20.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	NRi, LDef, N	+		RB
21.	Szegvár	2013. 09. 06.	paprika	NRi, M	+		RB
22.	Szegvár	2013. 09. 06.	paradicsom	NRi, M, N	+	WS	

+: pozitív eredmény; WS¹: TSWV vad törzse/hagyományos törzs; RB²: Resistant breaking/ áttörő törzs; Ch³: chlorotic (klorózis); LDef^d: leaf deformation (levéltorzulás); M⁵: mosaic (mozak); N⁶: necrosis (nekrózis); NRi⁷: necrotic rings (nekrotikus gyűrűk)

Megvitatás

Magyarország Dél-Alföldi régiójában a termesztő berendezésekben termesztett növények nagy részét a paprika és a paradicsom teszi ki, de jelentős a dísnövények hajtatasos termesztése is. Korábbi vizsgálatok és a saját eredményink rámutatnak, hogy a TSWV fertőzések évjáráttól

függően veszélyeztethetik a különböző kertészeti és szántóföldi kultúrákat (German et al., 1992; Nagy és Ligeti, 1972).

A TSWV kártételét alapvetően meghatározza a vírusvektor tripszek jelenléte a termesztés során alkalmazott technológiai és higiéné betartása. A termesztett fajták TSWV fogékonyságában jelentős különbségek lehetnek. A TSWV-RB törzs terjedését a vizsgálataink nem igazolták. Ezért rezisztens fajták termesztésével továbbra is eredményesen megelőzhető a TSWV által okozott termésveszteség és gazdasági kár.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- Best, R. J. 1968. Tomato spotted wilt virus. *Advances in Virus Research* 13: 65-146.
- Bitterlich, I., MacDonald, L. S. 1993. The prevalence of *Tomato spotted wilt virus* in weeds and crops in Southwestern British Columbia. *Canadian Plant Disease Survey* 73, 137-139.
- Brittlebank, C. C. 1919. Tomato diseases. *J. Agr. Victoria* 17, 213 - 235.
- German, T. L., Ullman, D. E., Moyer, J. W. 1992. Tospoviruses: Diagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. *Ann. Rev. Phytopathol.* 30, 315-348.
- Kovacevski, I. C. 1957. Eine stark nekrotische Variante des Bronzefleckigkeit - Virus der Tomaten in Nordbulgarien IV. *Interat. Pflanzenschutzkongress, Hamburg.* 1, 371-374.
- Mertelik, J., Mokra, V. 1998. Tomato spotted wilt virus in ornamental plants, vegetables and weeds in the Czech Republic. *Acta Virologica* 44, 347-351.
- Nagy Gy., Ligeti L. 1972. A *Lycopersicum* vírus 3, dohányültetvényeink új, veszedelmes kórokozója. *Dohányipar* 1, 41-43.
- Salamon P., Nemes K., Salánki K. 2011. Bogyó melanotikus gyűrűsfoltosság - a paradicsom foltos hervadás vírussal (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) fertőzött rezisztens *Capsicum* genotípusokon kialakuló betegség. *Agrártudományi Közlemények Debrecen* 43, 64-69.

Búza genotípusok lisztharmattal szembeni ellenállóságának változása normál és emelt légköri CO₂-szinten

Komarómi Judit*, Bencze Szilvia, Varga Balázs, Vida Gyula és Veisz Ottó

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

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

Összefoglalás

A légköri CO₂-koncentráció az elmúlt két évszázadban folyamatosan emelkedett. Mára 35%-kal nagyobb, mint az ipari forradalom előtt, és a különböző SRES-szenáriókat figyelembe véve a jelenlegi 385 ppm szintről a XXI. század végére 650-970 ppm szintig emelkedhet (IPCC 4. jelentés).

Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetében Ukrainka és Mv Hombár búzafajták és a keresztezésükből származó térképező populáció hat rezisztens és hat fogékony törzsének lisztharmattal szembeni ellenállóságát illetve a növényi biomassza mennyiségét vizsgáltuk üvegházban normál (400 ppm) valamint emelt (700 ppm) légköri CO₂-szinten. Kísérleteinkben a légköri CO₂-szint változása a lisztharmat fertőződést genotípustól függő módon befolyásolta. Emelt légköri CO₂-szint hatására a lisztharmattal fertőzött növények talaj feletti biomasszájának mennyisége nőtt, amit elsősorban a szár és a levél tömegének növekedése okozott.

Kulcsszavak: *Blumeria graminis*, *Triticum aestivum*, emelt légköri CO₂ szint

Abstract

Over the last two centuries the atmospheric CO₂ level has exhibited a consistent rise. This level is now 35% higher than it was before the industrial revolution. On the basis of various scenarios from the Special Report on Emissions it is expected to rise from the present level of 385 ppm to 650–970 ppm by the end of the 21st century.

Plant biomass and resistance of winter wheat to powdery mildew were investigated at normal (400 ppm) and enhanced (700 ppm) atmospheric CO₂ levels in a greenhouse. Wheat cultivars

Ukrainka and Mv Hombár, and 12 lines from the mapping population developed from their cross and exhibiting different level of powdery mildew resistance were tested. The results showed that powdery mildew severity in various winter wheat genotypes was affected in a different way by the atmospheric CO₂ level. Elevated CO₂ concentration resulted in an increase in the aboveground biomass of the infected winter wheat genotypes, mainly due to an increase in stem and leaf weight.

Keywords: wheat, powdery mildew, elevated CO₂

Bevezetés

A megnövekedett CO₂-koncentrációnak a kórokozó – gazdanövény kapcsolatokra gyakorolt hatásairól viszonylag kevés ismeret áll rendelkezésünkre. A magas CO₂-szint leginkább a növények anyagcsere folyamatainak szabályozásán keresztül befolyásolhatja a kórokozókkal szembeni rezisztencia mértékét (McElrone et al., 2005, Eastburn et al., 2011). Thompson és Drake (1994) szerint emelt légköri CO₂-szinten nevelt növények esetében a gazdanövény nitrogén és víz ellátottságának változása okozza a biotróf kórokozók általi fertőződés intenzitásának változását.

Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetében a megnövekedett CO₂-koncentrációnak a búzalisztharmat – gazdanövény kapcsolatokra gyakorolt hatásait és a biomassza mennyiségének változását vizsgáltuk üvegházi körülmények között. A mesterséges, pontosan szabályozható környezet lehetőséget biztosított a több évtizeddel későbbi időpontra előre jelzett, a jelenleginél (390-400 ppm) jóval magasabb (700 ppm) CO₂-koncentráció következményeinek becslésére.

Anyag és módszerek

Kísérletünkben összesen 15 búza genotípust vizsgáltunk: az Ukrainka (lisztharmatra fogékony) és Mv Hombár (lisztharmattal szemben ellenálló) búzafajtákat, a keresztezésükből származó, térképező populáció 6 rezisztens (R3, R14, R35, R39, R41, R84) és 6 fogékony törzsét (F24, F41, F60, F20, F55, F78), valamint egy Mv Hombárból szelektált lisztharmattal szemben fogékony törzsét. A kísérletet két üvegházi kamrában végeztük, az egyik kamrában normál légköri CO₂-szint (400 ppm) volt, a másikban a CO₂-szintet 700 ppm koncentrációra állítottuk be. Mindkét üvegházi kamrában minden genotípusból hat-hat ismétlésben végeztük a kísérletet.

A kiültetést követő negyedik héten két korábban felszaporított és a Nover-féle differenciáló fajtákkal (Nover 1957) meghatározott patotípus (51-es és 76-os rassz) keverékével fertőztünk kamránként és genotípusonként három-három növényt. Értékeléskor a teljes növény lisztharmatborítottságát határoztuk meg, százalékban kifejezve. Az inokulációt követően hetente értékeltük a lisztharmat fertőzöttséget. Az adatokat az SPSS statisztikai programcsomag nem parametrikus kéttényezős analizisre kidolgozott Mann-Whitney próbájával elemeztük. A két tényező, a CO₂-szint, illetve a lisztharmat fertőződés voltak. A kiültetést követő 18. héten mindkét kamrában mértük a növénymagasságot, a növényenkénti hajtásszámot, a kalászkok számát, a kalásztömeget, a szár- és levéltömeget, a szemszámot és a szemtömeget. Az adatokat egytényezős varianciaanalízissel értékeltük (Kuti et al., 2008).

Eredmények

A búza genotípusok százalékos lisztharmat-borítottságának összehasonlítását kamránként, időpontként és kezelésként (inokulált – nem inokulált állomány) is elvégeztük. A rezisztens szülő, az Mv Hombár fajta, és az R3 törzs egyáltalán nem fertőződött egyik kamrában sem. Mindössze két rezisztens típusnál találtunk szignifikáns különbséget a két kamra között: az R14, illetve az R84 törzseknél. Az előbbi esetben emelt, míg utóbbi esetben normál CO₂-szinten volt erősebb fertőzés. Az F20 törzs inokulált állományait összehasonlítva megállapítottuk, hogy az első értékeléskor még a kontroll kamrában volt erősebb a fertőződés, de a tendencia a következő értékelési időponttól fogva megfordult és végig az emelt CO₂-szinten volt erősebb a lisztharmat fertőzés. Az F41-es törzsnél mind az inokulált, mind a nem inokulált növényeknél az utolsó értékelési időpontban a normál CO₂-szinten volt szignifikánsan erősebb a fertőzés. Az F55 törzs nem inokulált növényein csak a második értékeléskor, emelt CO₂-szinten figyeltünk meg a kontroll kezelésénél erősebb fertőzöttséget. Az F78 törzsnél az inokulált növények a kontroll kamrában a harmadik értékelési időponttól kezdődően a kísérlet végéig szignifikánsan erősebben fertőződtek, mint a CO₂ kamrában (1. táblázat).

A lisztharmattal fertőzött búzanövények talaj feletti biomassza vizsgálata során normál CO₂-szinthez képest a kísérletben részt vevő 15 genotípus közül 5-nek szignifikánsan nagyobb volt a magassága (R35, R14, F41, R41, F60), és 6 genotípus (F41, HR, R39, R35, F60, F78) szignifikánsan nagyobb szár-levél tömeget ért el, mint a normál CO₂-szinten nevelt növények. A hajtásszám, kalászsám, kalásztömeg, szemszám és szemtömeg adatainak összesítésekor megállapítottuk, hogy a két kamrában csak néhány genotípus esetében volt szignifikáns különbség.

1. táblázat. Inokulált és nem inokulált búza genotípusok százalékos lisztharmat boritottsága normál és emelt légköri CO₂-szinten öt felvételezési időpontban.

		dai 7		dai 21		dai 29		dai 36		dai 41	
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		N CO ₂	E CO ₂	N CO ₂	E CO ₂	N CO ₂	E CO ₂	N CO ₂	E CO ₂	N CO ₂	E CO ₂
Ukrainka	I	3	1	13	8	20	8	27	13	27	27
	NI	4	4	5	5	12	5	12	8	13	13
Hombár R	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hombár F	I	0	1	1	1	3	1	3	1	3	1
	NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	I	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
	NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R14	I	0	1	0	11	0	11	0	12	0	17
	NI	0	1	0	2	0	2	0	2	0	3
R35	I	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
	NI	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3
R39	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NI	0	1	0	2	0	2	0	2	0	5
R41	I	0	0	0	1	0	1	2	2	2	2
	NI	0	0	0	0	2	0	2	3	3	3
R84	I	3	2	6	2	6	2	9	2	9	3
	NI	4	0	7	0	7	0	8	3	12	5
F20	I	8	5	17	23	17	27	17	33	20	37
	NI	10	8	13	13	13	13	13	13	17	17
F24	I	3	4	5	4	5	4	7	5	8	5
	NI	4	4	4	5	5	5	5	8	7	13
F41	I	8	5	13	7	17	7	20	13	30	10
	NI	8	3	10	7	10	7	10	10	23	10
F55	I	10	7	23	30	33	33	43	50	53	47
	NI	8	7	10	23	13	23	20	33	23	43
F60	I	6	4	17	7	20	7	20	8	33	8
	NI	4	5	7	8	7	8	8	8	8	8
F78	I	8	4	17	10	23	7	33	10	37	10
	NI	8	5	8	5	15	7	23	17	23	27

Megjegyzés: Azokat az adatpárokat, ahol a két kamra között szignifikáns különbséget találtunk, vastag betűvel jelöltük. I: inokulált, NI: nem inokulált. N CO₂: normál CO₂-szint, E CO₂: emelt CO₂-szint dai: inokulástól eltelt napok száma

Megvitatás

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a légköri CO₂-szint változása eltérően befolyásolta az egyes búza genotípusok lisztharmat fertőződését. Hibberd et al. (1996) lisztharmattal árpán végzett kísérleteikben megállapították, hogy ugyanannyi csírázó konidium mellett emelt CO₂-szinten a lisztharmat elsődleges behatolása az epidermisz sejtekbe akadályozott, tehát kevesebb telep alakult ki a növényeken, de amennyiben sikerült a behatolás, a telepképzés gyorsabban történt. Így emelt CO₂-szinten kevesebb, de nagyobb telepek képződtek, mint normál légköri CO₂-szinten. Bencze és mtsai. (2012) hasonló tapasztalatról számol be búzafajtákon lisztharmattal, levélrozsával és kalászfuzáriummal végzett vizsgálataiban.

Az emelt légköri CO₂-szint hatására az általunk vizsgált lisztharmattal fertőződött őszi búza genotípusok talaj feletti biomasszájának mennyisége nőtt, amit elsősorban a szár és levél tömegének növekedése okozott. Varga és mtsai. (2012) által vizsgált Mv Mambo és Mv Regiment fajták esetében a kétszeres CO₂-szint hatására bekövetkezett biomassza növekedés termélnövekedéssel is együtt járt. Ez arra utal, hogy a különböző búza genotípusok eltérően hasznosítják a rendelkezésre álló többlet CO₂-ot, így szelekcióval kiválaszthatók azok a genotípusok, melyek hatékonyan képesek alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez (Veisz és mtsai. 2005).

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok – OTKA, K-105949 pályázat támogatta.

Hivatkozások

- Bencze, S., Vida, G., Balla, K., Varga-László, E., Veisz, O. 2013. Response of wheat fungal diseases to elevated atmospheric CO₂ level. *Cereal Res. Commun.* 41 (3): 409–419.
- Eastburn, D. M., McElrone, A. J., Bilgin, D. D. 2011. Influence of atmospheric and climatic change on plant–pathogen interactions. *Plant Pathol.* 60: 54–69.
- Hibberd, J. M., Whitbread, R., Farrar, J. F. 1996. Effect of elevated concentrations of CO₂ on infection of barley by *Erysiphe graminis*. *Phys. Mol. Plant Pathol.* 48: 37–53.
- IPPC 2008. Climate change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva
- Kuti, C., Láng, L., Bedő, Z. 2008. Informatical background of field experiments. *Cereal Res. Commun.* 36: 171–174.
- McElrone, A. J., Reid, C. D., Hoye, K. A., Hart, E., Jackson, R. B. 2005. Elevated CO₂ reduces disease incidence and severity of a red maple fungal pathogen via changes in host physiology and leaf chemistry. *Global Change Biology* 11:1828–1836.
- Nover, I. 1957. Sechsjährige beobachtungen über die physiologische spezialisierung des echten Mehltaus (*Erysiphe graminis* DC.) von weizen und gerste in Deutschland. *Phytopathologische Zeitschrift*, 31 (1): 85–107.

-
- Thompson, G. B., Drake, B. G., 1994. Insects and fungi on a C3 sedge and on a C4 grass exposed to elevated atmospheric CO₂ concentrations in open-top chambers in the field. *Plant Cell Environment*, 17: 1161–1167.
- Varga, B., Janda, T., Varga-László, E., Veisz, O. 2012. Influence of abiotic stresses on the antioxidant enzyme activity of cereals. *Acta Physiol. Plant.* 34: 849-858.
- Veisz, O., Bencze, S., Bedő, Z. 2005. Effect of elevated CO₂ on wheat and various nutrient supply levels. *Cereal Res. Commun.* 33: 333-336.

A *Rhagoletis cerasi* rajzásvizsgálata lonc fajokon

Orosz Szilvia^{1*}, Pápai Antal², Krizbai László¹, Bozsó Miklós¹ és Tóth Ferenc³

¹Nemzeti Élelmiszelánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj-és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság, Budapesti Károsító Diagnosztikai Laboratóriuma,
1118 Budapest, Budaörsi út 141-145.

²Pest Megyei Kormányhivatal Növény-és Talajvédelmi Intézete,
2100 Gödöllő, Kotlán Sándor u. 3.

³Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Növényvédelmi Intézet,
2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
*e-mail: oroszs@nebih.gov.hu

Összefoglalás

Az európai cseresznyelégnek [*Rhagoletis cerasi* (Linnaeus, 1758)] a *Prunus* nemzetségbe tartozó cseresznye és meggy a fő gazdanövénye, de ezek mellett a lonc is az egyik tápnövénye. A *R. cerasi* lonc fajokon történő rajzásdinamikáját illetően nem rendelkezünk részletes adatokkal. Kísérletünk során, mintavételi helyenként egy csalétkkel rendelkező PALz típusú Csalomon csapdát helyezünk ki eltérő környezeti háttérrel rendelkező és különböző fajba tartozó *Lonicera* növényeken, 2013. május elejétől szeptember végéig, 10 naponta történő csapdacserével.

A vizsgált növényeken a *R. cerasi*-t május közepétől augusztus közepéig fogták a kihelyezett csapdák. Az amerikai keleti cseresznyelég [*Rhagoletis cingulata* (Loew, 1862)] imágói is rendszeresen előfordultak a mintavételi helyeken kihelyezett csapdákban, július elejétől szeptember elejéig. A *R. cingulata* faj jelenlétét eddig még nem közölték loncon. A meggy és a cseresznye érése után, a fő gazdanövények jelenlétének hiányában, a lonc fajoknak, mint alternatív gazdanövényeknek nagy jelentőségük van a cseresznyelég populációk fennmaradásában, elsősorban a gyümölcsfák környezetében található, sok esetben dísznövényként ültetett *Lonicera* bokroknak köszönhetően.

Kulcsszavak: cseresznyelég, *Rhagoletis*, csapdázás, rajzás

Abstract

The main host plants of the cherry fruit fly [*Rhagoletis cerasi* (Linnaeus, 1758)] are sweet and sour cherry, that belong to the *Prunus* genus, but there are other host plants of this pest, like honeysuckle. Regards to the swarming data and population dynamics of *R. cerasi* on *Lonicera* species, there is no available information. During this experiment, one Csalomon PALz trap per sampling places was located on *Lonicera* species, in different environmental backgrounds, from the beginning of May to the end of September in 2013. The traps were changed in every 10 days.

R. cerasi swarmed in each sampling places from the mid-May to the mid-August. The eastern cherry fruit fly, [*Rhagoletis cingulata* (Loew, 1862)] was also present in the traps regularly, from the beginning of July to the beginning of September. So far there is no available data about the presence of *R. cingulata* on *Lonicera* species. After the ripening of sour and sweet cherries, during the absence of the main host plants, *Lonicera* species may play an important role as alternative host plants to maintain the cherry fruit fly populations helping their survival, mainly due to the *Lonicera* bushes as ornamentals in the vicinity of the fruit trees.

Keywords: fruitfly, *Rhagoletis*, trapping, swarming

Bevezetés

Az oligofág európai cseresznyelégység (*Rhagoletis cerasi*) a Rosaceae, a Caprifoliaceae és a Berberidaceae családba tartozó egyes növények gyümölcskárosítója (Wiesmann, 1938). Legjelentősebb tápnövényei a cseresznye és a meggy, a lonc fajokon (*Lonicera spp.*) hazánkban először 1954-ben figyelték meg a cseresznyelégység kártételt (Balás és Tóth, 1958), ezen kívül nagy számban fordul elő sajmeggyen (*Prunus mahaleb*) és csepleszmegeggyen (*Prunus fruticosa*) is. Az alternatív tápnövényeknek fontos alkalmi szerepük van, ha a cseresznye, vagy a meggy virágzása az adott évben valamilyen oknál fogva elmaradna (Szalay-Marzsó, 1997). A Caprifoliaceae családba tartozó loncok meglehetősen eltérő környezeti igényű, változatos virágzási dinamikával rendelkező cserjefélék. Ezek esetében a cseresznyelégység kártétele olyan mértéket ölthet, hogy a bogyóhús teljesen eltűnik, helyét levegő tölti ki. Az ilyen gyümölcsök színe fehérré, opálössá válik, így a fertőzöttség már messziről könnyen észrevehető (Balás és Sáringer, 1982). Boller és munkatársai (1998) vizsgálatai alapján a *Prunus* és a *Lonicera* fajokon élő *R. cerasi* populációk fenológiája különböző. A loncon élő populáció, meghatározott környezeti és fiziológiai tényezők hatására később rajzik, mint a cseresznyén, vagy megeggyen károsító, így az már nem jelenthet

veszélyt a fő *Prunus* fajokra, mivel azok gyümölcse korábban érik. A rajzás időbeli eltolódása következtében létrejött egy reprodukciós, izolációs mechanizmus a két populáció között, amely akár két új változat, vagy faj kialakulását is eredményezheti (Bush és Boller, 1977). A monitoring vizsgálatok sem támasztották alá, hogy a *R. cerasi* loncról a szomszédos cseresznye, vagy meggy ültetvénybe migrált volna, azonban a cseresznyén élő populáció a fő tápnövény hiányában szívesen keresi fel az alternatív tápnövényeket, így a loncot is. A lonc tehát alkalmas tápnövény mindkét populáció számára (Boller és mtsai, 1998).

Anyag és módszer

Kísérletünk során, mintavételi helyenként egy csalétekkal rendelkező PALz típusú Csalomon csapdát helyezünk ki különböző környezeti háttérrel rendelkező és különböző fajba tartozó *Lonicera* növényeken, 2013. május elejétől szeptember végéig, 10 naponta történő csapdacserével. A vizsgálatokat Budapest XVI. kerületének kertvárosi részében, Gödöllőn egy parkövezetben, továbbá a Budapesti Corvinus Egyetem Arborétumában végeztük (1. táblázat). A vizsgálatba vont loncfajok mindegyike félművelésű helyen tenyésztett.

1. táblázat. A *Rhagoletis cerasi* csapdázási helyszínei lonc fajokon (Budapest és Gödöllő, 2013. május-szeptember)

Helyszín			Gazdanövény		
	megnevezése	típusa	tudományos neve	magyar neve	típusa
1	Budapest XI. ker. BCE Budai Arborétum	dendrológiai gyűjtemény	<i>Lonicera tatarica</i>	atár lonc	cserje
2	Budapest XVI. ker. Szilas patak menti erdő	parkerdő	<i>Lonicera tatarica</i> <i>Lonicera korolkowii</i>	atár lonc szürke lonc	cserje cserje
3	Budapest XVI. ker. Nagyvárad utca	családi ház kertje	<i>Lonicera japonica</i> 'Halliana'	japán lonc	kúszócserje
4	Budapest XVI. ker. Rákosi út	családi ház kertje	<i>Lonicera japonica</i> 'Halliana'	japán lonc	kúszócserje
5	Budapest XVI. ker. Szlovák út	családi ház kertje	<i>Lonicera x purpusii</i>	korai lonc	cserje
6	Gödöllő Kotlán S. utca	intézmény díszpark	<i>Lonicera tatarica</i>	atár lonc	cserje
7	Gödöllő Kotlán S. utca	intézmény díszpark	<i>Lonicera periclinenum</i> 'Serotina'	bübos lonc	félig kúszó cserje

PCR eljárással vizsgáltuk, hogy 2013. június 20-án, a Szilas patak menti tatárloncról (*L. tatarica*) gyűjtött, nyüvekkel károsított lonc bogyókban valóban a *R. cerasi* lárvái találhatóak-e. A nyüvekből DNS-t High Pure PCR Template Kit (Roche) segítségével vontunk ki. A mitokondriális DNS COI-tRNS-COII régióját PCR eljárással szaporítottuk fel (Blum és mtsai, 2003). A PCR termékek szekvenálását DYEnamic ET Dye Terminator Cycle Sequencing Kit-el és MegaBace 1000 DNS analízáló rendszerrel (GE Healthcare) végeztük. A szekvenciák elemzéséhez a génbank adatbázisát (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) használtuk.

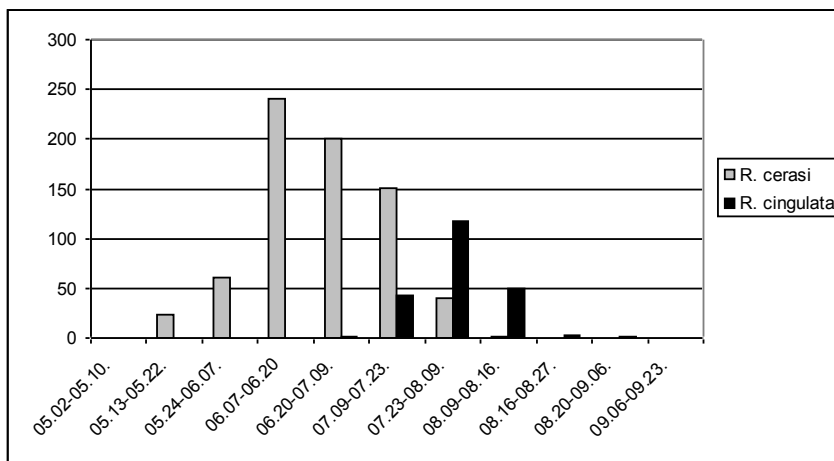
Eredmények

A lonc fajokra kihelyezett csapdák 2013. május közepétől augusztus közepéig összesen 715 *R. cerasi* egyedet fogtak. A legtöbb példány a BCE Budai Arborétum belső parkterületén található loncon fordult elő (2. táblázat). A rajzáscsúcs június 7–20-ig terjedő időszakban következett be (1. ábra). Vizsgálataink során az európai cseresznyelégység legnagyobb számban a tatárloncon (*Lonicera tatarica*) és a szürke loncon (*L. korolkowii*) fordult elő. A teljes vizsgálati periódus során csupán 8 példányt fogtak a búbos loncon (*L. periclinenum* 'Serotina') elhelyezett csapdák. *L. tatarica* és *L. korolkowii* fajokon 2013. július közepétől szeptember elejéig összesen 216 amerikai keleti cseresznyelégység (*R. cingulata*) példányt gyűjtöttünk. A legtöbb egyed Budapest XVI. kerületében, a Szilas patak menti *L. tatarica*-n fogták a csapdák. Ezen a helyen a két faj egyedszáma közel egyforma volt. A rajzáscsúcs július végétől augusztus elejéig tartott. A BCE Budai Arborétumában, elenyésző számban rajzott a *R. cingulata*. Japán loncon (*L. japonica* 'Halliana') és a korai loncon (*Lonicera x purpusii*) nem volt megtalálható sem a *R. cerasi*, sem a *R. cingulata* (1. ábra, 2. táblázat).

Molekuláris biológiai módszerekkel határoztuk meg a fertőzött bogyókban található nyüveket. A különböző *Rhagoletis* fajok a mitokondriális DNS citokróm oxidáz gén szekvenciái alapján különíthetők el egymástól. A nyüvekből kinyert DNS-ből PCR technikával a Citokróm oxidáz I és II. alegységét (COI és COII) kódoló gént felszaporítottuk, bázissorrendjét meghatároztuk. Az identifikációhoz különösen alkalmas a leucin tRNS – COII intergénikus régió. Ennek alapján a nyüveket *R. cerasi*-nak azonosítottuk. Az intergénikus régió 6 bázispárból áll, melynek sorrendje: a *R. cerasi*-ra jellemző GAA AAATAA ATG. Ezen felül a minták mitokondriális DNS COI-tRNS-COII régiója a legnagyobb homológiát a *R. cerasi* génbanki izolátumokkal mutatta.

2. táblázat. A *R. cerasi* és a *R. cingulata* összesített egyedszáma a vizsgált helyszíneken (Budapest és Gödöllő, 2013. május-szeptember)

Mintavétel helye	<i>R. cerasi</i>	<i>R. cingulata</i>
Budapest XI. ker. BCE Budai Arborétum - külső parkterület (<i>L. tatarica</i>)	70	6
Budapest XI. ker. BCE Budai Arborétum - belső parkterület (<i>L. tatarica</i>)	246	5
Budapest XVI. ker. Szilas patak menti erdő (<i>L. tatarica</i>)	125	126
Budapest XVI. ker. Szilas patak menti erdő (<i>L. korolkowii</i>)	83	44
Gödöllő, intézmény díszpark (<i>L. tatarica</i>)	190	35



1. ábra. *R. cerasi* és *R. cingulata* összesített egyedszáma loncon, a kihelyezett PALz csapdákon (Budapest és Gödöllő, 2013. május-szeptember)

Megvitatás

A PALz csapdák fogási adatai alapján hazánkban a *R. cerasi* rajzása meggyen és cseresznyén az időjárás tényezőktől függően, általában május közepétől augusztus elejéig tarthat (Voigt és Tóth, 2008). Boller és munkatársainak (1998) vizsgálatai alapján, a loncon élő *R. cerasi* populáció, meghatározott környezeti és fiziológiai tényezők hatására később rajzik, mint a cseresznyén, vagy meggyen károsító, így az már nem jelenthet veszélyt a fő *Prunus* fajokra. Jelen vizsgálatunk azt a tendenciát mutatja, hogy a *R. cerasi* rajzása a loncon szinkronban állt a fő tápnövényeken bekövetkező egyedszámváltozással. Valószínűleg a 2013. év vegetációs periódusának szokatlanul meleg, aszályos időjárása is hatással lehetett a *R. cerasi* megváltozott rajzásdinamikájára. További vizsgálatok szükségesek annak tisztázására, hogy hazai körülmények között a *Lonicera* és a *Prunus* fajokon élő populációk rajzása hogyan áll szinkronban egymással, vagyis lehetséges-e, hogy a loncon élő populáció károsítja a cseresznye és a meggy ültetvényeinket. További genetikai vizsgálatok segítségével kellene felülvizsgálni Bush és Boller (1977) állításának hátterét, miszerint a *R. cerasi* rajzás időbeli eltolódása következtében létrejött egy reprodukciós izolációs mechanizmus a két populáció között, amely akár két új változat, vagy faj kialakulását is eredményezheti.

A loncon élő *R. cerasi* populáció a tatárloncot (*L. tatarica*) (Wiesmann, 1938) és a szürkeloncot (*L. korolkowii*) preferálja. Ezt a tényt PCR vizsgálattal is alátámasztottuk. Az örökzöld kúszócserjén, a japán loncon (*L. japonica* 'Halliana') és a korai loncon (*Lonicera x purpusii*) a *R. cerasi* egyetlen példánya sem volt megtalálható. A félig kúszó búbos loncon (*L. periclinenum* 'Serotina') pedig csak néhány egyed fordult elő. A *L. japonica* 'Halliana' júniustól szeptemberig virágzik, erősen mérgező bogyói télre fejlődnek ki. Valószínű, hogy a kúszó loncok elhúzódozó virágzási periódusa, amely kisszámú bogyóképződéssel jár, nem nyújt megfelelő hátteret a *R. cerasi* tojásrakásához.

2013-ban az amerikai keleti cseresznyelégység (*R. cingulata*) imágói is rendszeresen előfordultak a mintavételi helyeken kihelyezett csapdákon, július elejétől szeptember elejéig. Hazai vizsgálatok alapján a faj a fő *Prunus* gazdanövényeken június elejétől augusztus közepéig rajzik (Voigt és Tóth, 2008). A *R. cingulata* loncon történő előfordulásával kapcsolatosan nincsenek rendelkezésre álló adatok. Smit és Dijkstra (2008) Hollandiában végzett *Prunus* és *Lonicera* fajokon monitoring vizsgálatot, amely során a *R. cingulata*-t nem találták meg *Lonicera xylosteum*-on. További vizsgálatok szükségesek a *R. cingulata* lonchoz kötött életmódjának és esetleges károsításának tisztázására.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak Dr. Vének Gábornak, aki a Budapesti Corvinus Egyetem arborétumában segített a csapdázási helyek kiválasztásában.

Hivatkozások

- Balás G., Tóth Gy. 1958. Adatok kerti növényeink kártevőinek ismeretéhez. Kert. Szől. Főisk. Évk., 22: 3–16.
- Balás G., Sáringer Gy. 1982. Kertészeti kártevők. Budapest. Akadémiai Kiadó, 753–757.
- Blum, M. J., Bermingham, E., Dasmahapatra, K. 2003. A molecular phylogeny of the neotropical butterfly genus *Anartia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26:46–55.
- Boller, E. F., Katsoyannos, B. I., Hippe, C. 1988. Host races of *Rhagoletis cerasi* L. (Dipt., Tephritidae): Effect of prior adult experience on oviposition site preference. *J. Appl. Ent.*, 122: 231–237.
- Bush, G. E., Boller, E. F. 1977. The chromosome morphology of the *Rhagoletis cerasi* species complex (Diptera, Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 70 (3): 316–318.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Smit, J. T., Dijkstra, E. 2008. De invasive oost-amerikaanse kersenboorvlieg *Rhagoletis cingulata* in Nederland (Diptera, Tephritidae). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 28: 1–16.
- Szalay-Marzsó L. 1997. A cseresznye és a meggy kártevői. In: Glits M., Horváth J., Kuroli G., Petróczi I. (szerk.). *Növényvédelem*. Budapest. Mezőgazda Kiadó, 513–518.
- Voigt E., Tóth M. 2008. Az amerikai keleti cseresznyelegyet és az európai cseresznyelegyet egyaránt fogó csapdatípusok. *Agrofórum*, 19: 70–71.
- Wiesmann, R. 1938. Befällt die Kirschfliege ausser der Kirsche auch andere Wirte und welche Bedeutung haben diese Wirte. *Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau*, 47: 348–352.

A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) előfordulása a Nyugat-Dunántúlon napjainkban

**Varga Ildikó^{1*}, Poczai Péter¹, Tiborcz Viktor²,
Baltazár Tivadar³, Aranyi Nikolett^{4,5} és Hirka Anikó⁶**

¹Department of Biosciences, University of Helsinki, PO Box 65, FIN-00014 Helsinki, Finland.

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növénytani és Természetvédelmi Intézet
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4.

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

⁴MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet,
Kalászos Gabona Rezisztencia Nemesítési Osztály, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

⁵Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék,
8360 Keszthely, Fesztetics u. 7.

⁶ERTI Erdővédelmi Osztály, 3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 18.

*e-mail: ildikovarga@hotmail.hu

Összefoglalás

A félpárazita fehér fagyöngy (*Viscum album*), mely a Viscaceae (Santalaceae sensu lato) családba tartozik, számos fás szárú növényfajon előfordul Európában. A 20. század közepén a Nyugat-Dunántúl mindössze 12 %-áról jelentették a virágos élősködőt, mára azonban a régió több, mint 80%-a fertőzött. A régió abban a tekintetben is kiemelkedik, hogy a növény mindhárom alfaja előfordul ezen a területen. A fehér fagyöngy gazdanövényei tekintetében nem figyeltünk meg jelentős változást, leggyakrabban nyáron (*Populus* spp.), akáccon (*Robinia pseudoacacia*), almán (*Malus* spp.) és körtén (*Pyrus* spp.) találkozhatunk vele.

Kulcsszavak: *Viscum album*, gazdanövény, elterjedési terület, fertőzöttség intenzitás

Abstract

The hemiparasitic European mistletoe (*Viscum album*) from family Viscaceae (Santalaceae sensu lato) is able to infect numerous woody taxa in Europe. In the beginning of the 20th century, less than 12 % of Western Transdanubia was infected. For now more than 80 % of the macroregion is infected and all three different subspecies of mistletoe can be found here. No significant change have been observed in the proportion of the most common hosts since the first overall study, still poplars (*Populus* spp.), black locust (*Robinia pseudoacacia*), pear (*Pyrus* spp.) and apple (*Malus* spp., both wild and cultivated) are the most infected species.

Keywords: *Viscum album*, host species, distribution area, infection intensity

Bevezetés

A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) a fagyöngyfélék (Viscaceae [synonym: Santalaceae sensu lato]) családjába tartozó (Nickrent *et al.*, 2010), örökzöld, évelő, kétlaki, epifita virágos élősködő. Félélősködő révén hausztóriumai segítségével a gazdafajból vizet és ásványi anyagokat szív el, azonban a szerves anyagokat maga állítja elő (Zuber, 2004). A legtöbb gazdanövény a Rosaceae családból kerül ki, leggyakrabban az *Acer*, *Tilia*, *Robinia*, *Crataegus*, *Salix* nemzetség fajain élősködik. (Barney *et al.*, 1998). A fehér fagyöngy Európa legnagyobb részén őshonos. Elterjedésének déli és nyugati határa a Földközi-tenger és az Atlanti-óceán, keleti határa Ukrajnában a Kárpátokig húzódik, északon pedig az é.sz. 60°-ig fordul elő (Zuber, 2004). A fehér fagyöngy magyarországi előfordulásáról és a gazdanövényeiről már a 20. század elején több szerző is beszámolt. A korai kutatások közül Tubeuf (1923), Roth (1926) és Boros (1926) munkái kiemelkedőek, akik számos gazdafajt említenek a Magyar Királyság területén. Később Gencsi és Vancsura (1992), Bartha és Mátyás (1995) majd Hirka (2011) tanulmányozta érintőlegesen a fagyöngy hazai elterjedését, valamint 1990-től az Erdészeti Tudományos Intézet gyűjti a hazai elterjedésre vonatkozó adatokat.

Anyag és módszerek

A fehér fagyöngy Nyugat-dunántúli régióban való elterjedésének megismerése céljából 2010 augusztusában szabadföldi felvételezést végeztünk. A fehér fagyöngy jelenlegi pontos elterjedési térképét a Közép-Európai Flóratérképezési Program (Niklfeld 1971) hálórendszeréhez

illeszkedően készítettük el. A saját megfigyeléseinket összevetettük továbbá a Nyugat-magyarországi Egyetem Növényteni és Természetvédelmi Intézete által vezetett Magyar Flóratérképezési Program 2002 óta gyűjtött adataival is, így megrajzolva a *Viscum album* sensu lato jelenlegi elterjedési térképét.

Eredmények

A Nyugat-Dunántúlon, ahol az országban a legnagyobb az erdősültség (Kottek 2008), a fehér fagyöngy igen nagy arányú fertőzését tapasztaltuk (1. táblázat). Ennek a tájegységnek több mint ¾-e fertőzött, sőt az erősen fertőzött területek részaránya is kiemelkedő, ami közel 20%.

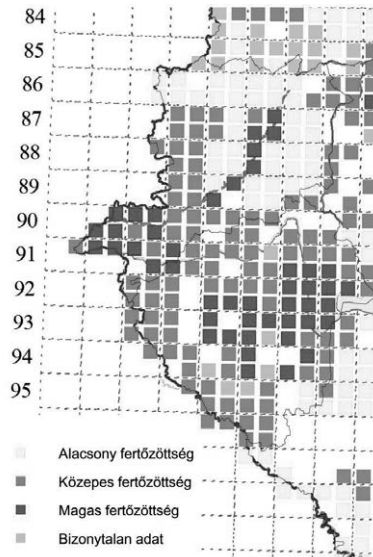
1. táblázat. A fehér fagyöngy fertőzés intenzitásának alakulása a Nyugat-dunántúli régióban napjainkban.

A fertőzöttség típusa	A fertőzött kvadrátok aránya	
Nem fertőzött	51 db	21%
Bizonytalan	17 db	7%
Gyenge fertőzöttség	44 db	18%
Közepes fertőzöttség	86 db	36%
Erős fertőzöttség	44 db	18%
Összes kvadrát	242 db	100%

A fehér fagyöngy terjedése Roth (1926) megfigyeléseihez képest szintén a Nyugat-Dunántúlon volt a legnagyobb, hiszen míg ő csak néhány helyről említi a növényt, addig mára ez a legfertőzöttebb tájegység. Az erősen fertőzött területek a tájegység nyugati vidékén (Alpokalja, Őrség), valamint a Zalai-dombságban és a Rába-völgyében találhatóak. Ezen területeken kívül majdnem az egész tájegység közepesen fertőzött, melynek aránya 36%. A kevésbé fertőzött területek a Nyugat-Dunántúl északi vidékén találhatóak (Kemeneshát, Vas-Soproni-síkság), mely részaránya 18% (1. ábra).

További érdekesség ezzel a tájegységgel kapcsolatban az is, hogy csak itt fordulnak elő a fagyöngy nyitvatermőkön élő alfajai. Az *Abies* fajokon megtelepedő *V. album* subsp. *abietis* (Wiesb.) Abromeit példányaival csak az Soproni-hegységben találkozhatunk. Hasonlóan alacsony egyedszámban fordul elő hazánkban a *V. album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollmann is, bár ennek az alfajnak az előbbinél valamivel nagyobb az elterjedési területe. Szórványos előfordulását a Soproni-hegységben figyelhetjük meg, míg nagyobb egyedszámban a Kőszegi-

hegységben, a Vasi-hegyháton és a Balfi-dombságban találkozhatunk vele. A növény elterjedési területe az Őrség déli és nyugati vidékére is elnyúlik, ahol leggyakrabban erdeifenyőt (*Pinus sylvestris* L.) károsít.



1. ábra: A fehér fagyöngy fertőzöttség intenzitásának alakulása 2002-től napjainkig. (Készült a saját megfigyeléseink és a Flóratérképezési Program adatbázisa alapján.)

Megvitatás

Roth (1926) a Nyugat-Dunántúlon mindösszesen 12 alapmezőről jelentette a növényt, így ekkoriban a tájegység 18%-a volt fertőzött. A saját megfigyeléseink során 174 kvadrátról jelentettük biztosan a növény előfordulását, így az utóbbi 100 évben a fehér fagyöngy előfordulása hozzávetőlegesen négyszeresére nőtt. Az első megfigyelések során a fehér fagyöngyöt az Őrségben fenyőfélékről (*Abies alba* Mill., *Picea abies* L., *Pinus sylvestris* L.) is jelentették, vagyis a *V. album* mindhárom alfaja már ekkor is jelen volt ebben a régióban.

A fehér fagyöngy leggyakoribb gazdanövényei tekintetében jelentős változást nem figyeltünk meg, azok javarészt megegyeztek Roth (1926) és Tubeuf (1923) által közölt fajokkal. A felmérésünk során leggyakrabban a következő fajokon találoztunk a növényvel: nyár (*Populus* spp.), alma (főként vad és régi tájfajták), juhar (*Acer* spp.), hárs (*Tilia* spp.), akác (*Robinia*

pseudoacacia L.), fűz (*Salix* spp.) és nyír (*Betula* spp.). Erős fertőzést figyeltünk meg továbbá ezüst juharon (*Acer saccharinum* L.) és berkenyén (*Sorbus* spp.) lakott területeken, városi parkokban vagy útmenti fasorokon.

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatást Varga Ildikó részéről a Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj (MÖB/101-1/2013) támogatta. Tiborcz Viktor munkáját a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 azonosító számú projekt támogatta. Hirka Anikó munkáját a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0015 pályázat segítette. A kutatás Aranyi Nikolett részéről az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012- 0001 azonosító számú projekt keretei között valósult meg.

Hivatkozások

- Barney, C. W., Hawksworth, F. G., Geils, B. W. 1998. Host of *Viscum album*. European Journal of Forest Pathology. 28. 3. 187–208.
- Bartha, D., Mátyás, Cs., 1995. Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon. Sopron, Hungary. 205.
- Boros, Á. 1926. Kiegészítő adatok a fehér fagyöngy hazai elterjedéséhez. Erdészeti Kutatások. 29. 3–4. 64–66.
- Gencsi, L., Vancsura, R. 1992. Dendrológia, Erdészeti növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 728.
- Hirka, A. (szerk) 2011. A 2010. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2011-ben várható károsítások. ERTI, Budapest, 120–121.
- Kottek 2008. Magyarország Erdőállományai 2006. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Erdészeti Igazgatósága, Budapest.
- Nickrent, D. L., Malécot, V., Vidal-Russell, R., Der, J. P. 2010. A revised classification of Santales Taxon. 59. 2. 538–558.
- Niklfeld, H. 1971. Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. Taxon. 20. 545–571.
- Roth, Gy. 1926. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) elterjedése hazánkban. Erdészeti Kutatások. 29. 44–63.
- Tubeuf, C. v. 1923. Monographie der Mistel. Verlag Oldenbourg, München, 832.
- Zuber, D. 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. Flora, 199. 3. 181–203.

A facélia (*Phacelia tanacetifolia*) gyomosodásának és a gyomirtás hatékonyságának vizsgálata

Szabó Rita* és Horváth Eszter

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

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

Összefoglalás

A családi gazdaságban beállított kísérlet célja volt, hogy az agrotechnikai védekezés lehetőségei közül a sortávolság és a növényszám függvényében vizsgálja a gyomosodási viszonyokat, a gyomösszetétel alakulását. A gyomviszonyok megállapítása után célkitűzés volt, a gyomviszonyoknak megfelelően alkalmazott gyomirtás-technológia hatékonyságának értékelése. A kísérlet 9 ha nagyságú táblában került beállításra, mely 4 parcellára lett felosztva: az első parcellában a sortávolság 12 cm, a vetőmagmennyiség 10 kg, a második parcellában a sortávolság 24 cm a vetőmagmennyiség 10 kg, a harmadik parcellában a sortávolság 24 cm, a vetőmagmennyiség 8 kg, a negyedik parcellában a sortávolság 12 cm, a vetőmagmennyiség 8 kg volt. A gyomfelvételezés során megállapított összes gyomborítási százalék az alábbiak szerint alakult: az első parcellában az összes gyomborítás 11,34%, a második parcellában az összes gyomborítás 12,3%, a harmadik parcellában az összes gyomborítás 18%, a negyedik parcellában az összes gyomborítás 15% volt. A gyomfelvételezés eredményei alapján megállapítható, hogy a kétszikű gyomnövények közül a kísérleti területen legnagyobb arányban az egyéves T₄-es életformacsoportba tartozó gyomok - tarló tisztosfű, ugar szulákpohánka, fehér libatop - fordultak elő. A kétszikű évelő gyomnövények – apró szulák (G₃), mogyorós lednek (G₁), fehér mécsvirág (H₃) - aránya elenyésző volt. A gyomirtás mind a négy esetben azonos gyomirtó szerekkel, azonos dózisban került végrehajtásra és az egyes gyomfajok tekintetében ugyanazt a hatékonyságot mutatta. A gyomelnyomó-képesség szempontjából a szűkebb sortávolság és a nagyobb vetőmagmennyiség a kedvező, jobb az állomány gyomelnyomó-képessége, kevésbé nyerne teret a gyomnövények.

Kulcsszavak: sortávolság, vetőmag mennyiség, gyomborítás, gyomelnyomó-képesség, gyomirtás-technológia

Abstract

The aim of our field experiment was to study the weediness characteristics and species composition on the effects of some agro technical protection methods (sowing distance and number of plants per hectare). Our further aim was to select an appropriate weed control method in accordance with the weediness characteristics and evaluation of its effectiveness.

The experiment was carried out on a nine-hectare field divided into four plots: in the first plot the 12 cm row spacing and 10 kg seeding rate, in the second plot 24 cm row spacing and 10 kg seeding rate, in the third plot 24 cm row spacing 8 kg seeding rate and in the fourth plot 12 cm row spacing and 8 kg seeding rate were used.

Total weed coverage found in the weed survey was as follows: first plot 11.34%, second plot 12.3%, third plot 18.0% and fourth plot 15.0%.

Based on the results of the weed survey it can be established that among dicotyledonous weeds the annual species belonging to the T₄ life form group were the most abundant e.g. annual hedgenettle, black-bindweed, lamb's quarters. The rate of occurrence of perennial broadleaf weeds e.g. field bindweed (G₃), tuberous sweetpea (G₁), white campion (H₃) was very low.

The same herbicides in equal doses have been sprayed in all four plots and their effectiveness was identical against each weed species.

In terms of weed suppression ability, tighter row spacing and higher seeding rate is more favourable the weeds can gather less ground.

Keywords: row spacing, seeding rate, weed coverage, weed suppression ability, weed control method

Bevezetés

A közönséges mézontófű vagy facélia (*Phacelia tanacetifolia* Benth) Európa viszonylag új kultúrnövénye, csupán, mintegy fél évszázados múltja van. Méhlegelőként jelentős, de takarmányként, dísznövényként, zöldtrágyaként való felhasználása is elterjedt. Kitűnő tulajdonsága rendkívül gyors fejlődése. Lengyel (1943) szerint a legkitűnőbb mézelő növények egyike. A virágzás időtartama jó talajokon 6-7 hét; száraz, gyengébb talajokon 1-5 hét (Antal, 1983). Különösen a virágzáskor levágott mézontófű zöldtömege értékes: ásványianyag-tartalma és fehérjemennyisége ilyenkor a legnagyobb, aminosav összetétele is megfelelő. Takarmányként hasznosítva tavaszi és másodvetésű növény, ha magjáért termesztjük, csak tavasszal vethető. A

facélia zöldtrágyanövényként is kedvelt. Nagy szerepet játszik a tápanyagok mélyebb rétegbe mosódásának megakadályozásában, a talajfelszín védelmében, valamint a szervesanyag-tartalom növelésében (Gyuricza, 2007). Gyökerének nematosztatikus, valamint nematocid hatásánál fogva értékes növénye a vetésváltásnak.

A családi gazdaságban beállított kísérlet célja volt, hogy az agrotechnikai védekezés lehetőségei közül a sortávolság és a növényszám függvényében vizsgálja a gyomosodási viszonyokat, a gyomösszetétel alakulását. A gyomviszonyok megállapítása után célkitűzés volt, a gyomviszonyoknak megfelelően alkalmazott gyomirtás-technológia hatékonyságának értékelése.

Anyag és módszerek

A kísérleti terület agrotechnikája:

A vizsgált területen elvetett facélia előveteménye 2011/2012. évben őszi búza volt. Az elővetemény lekerülése után tarlólánhátás történt. Az alaptrágyázás NPK 0:15:15 műtrágyával történt. Kijuttatott mennyiség: 190 kg/ha (28,5 kg foszfor-és kálium hatóanyag). A tarlólánhátás után kikelt főbb gyomnövények: egynyári szélfű, tarló tisztesfű, búza árvakelés, amelyek a tarlóápolás során kultivátorral lettek bedolgozva 20-23 cm mélységben. Az őszi szántás 30 cm mélységben váltvaforogató ekével került elvégzésre. A szántás elmunkálása simítóval és hengerrel történt, amelynek fontos szerepe volt a kelésnek induló egyéves gyomnövények elpusztításában. A tavaszi nitrogén alaptrágyázás NITROSOL folyékony műtrágyával történt. Kijuttatott mennyiség: 100 l/ha (39 kg N hatóanyag/ha). A magágy-készítés és a vetés egy menetben történt forgóboronával egybeépített pneumatikus vetőgéppel. Betegségek, és kártevők nem fordultak elő az állományban, így ellenük nem volt szükség vegyszeres védekezésre. A facélia betakarítása két menetben került elvégzésre alternáló kaszával felszerelt kaszálógéppel. A rendre vágás során a tarlómagasság 10 cm volt. Hat napos renden való száradás után a rendfelszedés arató-cséplőgéppel történt.

Az üzemi kísérlet leírása:

Az egyes parcellák adatai:

- *Első parcella*: sortávolság: 12 cm, vetőmag mennyisége: 10 kg/ha, csíraszám: 5.750.000/ha, 69 db mag/fm
- *Második parcella*: sortávolság: 24 cm, vetőmag mennyisége: 10 kg/ha, csíraszám: 5.750.000/ha, 138 db mag/fm

- *Harmadik parcella:* sortávolság: 24 cm, vetőmag mennyisége: 8 kg/ha, csíraszám: 4.600.000/ha, 110 db mag/fm
- *Negyedik parcella:* sortávolság: 12 cm, vetőmag mennyisége: 8 kg/ha, csíraszám: 4.600.000/ha, 55 db mag/fm

A kísérletben használt facélia fajta: Angelia.

A gyomfelvételezés időpontja: 2013.05.05.

Parcellánként véletlenszerűen 3 felvételezési négyzetet jelöltük ki. A vizsgált mintatér nagysága: 2x2 m, amelynek sarkait karóval tűztük ki.

A gyomirtás időpontjai:

- *2013.05.05.:* Gyomirtás egyszikű gyomnövények ellen
A facélia fejlettségi állapota: 2-4 leveles.
Az egyszikű gyomok fejlettségi állapota: 3-5 leveles.
Gyomirtó szer neve: PANTERA 40 EC (40 g/l quizalofop-p–tefuriil); dózisa: 1,1 l/ha;
vízmennyiség: 250 l/ha
- *2013.05.14.:* Gyomirtás kétszikű gyomnövények ellen
A facélia fejlettségi állapota: 4-6 leveles.
A kétszikű gyomok fejlettségi állapota: 2-4 leveles.
Gyomirtó szer neve: AFALON DISPERSION (450 g/l linuron); dózisa: 0,75 l/ha;
vízmennyiség: 300 l/ha

A készítmények Tee-Jet 110 05 légbeszívásos fűvókákkal felszerelt Forrás 3000/15 vontatott szántóföldi permetezőgéppel lettek kijuttatva, 10-15 km/óra haladási sebesség mellett. A légbeszívásos szórófejek levegő segítségével egyenletes méretű nagy cseppeket képeznek, így a permetezés során az elsodródás veszélye minimális.

A gyomirtás hatékonyságának vizsgálatát 2013.05.24-én végeztük a gyomfelvételezés során kijelölt 4 m² nagyságú mintaterekben.

A kiértékelés módszere:

A gyomfelvételezéskor becslési, szemmértékes módszert (Reisinger, 2000) alkalmaztunk, amelynek során eldöntöttük, hogy a kijelölt terület erősen, közepesen, gyengén gyomos, vagy gyommentes. Ezt követően megbecsültük, hogy a gyomok a mintatér hány százalékát alkotják. Ez a szám adta az összes gyomborítást. A következő lépcsőben meghatároztuk a gyomfajokat, majd fontossági sorrendbe soroltuk és megállapítottuk, hogy az összes borításból az egyes

gyomfajok milyen arányban részesülnek. Az egyes mintaterekre kapott adatokat átlagoltuk és a kiértékelésben ezeket az átlagértékeket tüntettük fel.

A gyomirtó szerek hatékonyságának kiértékelésére az Európai Gyomkutató Tanács (European Weed Research Council) kezdeményezésére kidolgozott skálarendszert vettük alapul

Eredmények

A gyomfelvételezés eredménye:

A kísérletben felvételezett gyomfajokat az 1. táblázat mutatja be. A gyomnövényeket Ujvárosi (1973), valamint Csibor és munkatársai (1998) növénymorfológiai leírásai alapján határoztuk meg.

1. táblázat. A kísérleti területen előforduló gyomnövények listája

Latin név	Magyar név	BAYER-kód	Életforma
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Parlagi ecsetpázsit	ALOMY	T ₂₋₃
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Parlagfű	AMBAR	T ₄
<i>Avena fatua</i> L.	Vadgab	AVEFA	T ₃
<i>Bülderdykia convolvulus</i> L.	Ugari szulákphánka	BILCO	T ₄
<i>Cannabis sativa</i> L.	Kender	CANSA	T ₄
<i>Chenopodium album</i> L.	Fehér libatop	CHEAL	T ₄
<i>Cirsium arvense</i> L.	Mezei acat	CIRAR	G ₃
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Apró szulák	CONAR	G ₃
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Napraforgó kutyatej	EUPHE	T ₄
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Mogyorós lednek	LATTU	G ₁
<i>Melandrium album</i> Mill.	Fehér mécsvirág	MELAL	H ₃
<i>Mercurialis annua</i> L.	Egynyári szélfű	MERAN	T ₄
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Madárkeserűfű	POLAV	T ₄
<i>Setaria glauca</i> L.	Fakó muhar	SETGL	T ₄
<i>Stachys annua</i> L.	Tarló tisztesfű	STAAN	T ₄
<i>Viola arvensis</i> Murr.	Mezei árvácska	VIOAR	T ₂₋₃₋₄

Az első parcellában végzett gyomfelvételezés eredményeit a 2. táblázat tartalmazza a gyomnövények dominancia sorrendjében. Az átlagos összes gyomborítás: **11,34%**.

2. táblázat. A gyomnövények átlag borítási százaléka az első parcellában

	Gyomfaj megnevezése	Fenológiai állapot	Átlagos borítási %
1.	<i>Stachys annua</i> L.	2-4 leveles	5,30
2.	<i>Avena fatua</i> L.	3-5 leveles	3,00
3.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	3-5 leveles	1,00
4.	<i>Chenopodium album</i> L.	2-4 leveles	0,65
5.	<i>Bilderdykia convulvulus</i> L.	2-4 leveles	0,55
6.	<i>Convulvulus arvensis</i> L.	2-4 leveles	0,30
7.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	2-4 leveles	0,17
8.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	2-4 leveles	0,16
9.	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	6 leveles	0,10
10.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2-4 leveles	0,04
11.	<i>Mercurialis annua</i> L.	2-4 leveles	0,04
12.	<i>Melandrium album</i> Mill.	2-4 leveles	0,03

Az első parcellában a 2. táblázatban felsorolt 12 gyomfaj fordult elő. Legnagyobb borítási százaléka a tarló tisztessűnek (47%) volt. A második helyet a vadzab (26%), a harmadik helyet a parlagi ecsetpázsit (9%) foglalta el. Ez a három gyomnövényfaj a borítás 82%-át alkotta. A negyedik helyen a fehér libatop állt 6%-os aránnyal, az ötödik helyen az ugari szulákpohánka 5%-os aránnyal. A többi gyomnövény elenyésző számban fordult elő a területen. Az egyéves, magról kelő gyomnövények tették ki a terület 96%-át. A T₄-es gyomfajok (tarló tisztessű, fehér libatop, ugari szulákpohánka, madárkeserűfű, napraforgó kutyatej, parlagfű, egynyári szélfű) részesedése a legnagyobb az összes gyomborításból, 6,91% borítási százalékkal. Ezt követik a T₃-as (vadzab) 3%-os, majd a T_{2,3} életformájú (parlagi ecsetpázsit) gyomnövények 1%-os részesedéssel. Élvelő gyomnövények közül G₁, G₃, és H₃ életformájú gyomok fordultak elő, csekély jelentőséggel. Az élvelő gyomfajok közül a szaporítógyökeres (G₃) apró szuláknak volt a legnagyobb a részesedése az összes gyomborításból, 0,3% borítási százalékkal.

A második parcellában végzett gyomfelvételezés eredményeit a 3. táblázat szemlélteti a gyomnövények dominancia sorrendje szerint. Az átlagos összes gyomborítás: **12,3%**.

3. táblázat. A gyomnövények átlagos borítási százaléka a második parcellában

	Gyomfaj megnevezése	Fenológiai állapot	Átlagos borítási %
1.	<i>Avena fatua</i> L.	3-5 leveles	6,68
2.	<i>Bilderdykia convulvulus</i> L.	2-4 leveles	2,90
3.	<i>Stachys annua</i> L.	2-4 leveles	1,48
4.	<i>Chenopodium album</i> L.	2-4 leveles	0,95
5.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	3-5 leveles	0,25
6.	<i>Convulvulus arvensis</i> L.	2-4 leveles	0,05
7.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	4 leveles	0,03
8.	<i>Mercurialis annua</i> L.	2-4 leveles	0,03

A második parcellában a 3. táblázatban felsorolt 8 gyomnövényfaj fordult elő. A legnagyobb borítási százaléka a vadzabnak (54%) volt. Ez az egy gyomfaj foglalta el a terület több mint felét. A vadzab borításában nagy növekedés mutatkozik. Az előző esethez képest (26%) borítási %-a megduplázódott. A második helyen az ugari szulákpohánka áll 24%-os aránnyal, ami nagy növekedés az előzőhöz képest, mivel ott csupán 5%-kal részesült az összes borításból. A tarló tisztesfű 12%-kal a harmadik helyen állt, ami visszaesés az előző parcellához (47%) képest. A fehér libatop (8%) által elfoglalt terület arányában jelentős változás nem következett be. A parlagi ecsetpázsit, az apró szulák, a madárkeserűfű és az egynyári szélfű csekély borítási százalékkal fordultak elő.

A magról kelő egyéves gyomnövények tették ki a terület 99%-át. Legnagyobb aránya a T₃-as (vadzab) majd a T₄-es életformájú (ugari szulákpohánka, tarló tisztesfű, fehér libatop, madárkeserűfű, egynyári szélfű) gyomnövényeknek volt. Az évelő gyomnövények közül a G₃-as életformába tartozó apró szulák volt jelen, amelynek nincs nagy jelentősége.

A harmadik parcellában végzett gyomfelvételezés eredményeit a 14. táblázat tartalmazza a gyomnövények dominancia sorrendjében. Az átlagos összes gyomborítás: **18%**.

4. táblázat. A gyomnövények átlagos borítási százaléka a harmadik parcellában

	Gyomfaj megnevezése	Fenológiai állapot	Átlagos borítási %
1.	<i>Stachys annua</i> L.	2-4 leveles	6,50
2.	<i>Avena fatua</i> L.	3-5 leveles	5,50
3.	<i>Bilderdykia convulvulus</i> L.	2-4 leveles	2,16
4.	<i>Cannabis sativa</i> L.	3-4 leveles	1,50
5.	<i>Chenopodium album</i> L.	2-4 leveles	0,78
6.	<i>Viola arvensis</i> Murr.	2-4 leveles	0,58
7.	<i>Melandrium album</i> Mill.	2-4 leveles	0,38
8.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	3-4 leveles	0,30
9.	<i>Cirsium arvense</i> L.	4-6 leveles	0,13
10.	<i>Convulvulus arvensis</i> L.	2-4 leveles	0,13
11.	<i>Mercurialis annua</i> L.	2-4 leveles	0,13
12.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	2-4 leveles	0,10

A harmadik parcellában a 4. táblázatban felsorolt 12 gyomfaj fordult elő. Az első három legnagyobb borítási százalékkal rendelkező gyomnövényfaj ebben az esetben is a tarló tisztesfű (36%), a vadzab (30%) és az ugari szulákpohánka (12%). E három faj a borítás 78%-át alkotta. A vadkender (8%), a mezei árvácska (3%) és a mezei acat (1%) jelent meg az előzőekhez képest új gyomfajként. A vadkender a negyedik helyen állt, 8%-os aránnyal, a fehér libatop 4%-kal az ötödik helyet foglalta el. A többi gyomnövényfaj alacsony 1-3%-os aránnyal volt jelen. Az egyéves, magról kelő gyomfajok foglalták el a terület 96%-át, a maradék 4%-ot teszik ki évelők.

Az egyéves gyomfajok közül a T₄, T₃, T₂₋₃, T₂₋₃₋₄ életformacsoportba tartozó gyomfajok vannak jelen. Évelők közül a szaporítógyökeres G₃-as életformacsoport tagjai közül az apró szulák és a mezei aszat gyomosít, valamint a H₃-as életformacsoportba tartozó fehér mécsvirág. Az évelő gyomnövények az előző két esethez hasonlóan itt is csak csekély jelentőséggel bírnak.

A negyedik parcellában végzett gyomfelvételezés eredményeit az 5. táblázat tartalmazza a gyomnövények dominancia sorrendjében. Az átlagos összes gyomborítás: **15%**.

5. táblázat. A gyomnövények átlag borítási százaléka a negyedik parcellában

	Gyomfaj megnevezése	Fenológiai állapot	Átlagos borítási %
1.	<i>Stachys annua</i> L.	2-4 leveles	6,50
2.	<i>Setaria glauca</i> L.	3-5 leveles	3,50
3.	<i>Bilderdykia convulvulus</i> L.	2-4 leveles	1,75
4.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	3-5 leveles	1,50
5.	<i>Avena fatua</i> L.	3-5 leveles	1,00
6.	<i>Chenopodium album</i> L.	2-4 leveles	0,50
7.	<i>Viola arvensis</i> Murr.	2-4 leveles	0,15
8.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	2-4 leveles	0,10

A negyedik parcellában az 5. táblázatban felsorolt 8 gyomfaj fordult elő. Legnagyobb borítási százaléka szintén a tarló tisztesfűnek (43%) volt. Az előző esetben is ez a gyomfaj állt az első helyen (36%). A második legjelentősebb gyomfaj a fakó muhar (23%), amely az előző három parcellában nem volt megtalálható. A vadzabnak az előző három parcellához képest kisebb (7%) a borítási százaléka. Nincs bent az első három legjelentősebb gyomfaj között, az ötödik helyre szorult vissza. Az ugari szulákpohánka maradt a harmadik helyen, 12%-os aránnyal. Az összes borítási százalékból a T₄-es 13,85%-kal, a T₃-as 1,0%-kal, a T₂₋₃₋₄-es életformájú gyomfajok 0,15%-kal részesültek.

A gyomirtás hatékonyságának értékelése:

A gyomfelvételezés eredményei alapján megállapítható, hogy a kétszikű gyomnövények közül a kísérleti területen legnagyobb arányban az egyéves T₄-es életformacsoportba tartozó gyomok - tarló tisztesfű, ugari szulákpohánka, fehér libatop - fordultak elő. A kétszikű évelő gyomnövények – apró szulák (G₃), mogyorós lednek (G₁), fehér mécsvirág (H₃)- aránya elenyésző volt. Az AFALON DISPERSION kitűnő gyomirtó hatást adott a tarló tisztesfű (99%), az ugari szulákpohánka (100%) és a fehér libatop (100%) ellen. A gyomirtó hatás nem volt kielégítő a parlagfű (50%), a vadkender (50%), és a madárkeserűfű (50%) tekintetében. A mezei árvácska ellen hatástalannak bizonyult a herbicid, a morfológiai szelektivitást biztosító viaszos

levélréteg megléte miatt. Az évelő kétszikű gyomnövények esetében szintén minimális gyomirtó hatás mutatkozott. A levelek szélét megperzselte, enyhe növekedéscsökkenés is megfigyelhető volt, de a gyomnövények a gyökérzetük által újra hajtottak és tovább fejlődtek. Az erős vadzab fertőzöttség miatt, az egyszikű gyomnövények ellen külön herbicid kezelést kellett alkalmazni PANTERA 40 EC-vel, ami hatékonynak bizonyult mind a vadzab (98%), mind a parlagi ecsetpázsit (100%) és a fakó muhar (100%) ellen.

Megvitatás

A facélia vetőmag-előállítás megkövetelt eleme a gyommentes állomány kialakítása. A mézontófű kezdeti fejlődése lassú, gyomelnyomó képessége gyenge. A kezdeti elgyomosodás nagymértékű mennyiségi, és minőségi veszteségeket okoz. A gyommentes állomány kialakítása, nemcsak vegyszeres kezelésekkel érhető el, hanem a mechanikai és az agrotechnikai védekezés lehetőségeit is figyelembe kell venni. Az egyenletes, zárt állományban kevésbé nyerne teret a gyomnövények. A sortávolságnak is meghatározó szerepe van. A szűk sortávolság csökkenti a gyomok leveleire jutó fény mennyiségét, ezáltal növeli a kultúrnövény kompetitív képességét a gyomokkal szemben.

Az első parcellában voltak a gyomok a legfejletlenebbek az árnyékoló hatás miatt, Az összes gyomborítás ebben a parcellában mutatta a legalacsonyabb értéket (11,34%). A második parcellában, az összes gyomborítás 12,3% volt. A harmadik parcellában volt a legnagyobb az összes gyomborítás (18%). A negyedik parcellában az összes gyomborítás lecsökkent 15%-ra. A gyomirtás mind a négy esetben azonos gyomirtó szerrel, azonos dózisban került végrehajtásra és az egyes gyomfajok tekintetében ugyanazt a hatékonyságot mutatta. Az egyszikűek ellen alkalmazott PANTERA 40 EC kiváló gyomirtó hatást adott mind a három megjelölt gyomfajra nézve (vadzab, parlagi ecsetpázsit, fakó muhar). A kétszikű gyomok ellen alkalmazott AFALON DISPERSION kiváló gyomirtó hatást adott a legnagyobb területet borító kétszikű gyomok (tarló tisztesű, ugari szulákpohánka, fehér libatop) ellen. Az évelők ellen hatástalan volt, de ez nem okozott komoly gazdasági károkat, mert évelő kétszikű gyomnövények csupán 1-3%-os arányban fordultak elő. Ebből következik, hogy fontos szerepe van a megfelelő terület kiválasztásának is. A gyomelnyomó-képesség szempontjából a szűkebb sortávolság és a nagyobb vetőmagmennyiség a kedvező. Minél kisebb a sortávolság, és minél nagyobb az elvetett vetőmag mennyisége annál jobb az állomány gyomelnyomó-képessége, annál kevesebb teret nyerne a gyomnövények. Amint az egyik vagy mindkét tényezőt megváltoztatjuk, tehát növeljük a sortávolságot és/vagy csökkentjük a csíraszámot a gyomelnyomó képesség csökken. Ha a

termésmennyiség oldaláról közelítjük meg a kérdést, az előbbieket ellentéte javasolható: célszerű nagyobb sortávolságot, és alacsonyabb csíraszámot választani. Így nagyobb tenyészterület jut egy növényre, ami több oldalelágazást, ezáltal nagyobb termésmennyiséget eredményez a gyomkonkurencia időben történő kiiktatása esetében. Az eredményes facélia termesztés érdekében a gyomszabályozás minden lehetőségét fel kell használni, de megállapítható, hogy a vegyszeres védekezés mellőzése megnöveli a termesztés jövedelmezőségi kockázatát.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- Antal, J. 1983. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 266.
- Csibor, I., Hartmann, F., Princzinger, G. 1998. Veszélyes-24. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd. 135.
- Gyuricza, Cs. 2007. A talajkondíció-javító zöldtrágyanövények talajművelése és vetése szélsőséges időben. Agrofórum, XVIII. évf. 10. sz. 20-21.
- Lengyel, G. 1943. Méhek és virágok. Országos Magyar Méhészeti Egyesület Kiadása, Budapest. 187.
- Reisinger, P. 2000. Gyomfelvételezési módszerek. In: Hunyadi K.- Béres I. – Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 29.
- Ujvárosi, M. 1973. Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 216., 275., 593., 655., 763-764., 770.

Trágyaadagok, művelési módok és az időjárás hatása a talaj mikrobiális biomassza tömegére és a növényi termésre

Csitári Gábor, Horváth Zoltán, Dunai Attila és Tóth Zoltán*

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

**e-mail: csg@georgikon.hu*

Összefoglalás

Kísérletünkben különböző növénytermesztési, művelési és trágyázási eljárások hatását vizsgáltuk a talaj mikroorganizmusaira és a növényi termésre. A Keszthelyen 1983-ban beállított IOSDV (Nemzetközi szerves- és N-műtrágyázási kísérlet) tartamkísérlet parcelláiból vettük a talajmintákat a kukorica betakarítását megelőzően 2013 októberében. A kísérletben a talajművelés azonos, a változó tényezők a szervestrágyázás változatai és a nitrogén ellátás változatai, három ismétlésben beállítva. Megállapítottuk, hogy az eltérő trágyázási rendszereknek (5%-os szinten) szignifikáns hatása volt a mikrobiális biomassza tömegére. A kukorica termés mennyiségét ebben a vegetációs időszakban nem befolyásolták szignifikánsan a trágyázás változatai. A legnagyobb mikrobiális biomasszatömeget az istállótrágyát kapott kezelés mutatta. Az eltérő adagú N trágyázásnak (5%-os szinten) nem volt szignifikáns hatása egyik mért változóra sem. A kapott eredményeket magyarázza a 2013 évi átlagosnak nem nevezhető időjárás, amely a kukorica termesztését kedvezőtlenül befolyásolta, és a biológiai mérések nagy szórása.

Kulcsszavak: talaj mikrobiális biomassza, tartamkísérlet, N műtrágya, szerves trágya, szármaradvány, zöldtrágya.

Abstract

In our experiment the effects of agricultural practices and fertilization on the soil microorganisms and crop yield were investigated. Soil samples were taken from a long-term field experiment (IOSDV) at October 2013, before the harvesting of maize. IOSDV was set up at 1983, near Keszthely. We have investigated the effects of three different management practices of organic manure (1. only inorganic fertilizer; 2. inorganic+organic fertilizer; 3. inorganic

fertilizer plus residue incorporation) and five N fertilizer levels. We have determined that the different organic manure managements had significant effect (at 5% level) on the SMB. The organic fertilization managements had the highest SMB values. The different N levels had no significant effect (at 5% level) neither SMB nor crop yield. Our results can be explained with the unusual weather, in the year 2013 which was not proper for the maize production and the high variance of biological measurements.

Keywords: soil microbial biomass, long term experiment, inorganic and organic manure, plant incorporation.

Bevezetés

A trágyázás és a különböző talajművelési, növénytermesztési módok hatását sokféleképpen lehet vizsgálni. A mezőgazdasági gyakorlat számára leghasználhatóbb eredmények a trágyázási és művelési tartamkísérletekből származnak. A tartamkísérletek beállításuk körülményei és korrekt értékelhetőségük miatt számos tudományos kérdésre is válasz adnak (Powelson et al, 1998). Napjainkban, mintegy 630 (10 évnél idősebb) tartamkísérlet tartanak nyilván a világon, legtöbbjük Európában található (Debreczeniné, 2009). A Keszthelyen beállított IOSDV tartamkísérletet 1983-ben állították be három ismétlésben tizenöt kezelés kombinációval az eltérő N trágyázás (5 szint) és szerves trágya kiegészítés (3 félé) hatásainak tanulmányozására. A kísérletben számos változót mértek már (növényi termés, talajok fizikai és kémiai jellemző), de a talajban élő mikrobiális biomassza tömegének meghatározására eddig nem került sor. A mikrobiális biomassza a talaj szervesanyag tartalmának átlagosan 2%-a, tehát nagyon kis része, mégis alapvető fontosságú a talajban lezajló (elsősorban az ásványosodási és humuszképződési) folyamatokban (Szili-Kovács és Tóth, 2006). A mikrobiális biomassza tömegét és aktivitását a talajban számos tényező (nedvességtartalom, oxigén mennyisége, hőmérséklet) befolyásolja, jelentős szezonális ingadozással. A szakirodalomból és a mezőgazdasági gyakorlatból is ismert, hogy a művelés és trágyázás hat a talaj mikroorganizmusaira is (Smith és Collins, 2007). Kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy a különböző trágyázási és művelési módok hogyan, és milyen mértékben befolyásolták a termést és a talajban a mikrobiális biomassza tömegét.

Anyag és módszerek

A kísérlet talajtípusa Ramann-féle barna erdőtalaj, humuszban és foszforban gyengén, káliummal közepesen ellátott. Átlagosan a humusztartalom 1,6-1,7%, az ammóniumlaktát oldható P_2O_5 tartalom 60-80 mg/kg, a K_2O tartalom 140-160 mg/kg, pH_{KCl} 6,8-7,0, fizikai félesége homokos vályog.

Az évente átlagosan lehullott csapadék mennyisége: 683 mm (1901-2000), az átlagos évi középhőmérséklet: 10,5 °C. A vizsgálat évére jellemző volt, hogy a kukorica vetése előtti időszakban a talaj vízellátottsága jó – a szántóföldi vízkapacitás értékéig telített - volt. 2013-ban a kukorica vegetációs idejére a tavaszi induláskori bőséges vízellátottság, majd a tenyészidőszak második felére (virágzást követően) a meleggel párosuló szárazság volt a jellemző (különösen augusztus hónapban). A szeptemberi hűvös és csapadékos időjárás már nem befolyásolta érdemben a termés mennyiségeket, nem kompenzálta az aszályos augusztusi időjárás kedvezőtlen hatását.

Az IOSDV (nemzetközi szerves- és nitrogéntrágyázási tartamkísérlet) jelű kéttényezős sávos elrendezésű gabonás vetésforgó tartamkísérlet növényi sorrendje: kukorica - őszi búza – őszi árpa; ismétléseinek száma: 3. Parcelláinak bruttó mérete: 48 m². A kísérlet tényezői között a növekvő N műtrágyaadagok és a kiegészítésként kijuttatott különböző szerves trágyák szerepelnek. A műtrágyázást tekintve minden kísérleti parcella (a N kontroll is) egységesen 100 kg ha⁻¹ P_2O_5 és K_2O hatóanyag tartalmú alpműtrágyázásban részesül, míg a N kezeléseket kijuttatása a vetésforgóban szereplő növényektől függően 5 ekvidisztánsan növekvő adagban történik (N1, N2, N3, N4, N5). A N hatóanyag adagok kukorica esetében: 0-70-140-210-280 kg ha⁻¹. A műtrágya (MT) önmagában történő kijuttatása (szervestrágya kiegészítés nélküli kontroll) mellett műtrágya+istállótrágya (IST) és műtrágya+szármaradvány+zöldtrágya (SZ+ZT) változatok szerepelnek. Az istállótrágyás kezeléseketben az istállótrágya kijuttatása 35 t ha⁻¹ adagban a rotáció során egy alkalommal három évente a kukorica előtt történik. A szármaradványok visszapótlása esetében minden 1 t szármaradványra számítva 10 kg N hatóanyag kiegészítés is történik hektáronként. A szármaradvány visszapótlási változatokban a rotáció során egy alkalommal az őszi árpa tarlójába vetett másodvetésű olajretek zöldtrágya növény (*Raphanus sativus* var. *Oleiformis*) alászántása is megtörténik.

Talajmintákat 2013. október 16-18. között vettük a kukorica betakarítása előtt. A mintavétel után a talajokat teljesen le nem zárt nylon zacskókban, hűtőszekrényben tároltuk 4-6 hétig.

A kísérleti parcellákat október végén parcellakombájn segítségével takarítottuk be, a parcellák középső két sorának fő és melléktermés eredményeit mértük be.

Mikrobiális biomassza mérését Vance et al. (1987) leírása alapján végeztük. Röviden: A kloroform fumigálás miatt az intakt mikrobák lizálnak és a mikrobiális szerves anyag kiszabadul.

A talaj nem-élő szerves anyagaira nem hat a kloroform kezelés. A talajmintákat kettéosztottuk, egyik részt fumigáltuk kloroformmal 24 órán keresztül vákuum exsikkátorban, a másik részt nem. A szerves szenet 0,5 M kálium-szulfát oldattal extraháltuk ki, és a fumigált és fumigálatlan mintákban egyaránt megmértük. A különbségekből a mikrobiális biomassa széntartalma egy korrekciós faktorról ($k_{EC} = 0,38$) meghatározható. A korrekciós faktorra azért van szükség, mert a kloroformos fumigálás során nem az összes mikroorganizmus pusztul el, és a talaj oldható szerves szén tartalmának csak egy része oldható ki a kálium-szulfátos kivonóoldattal. A különböző talajok vizsgálata alapján Vance et al. (1987) által javasolt érték széleskörűen elfogadott.

Eredmények

A mikrobiális biomassa tömeg szerves szén tartalmát és a növényi szemtermés mennyiség mérési eredményeit az 1. és a 2. táblázat mutatja be. Az összes adat felhasználásával kéttényezős (szervestrágyázási változat és N adag) varianciaanalízist végeztünk, vizsgáltuk a tényezők kölcsönhatásait is. Az analízis a szervestrágyázási változat szignifikáns hatását mutatta a mikrobiális biomassa tömegére. A N adagoknak szignifikáns hatása nem volt. A két tényező kölcsönhatásának sem volt szignifikáns hatása.

1. táblázat. A kísérletben vizsgált talaj mikrobiális biomassa szervesszén tömegben megadott átlagértékei a növekvő N ellátás és az eltérő szervestrágyázás szerint ($\text{mg C} \cdot \text{kg}^{-1}$ talaj mértékegységben)

szervestrágya változat\ N adag	N1	N2	N3	N4	N5	átlagok szervestrágya változat szerint
műtrágya (MT)	176	137	174	154	169	162
műtrágya + istállótrágya (IST)	197	180	194	174	226	194
műtrágya + növényi anyag alászántás (SZ+ZT)	157	166	183	177	161	169
átlagok N adag szerint	177	161	183	168	185	175 (főátlag)

Az $SzD_{5\%}$ értéke a szervestrágya változat átlagok között 24, a N adag átlagok között 31.

Az összes adat felhasználásával a kéttényezős (szervestrágya változat és N műtrágya adag) varianciaanalízist elvégeztük a növényi termékkel is. A variancia-analízis a vizsgálat évében nem mutatott szignifikáns hatást sem a növekvő N műtrágyázási változatok, sem pedig a

szervestrágyázási változatok esetében feltehetőleg a nyári aszályos körülményeknek köszönhetően. A két tényező kölcsönhatásának szintén nem volt szignifikáns hatása.

2. táblázat. A kísérletben vizsgált növényi (kukorica) szemtermés átlagértékei a szervestrágyázási változatok és az eltérő N adag szerint (t^* ha^{-1} mértékegységben)

szervestrágya változat\ N adag	N1	N2	N3	N4	N5	átlagok szervestrágya változat szerint
mütrágya (MT)	8,07	10,36	9,26	7,61	8,83	8,83
mütrágya + istállótrágya (IST)	7,71	7,76	7,59	7,59	8,25	7,78
mütrágya + növényi anyag alászántás (SZ+ZT)	5,67	6,74	7,29	8,64	7,96	7,26
átlagok N adag szerint	7,15	8,29	8,05	7,95	8,35	7,96 (főátlag)

A növényi termés és a talaj mikrobiális biomassza tömege közötti kapcsolat feltárására korrelációanalízist végeztünk. Ennek eredménye alapján a két változó nem korrelált egymással.

Megvitatás

A szakirodalmi közlemények nagyobb részében leírtak szerint a trágyázás általában pozitívan befolyásolja a talajban a mikrobiális biomasszatömeget. Ennek a már szinte tankönyvi tételnek a magyarázata, hogy a trágyázás hatására növekszik a növényi biomassza (a gyökereké is), és ez közvetlen (a talajba kerülő többlet szervesanyag miatt) kedvez a mikroorganizmusok szaporodásának is. Közvetlen hatást általában a szervestrágyázással kapcsolatban mutatnak ki. A trágyahatás általában nem lineáris, a növekvő adaggal nem egyenletesen nő a mikroorganizmusok mennyisége. A közlemények kisebb részében a trágyázás hatása nem mutatható ki, és ez magyarázható az adott kísérletre jellemző körülményekkel, eseményekkel. Mindkét esetben nehezíti az adatok értékelését és az összefüggések feltárását a mérések jellemzően nagy szórása, amely a kísérleti terület és a talaj inhomogenitásából, a minták tárolásából és a mérési módszerekből származik.

A 2013-as év a kukorica termesztés szempontjából kedvezőtlen volt. Ezt a tényt az is mutatja, hogy a trágyázás a szokásosnál kevésbé hatott a termés mennyiségére. Az IOSDV kísérlet eddigi adataiból tudjuk, hogy több évet figyelembe véve a növekvő N adag pozitívan korrelál a termés

menységével (Kismányoky és Tóth 2013). Rendkívüli időjárású években ez a hatás jelentősen csökken, alkalmanként az is előfordul, hogy a nagy műtrágya adagok termésdepressziót okoznak.

A szervesztrágyázás hatása sokkal stabilabb, a hosszú évek során is jellemző tendenciájú. Legmagasabb mikrobiális biomassza értéket az istállótrágya kiegészítésben részesülő kezelés adott. Ez összhangban van a szakirodalmi közleményekkel, és megerősíti azt a tapasztalatot, hogy a szervesanyag gazdálkodás szerepe alapvető a talajokban végbemenő számos folyamatban.

Eredményeink kiemelik annak a fontosságát, hogy a növénytermesztésben a termés mennyiségét és a termésbiztonságot, ill. a talajtermékenység fenntartását ne csak műtrágyázással próbáljuk meg biztosítani. Főleg kedvezőtlen időjárású évben értékelődik fel a szervesztrágyázás, vetésváltás, növényvédelem fontossága és az újabb módszerek (pl. mikorrhizás oltóanyagok) használata. Ez nem csökkenti a műtrágyázás jelentőségét, de a műtrágyák felhasználását biztonságosabbá és adagjának csökkentésével környezetkímélőbbé teszi.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

Debreczeni B.-né 2009. Nemzetközi áttekintés a világ szántóföldi tartamkísérleteiről. In: Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kísérleti eredményei (1967-2001). Szerk.: Debreczeni B.-né és Németh T. Akadémiai kiadó. Budapest. 19-23.

Kismányoky, T., Tóth, Z.: 2013. Effect of mineral and organic fertilization on soil organic carbon content as well as on grain production of cereals in the IOSDV (ILTE) long-term field experiment. Keszthely, Hungary. Arch. Agron. Soil Sci. 59 8: 1121-1131.

Powelson D. S, Smith, P., Coleman, K., Smith, J. U., Glendining, M. J., Koerschens, M., Franko, U. 1998. A European network of long-term sites for studies on soil organic matter. Soil & Tillage Research 47: 263-274.

Smith, J. L., Collins, H. P. 2007. Management of organisms and their processes in soils. in: Soil microbiology, ecology and biochemistry. Editor: Paul, E. A. Academic Press , UK, 471-502.

Szili-Kovács T., Tóth J. 2006. A talaj mikrobiális biomassza meghatározása kloroform fumigációs módszerrel. Agrokémia és Talajtan 55 2: 515-530.

Vance, E. D., Brookes, P. C., Jenkinson, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19 6: 703-707.

ZÖLDPAJZS[®] EK-műtrágya és Terrum M[®] Mikrobiológiai talajjavító készítmény hatása vetőburgonya termesztésben

Pelczéder Tibor¹, Polgár Zsolt², Kiss Balázs² és Sepsi Eszter^{1*}

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

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

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

Összefoglalás

Vizsgálatunkban kisparcellás kísérlet keretében vizsgáltuk az ORGANIT Kft. Zöldpajzs[®] EK-műtrágya és a TERRUM M[®] mikrobiológiai talajjavító készítményét. 120 m²-es parcellákon négy ismétlésben állítottuk be a kísérletet. Két parcellán két dózisban (2x3l/ha, 2x6l/ha) Zöldpajzs[®] lombkezelést alkalmaztunk, egy parcellán kizárólag TERRUM[®] készítményt juttatunk ki az ültetéssel egy menetben 70 kg/ha dózisban, a negyedik parcellán kezeletlen kontroll kapott helyet. Felvételezéseink során a tőhiányt, illetve az esetlegesen előforduló lombbetegség illetve tápanyaghiány tüneteit állapítottuk meg. Az állományban előforduló tőhiányt négy alkalommal mértük fel. Betakarítás során gumónagyság szerint három frakcióra válogattuk szét a termést, majd részletes körtani felvételezés következett. A termést frakciónként mértük, majd az 55 mm feletti méretből konyhatechnológiai vizsgálatra mintát vettünk. Mértük a keményítő, szárazanyag tartalmat, továbbá sült, főtt és nyers minta minőségvizsgálatot végeztünk. Összességében megállapítottuk, hogy az állomány egészséges, továbbá a betakarított termést tekintve mindhárom kezelés sikeresnek tekinthető. A kontrollhoz képest pozitív hatást tudtunk dokumentálni. A helyes tőszám kialakítása (Mudich, 1981), a kontakt és szisztémikus szerek váltása (Kadlicskó, 1978) mellett indokolt talajélet növelő mikrobiológiai készítményt, továbbá többször kijuttatott lombtrágya készítményt használni.

Kulcsszavak: lombtrágya, mikrobiológiai készítmény, talajkezelés, fuzárium, természetes immunitás

Abstract

Examination the effect of Greenshield® leaf fertilizer and Terrum® M microbiological soil conditioner on the development of seed potatoes.

We used 120 m² plots in four repetition. Two different dose (2x3 l/ha and 2x6 l/ha) of Greenshield®, one dose (70 kg/ha) of Terrum® M were applied and the control plot without treatment. We measured the shortage of the potatoes-stand (number of plants) four times. Observe the nutrient deficiency and the leaf infection. After the harvest we fractionated in three sizes and made the detailed plant pathological status of each fraction. The biggest (min. 55 mm) fraction were used for quality and kitchen-technical control also. Statement: we found each treatment being successful in improving the general health condition of the plants and gave higher yield at the same time. Using the correct number of plants (Mudich, 1981), rotating the systemic and contact pesticide (Kadlicskó, 1978) in seed potatoes farming have high importance, but the usage of humic acid based bacterial soil conditioner and leaf fertilizer is reasonable as well, according the experiment.

Keywords: leaf fertilizer, microbiological product, soil treatment, Fusarium, natural immunity

Bevezetés

A burgonya népelemezési szempontból nagyon fontos növény. Közkeveltségét elsősorban sokoldalú felhasználhatóságának köszönheti. Magyarországon 2013-ban a KSH adatai alapján 17.000 hektáron került burgonya elültetésre a tavalyi 22.000 hektárral szemben. Ebből 400 hektáron folyik vetőgumó előállítás. A vetésterületek mértéke évről évre csökkenő tendenciát mutat. Ennek okai nem csak a kedvezőtlen és szélsőséges időjárásra vezethető vissza – Nyugat Európát sújtó esőzések, árvizek, aszály – hanem a burgonyafogyasztás visszaszorulására is. A magas vetőgumó árak miatt egyre több termelő próbálkozik gyengébb minőségű szaporítóanyaggal. Ez a termelés zsákutcája, hiszen a jelenlegi burgonya árak mellett sem jövedelmező a termesztés és nem éri meg a kockázatot a silány minőségű vetőgumó (Kecskés 2013). Hazánkban jelenleg több mint 90 fajta található a Nemzeti fajtalistán. A keszthelyi Burgonyakutatási Központ célja olyan fajták nemesítése, melyek a magyarországi ökológiai körülmények között is sikeresen termeszthetők. Olyan fajtáké, melyek termőképessége és minősége a burgonyát károsító főbb kórokozókkal szembeni rezisztenciájuk révén, a több éven át tartó szántóföldi szaporítás alatt sem csökken, ezáltal gazdaságosan termeszthetők (Polgár 2008).

A fajták a Somogyi kifli kivételével (Balatoni rózsa, Katica, Hópehely, Démon, White lady, Vénusz gold, Loretta, Rioja) rezisztensek az Y, X, A vírusokra. A White lady és a Vénusz gold fajták pedig rezisztensek a *Phytophthora infestans* gomba ellen. Ezen kívül évről évre bebizonyosodik, hogy az előrejelzésre alapozott szakszerű növényvédelmi kezelések mellett elengedhetetlen a növény mennyiségi- és minőségi paramétereit javítani tudó lombtrágyák és talajkondicionálók használata, hiszen a fajták közt, például a gumóbetegségek iránti fogékonyságban nagy különbségek vannak (Fischl, 1981). Mindannyiunk közös érdeke – és nem csak a drasztikus növényvédőszer hatóanyag kivonások miatt – olyan ökológiai és biogazdálkodásban is engedélyezett készítményeket vonjunk be a termesztésbe, amelyek hozzájárulnak a gazdaságos termesztéshez és ezáltal csökkenteni tudják a felhasznált szintetikus vegyszerek mennyiségét. Vizsgálatunk célja az volt, hogy a ZÖLDPAJZS® EK-műtrágya és Terrum M® Mikrobiológiai talajjavító készítmény használatával milyen mennyiségű és minőségű eredményeket tudunk elérni a vetőburgonya termesztésben.

Anyag és módszer

A vetőgumó fajtája Balatoni Rózsa. A kísérlet négy ismétlésben 120 m²-es parcellákon lett beállítva. A Terrum M® Mikrobiológiai talajjavító készítmény a kézi ültetéssel egy menetben kézi kiszórással történt (IV. 25.), melyet közvetlenül a szekunder bakhátra töltés követett. A ZÖLDPAJZS® EK-műtrágya lombkezelés háti permetező géppel a harmat felszáradása után az intenzív napsugárzás és meleg bekövetkezése előtt reggel történt virágzás előtt és virágzás után 2x3 liter/ha (VI. 10. és 21.) és egy másik parcellában egy emelt 2x6 liter/ha-os dózisban (VII. 9 és 17.). A növényvédelmi kezelések során olyan hatóanyagot, mely a kísérlet eredményességét befolyásolná, nem alkalmaztunk. A kezeléseket követő 4-7 napon belül elvégeztük a lombfelvételezéseket. Vizsgáltuk a növény vitalitását, az állomány kiegyenlítetttségét, felvételeztük az esetleges tápanyag hiánytüneteket. Húsztövön felvételeztük a fitoftórás (*Phytophthora infestans*) (MONT.) DE BARY, és alternáriás (*Alternaria solani*) ELL. ET MART. gombabetegség tüneteit. A gumók kiemelése burgonyakiszedő géppel, felszedése és válogatása kézzel történt. A minták tömegét szántóföldi mérésre alkalmas digitális mérleggel állapítottuk meg. A keléskori és az állományban végzett felvételezések százalékosan vagy pontozásos (1-100) módszerrel történtek. Betakarításkor a gumókat frakciónként (25-35 mm, 35-55 mm, 55 mm felett) válogattuk szét. A fuzáriummal (*Fusarium solani*) (Mart.) SACC. EM. SYND. ET HANS. fertőzött (egyéb gumóbetegség nem fordult elő) gumókat különszedve egyenként mértük. A betakarított termésből beltartalmi értékeket (szárazanyag %, keményítőtartalom %) mértünk.

Eredmények

1. táblázat. Össztermés (kg/ha)

Kezeletlen kontroll	24131
Zöldpajzs 2x3 liter/ha	25327
Zöldpajzs 2x6 liter/ha	25973
Terrum 70 kg/ha	26957

2. táblázat. Össztermés: vetőgumó méret (35-55 mm)

Kezeletlen kontroll	22827
Zöldpajzs 2x3 liter/ha	23479
Zöldpajzs 2x6 liter/ha	24240
Terrum 70 kg/ha	26196

3. táblázat. *Fusarium sp.* fertőzöttség %-ban

Kezeletlen kontroll	5,16
Zöldpajzs 2x3 liter/ha	4,92
Zöldpajzs 2x6 liter/ha	4,6
Terrum 70 kg/ha	4,97

Lombfitotórás tünetek nem voltak.

Megvitatás

A beállított kísérletek egyértelműen bizonyították, hogy a ZÖLDPAJZS® EK-műtrágyának és a Terrum M® Mikrobiológiai talajjavító készítménynek önmagában külön-külön technológiába építve pozitív hatása van. A Zöldpajzs® kezelés hatására a növények a vízhiány és a magas hőmérséklet ellenére is megfelelő turgorban maradtak, az állomány kiegyenlítettége a kontrollhoz képest mindegyik kezelés esetében jobb volt. A legértékesebb vetőgumó frakcióban (35-55 mm) a Zöldpajzs® hatására (2x3 liter/ha) 652 kg-ot, a 2x6 liter/ha dózisonál pedig 1413 kg terméstöbbletet hozott, a Terrum M® esetében ez 3369 kg volt, alacsonyabb fuzarium fertőzöttség mellett. Mint, ahogy a kísérlet is bizonyította a természetes alapú lomb- és talajtrágyázás megbízható technológiai elem lehet a vetőburgonya termesztésben is. Amelynél fontos tényező a természetes immunitás megtartása.

Hivatkozások

Kecskés G. 2013. www.obtt.hu Kecskés Gábor 2013. szeptember 27-én Berzencén tartott előadása

Polgár Zs. 2008. www.burgonyakutatas.hu

Fischl G. 1981. A burgonya tároláskori fuzáriózisa. Magyar Mikrobiológiai Társaság Nagygyűlése, Pécs, 1981. p. 35.

Mudich A. 1981. A tápanyagellátás szerepe a burgonya és a burgonyavész [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] gazda-parazita viszonyának alakulására. Kandidátusi ért., Keszthely 1981.

Kadlicskó S. 1978. Kísérletek a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary integrált leküzdésére. Egyetemi doktori értekezés., Keszthely 1978.

Kukorica növény változásai légköri koromszennyezés hatására 2010 és 2012 között

Illés Bernadett*, Anda Angéla, Martin Gizella és Soós Gábor

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék, 8360 Keszthely, Fesztetics u. 7.

**e-mail: illes.bernadett86@gmail.com*

Összefoglalás

Kutatásunk során légköri eredetű korom (BC) káros hatásait vizsgáltuk kukorica növényen. A kísérletet három egymást követő évben (2010-2012) végeztük szabadföldi körülmények között Keszthelyen (Magyarország). Vizsgáltuk a növény növekedés fejlődési mutatóit és a sugárzási jellemzők közül az albedót, mely a különböző felszínek sugárzás visszaverő képességét mutatja. A növény növekedés fejlődési mutatói közül a levélfelület-index (LAI) esetében nem minden évben volt szignifikáns eltérés, de mindig nagyobb volt a szennyezett állomány LAI-ja, mint a kontroll állományé. Az albedó tekintetében mindhárom év jelentős változásokat eredményezett. Kutatásunk célja volt nem laboratóriumi körülmények közötti kísérlet, mely során a közlekedésből származó korom negatív hatásairól kaphattunk valóságosabb képet, továbbá megoldást keresni a hatások csökkentésére, vagy kiküszöbölésére.

Kulcsszavak: korom, levélfelület-index, albedó, kukorica

Abstract

Harmful effects black carbon (BC) of atmospheric origin on maize properties were studied. The experiments were conducted in three consecutive years (2010-2012) under field conditions in Keszthely (Hungary). Growth indicators of plant development and the albedo, the radiation characteristic of the surface, were measured. The leaf area index (LAI), which is a growth indicator, has not shown significant modification resulted from BC pollution in each season, but it was still higher in the contaminated maize stand. In case of the albedo, BC resulted in significant changes in each year.

The aim of our research was the conduction of a non-laboratory, open field experiment, in which the negative effects of BC derived from traffic are more realistic. Furthermore, we looked for solutions to reduce negative impacts of BC on maize crop.

Keywords: black carbon, leaf area index, albedo, maize

Bevezetés

A tökéletlen égés egyik végterméke a fekete szén (black carbon (BC)). A BC kibocsátás légszennyezést eredményez és különböző krónikus és akut egészségügyi problémákhoz vezethet (USAID, 2010).

A korom akár égetés, akár gépjárműforgalom eredetű, legelőször a légkörön keresztül kerül érintkezésbe a növényekkel. Ennek ellenére a száraz ülepedésből növényre hullott szilárd szennyezőanyagok hatásairól alig tartalmaz információt a szakirodalom (Olszyk et al., 2003). Nagyon sok növény érzékeny a légszennyező anyagokra, melyek károsítják a leveleket, rontják a növény növekedését és az elsődleges termelőképességét (Ulrich, 1984). Kutatásunk pont a légkörből eredő koromszennyezés hatásaira fókuszált, kiegészítve ezt a szakirodalmi témát, mely nem tekinthető bőségesnek sem hazai, sem nemzetközi szinten.

Anyag és módszer

Kutatásunk helyszínül a Pannon Egyetem Georgikon Karának Agrometeorológiai Kutatóállomás szolgált Keszthelyen egymást követő három évben (2010, 2011 és 2012). A szabadföldi körülmények között végzett kísérlet tesztnövénye egy rövid tenyészidejű hibrid csemegekukorica (FAO-340) volt, 70000 tő ha⁻¹ mennyiségben, melyet a magyar éghajlati viszonyok között széles körben alkalmaznak. A meteorológiai adatokat a helyszínen található QLC-50 típusú automata meteorológiai állomás biztosította.

A koromszennyezéshez vegytiszta kormot használtunk, melyet a Hankook Gumigyár (Dunaujváros, Magyarország) biztosított számunkra. Az alkalmazott dózis 3 g m⁻² volt, melyet hetente juttattunk ki egy motoros porozó segítségével. Különböző vízellátás mellett történtek a mérések. Thornthwaite-féle evapotranszpirométerekben (ET-kád) és öntözetlen parcellákon. Az ET-kádak egy 4 m³-es tenyészedenyek, melyekben „ad libitum” vízellátás volt biztosított a növények számára.

A LAI mérése hetente történt LI 3000A planiméter segítségével. Az albedó méréséhez CMA-11 típusú piranométert (Kipp & Zonen, Vaisala) alkalmaztunk.

Egyváltozós varianciaanalízist alkalmaztunk a kezelések közötti különbségek megállapításához (öntözés, szennyezés). Az idősor elemzéshez (levélfelület-index, napi párolgás) párosított t-próbát használtunk. Az adatok analizéséhez SPSS programcsomagot használtunk (SPSS Statistics 17.0; IBM Corporation, New York, US).

Eredmények

Időjárási viszonyok és hatásuk a kukorica növekedésére

A vizsgált időszak első éve, 2010 nedves, csapadékos, 2011 és 2012 száraz, meleg évnek minősült. Ezt támasztja alá, hogy 2010-ben mintegy 40%-kal meghaladta a csapadékbevétel a sokéves átlagot. Ehhez képest 2011-ben 44%-kal és 2012-ben 29%-kal kevesebb volt a csapadékbevétel, mint a klímanormál (1901-2000) csapadékbevétele. A két száraz évben a havi középhőmérséklet is meghaladta a sokéves átlagot. 2011-ben 1,2°C-kal, 2012-ben 1,6°C-kal haladta meg a sokéves átlag középhőmérsékletét, 2010-ben nem volt jelentős változás.

A kukorica fejlődésének szempontjából mindhárom évben a július hónap a jelentős, mely hónapban sem a csapadékbevétel, sem a középhőmérséklet nem mutatott jelentős különbséget a sokéves átlaghoz képest. A címerhányás, mely a kukorica legérzékenyebb fejlődési fázisa, mindegyik évben erre a hónapra esett, így ez pozitívan hathatott a növekedésre.

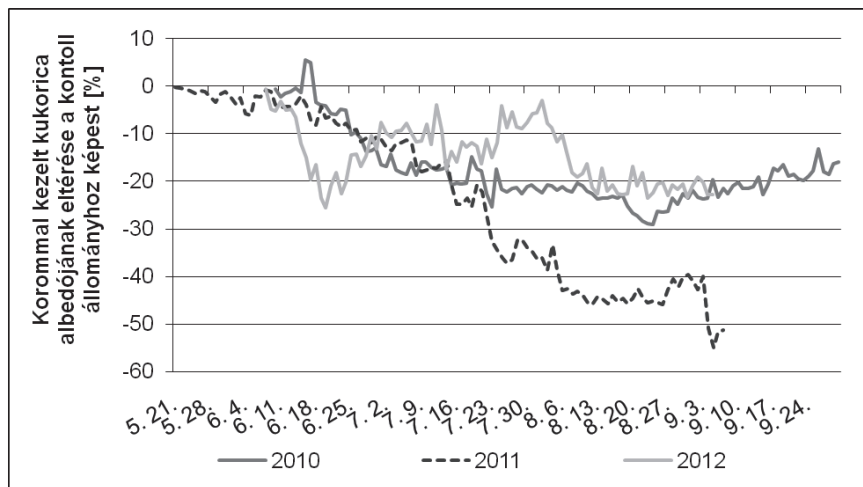
A korom a kukorica fenofázisainak hosszát és bekövetkezésének idejét nem befolyásolta. 2010-ben a leszáradás egy hónappal tovább tartott, de mivel a teljes érés után volt, jelentős befolyásoló hatása nem volt, ezzel ellentétben 2012-ben pedig egy hónappal rövidebb volt a jelentős csapadékhiány (havi csapadékösszeg: 5 mm) és a meleg miatt szinte kiégett az állomány. A kukorica magasságát nem változtatta a koromszennyezés, közel azonos volt a kontrol és kezelt állomány magassága mindhárom évben.

A kukorica LAI-ját a korom jelentősen csak 2011-ben befolyásolta. A parcellákon 14,9%-kal ($P < 0.000$), az ET-kádakban 10,7%-kal ($P < 0.000$) növelte a növény zöldfelületét a kontroll állományhoz képest. A növekedés a másik két évben is mutatkozott (2-5%), de statisztikailag nem bizonyítható sem 2010-ben sem 2012-ben. Erre a növekedésre nem számítottunk, magyarázat lehet, hogy többlet szén-forrásként hasznosíthatta a növény a BC-t, ahogy az a lombtrágyázásnál is bizonyított, melynek értelmében a növény a légkörön keresztül is képes felvenni a szenet (Glaser, 2007). A 2011-es év jelentős LAI változáshoz a kevés csapadékbevétel járulhatott hozzá, melynek hatására a szennyezett állomány jobban hasznosíthatta a többlet szén-

forrást. 2012-ben is kevés volt a csapadék, de nem olyan jelentősen, mint az előző évben. 2010-ben pedig a jelentős csapadék miatt a növény felületéről lemoshatta a szennyezést, így nem állt a növény rendelkezésére a kiegészítő szén-forrás, közel azonos volt a két állomány LAI-e.

Koromszennyezés hatása a kukorica albedójára

A sugárzási jellemzők első mutatója az albedó, mely mindhárom évben jelentős változást mutatott a korommal kezelt állományban. Ez a paraméter mutatta a legnagyobb állandóságot a vizsgált időszakokban. Az évi albedó átlagok a kontroll állományban következőképpen alakultak: 2010-ben 17,39%, 2011-ben 16,91% és 2012-ben 17,39%, míg a korommal kezelt állományban 2010-ben 14,62%, 2011-ben 13,59% és 2012-ben 15,05%. A koromszennyezés jelentősen csökkentette a kukorica albedóját. 2010-ben 17,34%-kal ($P < 0.000$), 2011-ben 21,7%-kal ($P < 0.000$) és 2012-ben 14,45%-kal ($P < 0.000$) (1. ábra).



1. ábra. A korommal kezelt kukorica albedójának eltérése a kontroll kukoricához képest [%]

Az 1. ábrából jól látszik, hogy 2010-ben hosszabb volt a vizsgált időszak adatsora. Ennek oka a bőséges csapadék, melynek hatására tovább tartott a kukorica leszáradása, míg a következő két száraz évben egy hónappal rövidebb ideig történt az albedó mérése. A jelentős csökkenés alátámasztja, hogy a korom a növények felületére tapadva megváltoztatja annak sugárzási jellemzőit.

Megvitatás

A vizsgálataink során a koromnak negatív és pozitív hatásait is tapasztaltuk. Pozitív tulajdonságnak a megnövekedett LAI-ben mutatkozott, mely a többlet szén-forrásnak köszönhető. A nagyobb levélfelület miatt zártabb lett az állomány és ennek, illetve a korom sötét színének következményeként csökkent a kukorica albedója. A csökkent albedó miatt a kezelt állománynak több energiára volt szüksége. A korom negatív hatásainak csökkentésére az öntözés jelenthet megoldást, hiszen az öntözött kukoricában kevésbé jelentkeztek a negatív hatások.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozások

- Glaser, B. 2007. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences* 362: 187-196.
- Olszyk, D.M., Bytnerowicz, A., Takemoto, B.K. 2003. Photochemical oxidant pollution and vegetation: Effects of mixtures of gases, fog and particles. *Environ. Poll.* 61. 1:11-29.
- Ulrich, B. 1984. Effects of air pollution of forest ecosystems and waters – the principles demonstrated at a case study in Central Europe. *Atmospheric Environment*, 18: 621-628.
- USAID, United States Agency for International Development 2010. Black carbon emission in Asia: sources, impacts, and abatement opportunities, <<http://usaid.eco-asia.org/programs/cdcp/reports/summary-black-carbon-emissions-in-asia.pdf>>, accessed on 27/07/10.

Klórpírifosz-tartalmú rovarölő szer és a réz-szulfát interakciós vizsgálata csirkeembrión

Lehel József^{1*}, Gajcsi Dóra¹, Jakab Csaba¹, Grúz Adrienn², Kormos Éva², Budai Péter² és Szabó Rita²

¹*Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar, 1078 Budapest, István u. 2.*

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

**e-mail: lehel.jozsef@aotk.szie.hu*

Összefoglalás

Vizsgálatunkban a réz-szulfát és a Pyrinex 48 EC rovarölő szer egyedi és interakciós embriókárosító hatását tanulmányoztuk. A kezelésekhez a réz-szulfát 0,05%-os és a Pyrinex 48 EC (480 g/l klórpírifosz) 1%-os oldatát használtuk, 0,1-0,1 ml mennyiségben. Az injektálást a keltetés 0. napján, a tojások feldolgozását pedig, a keltetés 3. és 19. napján végeztük el. A korai fejlődési stádium vizsgálatához az embriókból tartós preparátumot készítettünk. A keltetés 19. napján feldolgozott tojásoknál feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos deformációkat, illetve az embriók testtömegét. Hisztológiai feldolgozás céljára májmintát vettünk, továbbá a csontvázrendszerben előforduló fejlődési rendellenességek kimutatására Dawson-féle festési eljárást alkalmaztunk. A testtömeg adatokat varianciaanalízissel és Tukey teszttel értékeltük, az embriomortalitás és a fejlődési rendellenességek statisztikai értékeléséhez az RXC χ^2 tesztet használtunk. A korai embrionális fejlődés vizsgálata során a réz-szulfát egyedi adagolása nem, ugyanakkor a Pyrinex 48 EC és a kombinációs kezelés szignifikánsan növelte az embriomortalitást. Ugyanez a tendencia volt megfigyelhető a fejlődési rendellenességek esetében is. A keltetés 19. napján elvégzett feldolgozás során mindkét vizsgálati anyag egyedi és együttes alkalmazása egyaránt szignifikánsan növelte az elhalások számát. A fejlődési rendellenességek gyakoriságát a réz-szulfát nem, de az inszekticid egyedi és együttes kezelése szignifikánsan fokozta. A Pyrinex 48 EC, illetve a réz-szulfáttal együtt adagolva szignifikánsan csökkentette az embriók testtömegét, ugyanakkor a réz-szulfát önmagában nem befolyásolta azt. Csontvázfestési eljárással kimutatható fejlődési rendellenességek csak sporadikusan fordultak elő az egyedi és együttes kezelés hatására. A szövettani vizsgálat során vegyi anyagra utaló májkárosodást nem találtunk, azonban az osztódó

sejtek aránya jelentős mértékben csökkent a vegyi anyagok hatására. Az adatok alapján a réz-szulfát és a Pynex 48 EC együttes alkalmazásakor kialakuló toxikus interakció hátterében additív, illetve szinergista hatás állhat, amely jelentős mértékben csökkentheti a madárembriók életképességét, illetve súlyosabb esetben vadmadár-fajok kipusztulásához vezethet.

Kulcsszavak: klórpirifosz, réz-szulfát, toxikus interakció, ökotoxikológia, madárembrió

Abstract

The single and simultaneous fetotoxic effect of copper sulfate and Pynex 48 EC insecticide were investigated on chicken embryos. The eggs were injected by 0.1 ml of copper sulphate solution (0,05%) and/or by 0.1 ml of Pynex 48 EC (chlorpyrifos, 480 g/l; 1%). The treatments were performed on day 0 of incubation, and the embryos were examined on day 3 and 19 of it. Germinal disc was prepared to study the early stage of development. Number of embryonic death, developmental abnormalities and body weight of embryos were recorded on day 19. Liver samples were taken for histological investigation and the skeleton was stained by Dawson method to examine the developmental aberration. The body weight was evaluated statistically by one-way ANOVA and Tukey test, the embryomortality and the abnormalities was analysed by RXC Chi² test. The embryomortality was not influenced by single treatment of copper sulphate, however, Pynex 48 EC and the combination of the test items significantly increased it at early developmental stage. Same tendency was observed in the case of developmental aberration. Single administration of both test items and their combination significantly increased the embryomortality at late stage of development. Frequency of abnormalities was not influenced by copper sulphate but single and simultaneous application of insecticide increased it significantly. Pynex 48 EC alone and in combination with copper sulphate significantly reduced the body weight of the embryos, however, the single administration of copper sulphate did not influence this parameter. Developmental abnormalities were observed sporadically due to the single and concomitant administration. During the histopathological evaluation there was no findings of drug-induced hepatopathy, however, the ratio of the mitotic cells were markedly reduced due to both test items. Based on the results, addition and synergistic toxic interaction may be between the copper sulphate and Pynex 48 EC that can highly reduce the viability of the embryos or can lead to extinction of wild birds in serious case.

Keywords: chlorpyrifos, copper sulphate, toxic interaction, ecotoxicology, bird embryo

Bevezetés

A vegyszeres növényvédelem az egyik leginkább környezetszennyező terület a mezőgazdasági termelésen belül. Nagy mennyiségben kerülnek ki a környezetünkbe olyan kémiai anyagok, amelyek biológiai aktivitása ma még nem minden tekintetben ismert. A mezőgazdasági művelésbe vont területek táplálékforrást, bűvő- és költőhelyet jelentenek vadmadarainknak. Azonban ez nagyfokú kockázatot hordoz magában, mert a növényvédelmi munkák során kipermetezett szerek nemcsak a kifejlett madarakra, hanem a tojásban fejlődő embrióra is hatással lehetnek. A készítmények nem előírás szerinti alkalmazása, a nem megfelelő permetház-technika és a szerek elsodródásából adódó veszélyek növelik a vadmadarak expozíciós lehetőségét a tojásrakás és a kelés időszakában. A vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzése során egy adott élőhely teljes ökoszisztémája mérgeződéssel a kijuttatott peszticidekkel, illetve a mezőgazdasági művelésbe vont területeken alkalmazott egyéb xenobiotikumok, többek között, pl. nehézfémek kombinációival. Így, a vegyi terhelés általában komplex módon jelentkezhet, ezért számolni lehet az egyidejűleg jelen levő vegyi anyagok együttes méreg hatásával, toxikus interakciójával, amelynek következtében a komponensek egymás méreg hatását módosíthatják. A kutatók érdeklődése fokozatosan az interakciós hatások tanulmányozása felé fordult nemcsak az ökotoxikológia területén, hanem minden olyan egyéb területen is, amely az egészségvédelem és a kémiai biztonság kérdésével foglalkozik (Oskarsson, 1983; Danielsson és mtsai, 1984; Speijers és Speijers, 2004; Youn-Joo és mtsai, 2004). Az utóbbi időben jelentős teret nyert a toxikológiai kutatások területén a nehézfémek más vegyületekkel alkotott kombinációinak tanulmányozása mind madár (Fejes és mtsai, 2001; Kertész, 2001) mind emlős (Institöris és mtsai, 2001; Pecze és mtsai, 2001) tesztszervezetet alkalmazó kísérletekben. Vizsgálatunkban a réz-szulfát és a Pyrinex 48 EC (480 g/l klórpirifosz) egyedi és együttes embriókárosító hatását tanulmányoztuk az embrionális fejlődés korai és késői szakaszában.

Anyag és módszerek

A vizsgálathoz vegyes hasznosítású, jó termékenységi mutatókkal rendelkező Farm Color tyúktojásokat alkalmaztunk (Goldavis Baromfikellető Kft., Sármellék). A kísérlet végrehajtásához beszállított 240 db tojást a keltetés megkezdése előtt random módon 4 homológ csoportba osztottuk (50 tojás/csoport) a tojások mérete és tömege alapján. A kiugró értéket

mutató tojásokat a vizsgálatból kizártuk. A tojások keltetését Ragus típusú (Wien, Austria) asztali keltetőben végeztük. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk az előírt hőmérsékletről (37-38 °C) és páratartalomról (65-75%), illetve a tojások naponta történő forgatásáról. Kísérletünkben az egyedi és együttes kezelések során a réz-szulfát (Reanal Finomvegyeszergyár Rt.) 0,05%-os oldatát, és egy Magyarországon engedélyezett, klórpírifosz-tartalmú rovarölő szer (Pyrinex 48 EC, 480 g/l, Makhteshim Agan Hungary Zrt.) 1%-os törzsoldatát alkalmaztuk (Ocskó és mtsai, 2013). A beadási volumen minden esetben 0,1 ml volt, amelyet a tojások légkamrájába injektáltunk. A vizsgálati anyagok törzsoldatának készítéséhez, illetve a kontroll tojások kezeléséhez 0,75%-os, madárfiziológiás nátrium-klorid-oldatot használtunk, 0,1 ml mennyiségben. A kezeléseket a keltetés napján végeztük el. A feldolgozásra a keltetés 3. és 19. napján került sor. A keltetés 3. napján a korai fejlődési stádium tanulmányozása céljából tartós preparátumot készítettünk (10 embrió/csoport). A 19. napi kórbonctani feldolgozás (40 tojás/csoport) során lemértük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elhalt embriók számát, illetve értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát. A kórbonctani feldolgozást követően májmintát vettünk szövettani metszet készítéséhez. A mintákat szobahőmérsékleten, 24 órán át 8%-os pufferolt formaldehid-oldatban fixáltuk, majd a szövet-előkészítést (Shandon excosior) paraffinos beágyazás és metszetkészítés követte. A metszeteket hematoxilinnel és eozinnal festettük meg (Shandon Varistan 24-4), majd fénymikroszkóp (Nikon Optiphot-2) segítségével értékeltük. A fejlődési rendellenességek vizsgálatához az embriók csontvázának festésére Dawson-féle (1926) eljárást alkalmaztunk (10 embrió/csoport). Ennek értékelését szabad szemmel és sztereomikroszkóppal végeztük. A csoportok testtömeg adatait egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottuk össze. Az adatok szignifikáns eltérést mutattak, így a kezelések közötti különbségek kimutatására Tukey tesztet alkalmaztunk az eltérő elemszám (egyedszám) miatt. Az embriomortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriai feldolgozása során RXC Chi² tesztet vettünk igénybe. Az adatok statisztikai kiértékelését SPSS 9.0 (1998) statisztikai programmal végeztük.

Eredmények

Korai fejlődési szakasz

Embriomortalitás

A kontroll csoportban a kezelést követő 3. napon elvégzett feldolgozás során nem találtunk elhalt embriót (0/10). A réz-szulfát esetében az embriomortalitás aránya 10%-kal emelkedett (1/10) a kontroll csoporthoz képest, amely statisztikailag nem volt igazolható. A Pyrinex 48 EC

hatására az elpusztult embriók aránya (4/10) szignifikáns emelkedést mutatott (40%; $P < 0,05$) a kontroll csoporthoz viszonyítva. Ugyanez volt megfigyelhető az együttes alkalmazás során is (4/10; 40%; $P < 0,05$), de az inszekticiddel történt egyedi kezeléshez képest a változás nem volt szignifikáns. Ugyanakkor a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoporthoz képest statisztikailag emelkedett az elhalt embriók száma.

Fejlődési rendellenességek

A kontroll csoportban egy (1/10; 10%) rendellenes fejlődésű embriót találtunk (növekedésbeli elmaradás). A réz-szulfáttal kezelt embriók között négy rendellenes fejlődésű embriót (fejlődésbeli elmaradás) diagnosztizáltunk (4/9; 44,44%), amely statisztikailag nem különbözött a kontroll csoporttól. A Pyrinex 48 EC-vel kezelt csoportban a kontrollhoz viszonyítva a fejlődési rendellenességek száma statisztikailag emelkedett, négy rendellenes fejlődésű embriót (fejlődésbeli elmaradás, hibás fartájék) találtunk (4/6; 66,66%). Az együttes alkalmazás hatására a torzfejlődésű embriók száma 100%-ra emelkedett (6/6), amely statisztikailag szignifikáns volt mind a kontroll ($P < 0,001$), mind pedig a réz-szulfáttal ($P < 0,05$) egyedileg kezelt csoportokhoz képest. Fejlődési rendellenességként az embriók fejlettlensége jelentkezett.

Késői fejlődési szakasz

Embriomortalitás

A keltetés 19. napján elvégzett feldolgozás során a kontroll csoportban két elhalt embriót találtunk (2/37; 5,41%). A réz-szulfát hatásaként az embriomortalitási ráta szignifikáns módon (18/36; $P < 0,01$) 50,00%-ra emelkedett a kontrollhoz viszonyítva. A Pyrinex 48 EC felhasználása 77,14%-os embrióhalandóságot eredményezett (27/35), amely kontroll csoporthoz képest szignifikáns mértékűnek ($P < 0,001$) bizonyult. Az együttes alkalmazáskor az elhalt embriók aránya 97,22%-ra emelkedett (35/36), amely statisztikailag szignifikáns növekedést igazolt ($P < 0,001$) a kontroll, a Pyrinex 48 EC-vel és a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportokhoz viszonyítva.

Fejlődési rendellenességek

A kontroll csoportban makroszkóposan kimutatható fejlődési rendellenesség nem volt tapasztalható (0/35). A réz-szulfát kezelés eredményeként egy rendellenes fejlődésű embriót (1/18; 5,56%) találtunk (nyitott hasüreg, hibás lábállás, testszerte ödéma), amely a kontroll csoporthoz viszonyítva nem volt statisztikailag szignifikáns. A Pyrinex 48 EC-vel kezelt csoportban két rendellenes fejlődésű embrió (2/8, 25,00%) fordult elő (agysérv, nyitott hasüreg, a hibás lábállás, ödéma a fartájékon), amely statisztikailag szignifikáns volt a kontroll csoporthoz képest ($P < 0,01$). Az együttes kezelés hatására a fejlődési rendellenességek (növekedésbeli

visszamaradás) aránya 100% volt (1/1), amely statisztikailag szignifikánsnak mutatkozott mind a kontroll ($P < 0,001$), mind pedig, a réz-szulfáttal ($P < 0,01$) egyedileg kezelt csoporthoz képest.

Testtömeg

A réz-szulfát nem csökkentette az embriók testtömegét ($17,73 \pm 2,85$ g) a kontroll csoporthoz ($17,39 \pm 2,19$ g) képest ($P < 0,05$). A Pyrinex 48 EC hatásaként az embriók testtömege ($12,36 \pm 2,23$ g) szignifikánsan csökkent ($P < 0,05$) mind a kontroll, mind pedig, a réz-szulfáttal kezelt csoporthoz viszonyítva. Az együttes kezeléskor egy élő embriót találtunk, amelynek testtömege $8,50$ g volt. Az elemszám miatt statisztikai értékelést nem lehetett végezni.

Csontvázfestés

A kontroll csoportban fejlődési rendellenességet nem találtunk. A réz-szulfátnál egy esetben diagnosztizáltunk hibás lábállást. A Pyrinex 48 EC hatására egy embriónál jelentkezett a láb rendellenes állása. Egy esetben növekedési retardációt tapasztaltunk az együttesen kezelt csoportban.

Szövettani feldolgozás

A kontroll, a réz-szulfáttal, illetve a Pyrinex 48 EC-vel egyedileg kezelt embriók májának szövettani értékelése során a máj és a hepatociták szerkezete fiziológiás volt. Ugyanakkor a vizsgált vegyületekkel kezelt csoportokban az osztódó májsejtek arányának jelentős mértékű csökkenése volt megfigyelhető.

Megvitatás

A különböző kémiai vegyületek környezetben kifejtett hatásait (mellékhatás, utóhatás) figyelemmel kell kísérni, ugyanis a növényvédő szerek többségéről csak felületes ismereteink vannak arra vonatkozóan, hogy milyen hatást gyakorolnak hosszabb távon a biológiai környezetre. Az ipar és a mezőgazdaság fejlődése következtében a környezetet jelentős kémiai terhelés éri napjainkban, amelyen belül „előkelő helyet” foglalnak el a növényvédő szerek. A vegyi terhelésnek elsősorban a mezőgazdasági művelésbe vont területek állatvilága van kitéve. Az agrárterületek táplálékforrást, búvó- és költőhelyet jelentenek vadmadarainknak. Például a fácánok szaporodási periódusa rendszerint egybeesik a tavaszi vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzésével.

A korai embrionális vizsgálat során megállapítottuk, hogy a réz-szulfáttal való kezelés hatására nőtt az embrióelhalások gyakorisága, azonban a vizsgált paraméterek tekintetében szignifikáns növekedést nem tapasztaltunk, amit más szerzők eredménye is igazolt (Szabó és mtsai, 2011; Juhász és mtsai, 2006). A Pyrinex 48 EC-vel egyedileg, valamint a kombinációs

kezelés hatására az embriomortalitás szignifikáns növekedést mutatott, továbbá mind a Pyrinex 48 EC-vel, mind a réz-szulfáttal egyedileg, valamint a kombináltan való kezelés eredményeképpen nőtt a fejlődési rendellenességek aránya. Korábban Szabó és mtsai (2011), valamint és Juhász és mtsai (2006) is leírták, hogy 0,01%-os réz-szulfáttal való kezelés hatására növekedést figyeltek meg a fejlődési rendellenességek arányában, azonban szignifikáns emelkedést nem tapasztaltak.

A 19. napon elvégzett kórbonctani feldolgozás során megállapítottuk, hogy az egyedileg alkalmazott réz-szulfát szignifikánsan növelte az elhalások arányát, amit más szerzők is leírtak (Szabó és mtsai, 2011). A Pyrinex 48 EC-vel, valamint a kombináltan kezelt csoport esetében a fejlődési rendellenességek száma szignifikánsan nőtt. Hasonlóképpen jelentős teratogén hatást tapasztalt Marliac és Verret (1963) szerves foszforsavészterek (paration, metil-paration) együttes alkalmazásakor.

A 0,05%-os réz-szulfát nem csökkentette az embriók testtömegét, azonban más szerzők ennek szignifikáns csökkenéséről számoltak be, 0,01%-os réz-szulfát hatására (Fejes, 2005; Szabó és mtsai, 2011; Juhász és mtsai, 2006). Az inszekticid egyedi és kombinációs kezelésekor a testtömeg szignifikáns csökkenése volt megfigyelhető. Hasonlót tapasztaltak a réz-szulfát (0,01%) és a pendimetalin-, valamint a metolaklór-tartalmú herbicidek együttes adagolása során (Szabó és mtsai, 2011; Juhász és mtsai, 2006), illetve különböző herbicidek kombinációs kezelésekor (Várnagy és mtsai, 1996).

A csontvázfestés alkalmával a réz-szulfáttal kezelt csoportban a lábak rendellenes állását diagnosztizáltuk. Korábbi vizsgálatok alkalmával Szabó és mtsai (2011), továbbá Juhász és mtsai (2006) növekedési retardációt, görbült nyakat, törpenövést és hibás lábállást tapasztaltak.

A gyorsan osztódó és differenciálódó embrionális sejtek érzékenyen reagálnak, ha a vegyi anyag okozta expozíció a differenciálódási folyamat kritikus periódusát érinti (Lorr és Bloom, 1987).

A szövettani vizsgálat során nem tapasztaltunk szövettani elváltozást, azonban a vizsgálati anyagokkal kezelt csoportokban az osztódó májsejtek arányának jelentős csökkenése volt megfigyelhető.

Kutatási eredmények szerint a növényvédő szerek kombinációi, különösen, ha inszekticidet is tartalmaznak, általában fokozzák, sőt egyes esetekben akár százszorosára is növelhetik a komponensek méreghatását. Ezek a hatások faj-, idő-, illetve dózisfüggőek (Thompson, 1996).

Vizsgálatunkban a korai fejlődési stádiumban a réz-szulfát (10%) és a Pyrinex 48 EC (40%) is növelte az embriomortalitást, a két vegyület kombinációja (40%) azonban nem fokozta tovább az elhullások számát. Ugyanakkor, a 19. napi feldolgozásnál az embriók pusztulása fokozatosan,

szignifikánsan emelkedett (réz-szulfát: 50%, Pyrinex 48 EC: 77,14%, együttes alkalmazás: 97,22%). Ez szinergista típusú toxikus interakciót jelez.

Hasonló tendencia volt megfigyelhető a fejlődési rendellenességek gyakoriságában is mind a korai, mind pedig, a késői stádiumban. A hatás additív, illetve szinergista interakcióként jelentkezett.

Az adatok alapján a környezetbe jutó xenobiotikumok más kémiai anyaggal együtt hatva toxikus interakciót hozhatnak létre, mely jelentős mértékben csökkentheti a madárembriók életképességét, illetve súlyosabb esetben vadmadár-fajok kipusztulásához vezethet. Az általunk alkalmazott módszerrel az élővilágra gyakorolt antropogén hatás és veszély jobban megismerhető, továbbá a kapott eredmények gyakorlati felhasználásával környezetünk nagyobb eséllyel őrizhető meg eredeti állapotában magunk, és a minket követő generációk számára.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar által elnyert kutatókari támogatás keretében készült.

Hivatkozások

- Danielsson, B. R. G., Oskarsson, A., Dencker, L. 1984. Placental transfer and fetal distribution of lead in mice after treatment with dithiocarbamates. Arch. Toxicol., 55: 27-33.
- Dawson, A. B. 1926. A note on the staining of the skeleton of cleared specimens with alizarin red. S. Stain Techn., 1: 123-124.
- Fejes, S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreghatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. Doktori (PhD) Értekezés. VE GMK. Keszthely.
- Fejes, S., Várnagy, L., Budai, P., Takács, I. 2001. A réz-szulfát és a BI 58 EC interakciós vizsgálata házityúk embrión. TOX' 2001 Konferencia. Eger. Absztraktok C2-4.
- Institóris, L., Siroki, O., Dési, I. 2001. Kombinált cipermetrin Hg²⁺ és As³⁺ expozíció immuntoxikológiai vizsgálata patkányon. TOX'2001 Konferencia. Eger. Absztraktok C1-2.
- Juhász, É., Szabó, R., Keserű, M., Budai, P., Várnagy, L. 2006. Toxicity of a pendimethalin containing herbicide formulation and three heavy metals in chicken embryos. Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University, 71: 107-110.
- Kertész, V. 2001. Nehézfémek és PAH-vegyületek embrionális fejlődésre gyakorolt hatása madarakon. Doktori (PhD) értekezés. SZIE MKK. Gödöllő.

-
- Lorr, N. A., Bloom, S. E. 1987. Ontogeny of the chicken cytochrome P-450 enzyme system. Expression and development of responsiveness to phenobarbital induction. *Biochem. Pharmacol.*, 36: 3059-3067.
- Marliac, J. P., Verret, M. L. 1963. Injections of chemicals into chicken eggs a toxicology test. *Fed. Proc.*, 21: 450.
- Ocskó, Z., Erdős, GY., Molnár, J., Haller, G. 2013. Növényvédő szerek, termelésnövelő anyagok. Agrinex, Budapest. 561.
- Oskarsson, A. 1983. Redistribution and increased brain uptake of lead in rats after treatment with diethylthiocarbamate. *Arch. Toxicol.*, 6: 279-284.
- Pecze, L., Papp, A., Nagymajtényi, L. 2001. Kombinált toxikus expozíció hatása az in vivo regisztrált hippokampális populációs spike-ra patkányban. TOX'2001 Konferencia, Eger. Absztraktok C1-4.
- Speijers, G. J. A., Speijers, M. H. M. 2004. Combined toxic effects of mycotoxins. *Toxicol. Lett.*, 153: 91-98.
- Szabó, R., Budai, P., Lehel, J., Kormos, É. 2011. Toxicity of s-metolachlor containing formulation and heavy metals to chicken embryos. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci.*, Ghent University, 76: 931-938.
- Thompson, H. M. 1996. Interactions between pesticides; A review of reported effects and their implications for wildlife risk assessment. *Ecotoxicol.*, 5: 59-81.
- Várnagy, L., Varga, T., Hlubik, I., Budai, P., Molnár, E. 1996. Toxicity of the herbicides Flubalex, Fusilade S, and Maloran 50 WP to chicken embryos after administration as single compounds or in combination. *Acta Vet. Hung.*, 44: 363-376.
- Youn-Joo, A., Young-Mi, K., Tae-Im, K., Seung-Woo, J. 2004. Combined effect of copper, cadmium, and lead upon *Cucumis sativus* growth and bioaccumulation. *Sci. Total Environ.*, 326: 85-93.

Klórpirifosz hatóanyagú (PYRINEX 48 EC) inszekticid és a réz interakciós toxicitásának vizsgálata madárembriókban

**Budai Péter^{1*}, Kormos Éva¹, Várnagy László¹, Antal Diána¹,
Farkas Vivien¹, Grúz Adrienn¹, Lehel József² és Szabó Rita¹**

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

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

Budapest, István u. 2.

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

Összefoglalás

Vizsgálatunkban egy széles körben alkalmazott inszekticid a PYRINEX 48 EC és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk fejlődő csirkeembriókban. A kezelésekhez 0,01%-os réz-szulfát-oldatot és a PYRINEX 48 EC (480 g/l klórpirifosz) inszekticid 1%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemerítéses kezeléseket a keltetés 0. napján, a tojások feldolgozását a keltetés 19. napján végeztük el. Lemértük az embriók testtömegét, rögzítettük az elhalások számát, továbbá feljegyeztük a makroszkópos fejlődési rendellenességeket. A vizsgálati anyagokkal elvégzett egyedi és együttes kezeléseket során, a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei kisebbek voltak a kontroll értékekhez viszonyítva, de az eltérések statisztikailag nem voltak igazolhatóak. Az embrioretalitás a kezelt csoportokban kis mértékben emelkedett a kontroll csoporthoz képest. A fejlődési rendellenességet mutató embriók előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt minden kezelt csoportban. A kísérletünkben felhasznált réz-szulfát-oldat és a PYRINEX 48 EC inszekticid egyedi méreghatása embriotoxikus volt a tojásban fejlődő madár-szervezetre. Teratogén hatás nem volt igazolható. A kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés (mely önmagában kismértékben embriotoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott PYRINEX 48 EC inszekticid kezelés nem fokozta az embriotoxicitást.

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

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of PYRINEX 48 EC insecticide (chlorpyrifos, 480 g/l) 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 insecticide PYRINEX 48 EC was 1%. 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 chlorpyrifos containing insecticide formulation (PYRINEX 48 EC) were embryotoxic but not teratogenic in chicken. The combined administration of PYRINEX 48 EC and copper sulphate did not increase the embryotoxic effect.

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

Bevezetés

A mezőgazdasági művelésbe vont területek táplálékforrást, búvó- és költőhelyet jelentenek vadmadarainknak, amelyek reprodukciós időszaka rendszerint egybeesik a tavaszi vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzésével. A növényvédelmi munkák során kipermetezett szerek nemcsak a kifejlett madarakra, hanem a tojásban fejlődő embrióra is kifejtheti mérgező hatásukat. 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 inszekticid (PYRINEX 48 EC) és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását vizsgáltuk a tojásban fejlődő madárembrióra bemerítéses kezelési módot alkalmazva. A gyakorlatban alkalmazott ökotoxikológiai vizsgálati módszerek alapvetően a xenobiotikumok egyedi méreghatását tanulmányozzák, ezért a növényvédő szerek interakciós mérgező hatásaira vonatkozó toxikológiai 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 480 g/l klórpirifosz hatóanyagú PYRINEX 48 EC (MAKHTESHIM AGAN HUNGARY ZRT., Magyarország) rovarölő szert, mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (1%) alkalmaztuk. A vizsgálatához 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=60/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, rögzítettük az elhalt embriók számát, továbbá értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát. Az élő embriók testtömeg adatainak eloszlását a Kolmogorov-Smirnov teszttel, statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel végeztük. Az embriomortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriaival feldolgozása során RXC Chi² tesztet vettünk igénybe (Baráth és mtsai, 1996).

Eredmények

A réz-szulfát 0,01%-os oldatával történt egyedi bemelegítő kezelés eredményeként az embriók testtömeg értékei (átlag 23,34 g) kisebbek voltak a kontroll értékekhez (átlag 23,40 g) viszonyítva, de az eltérés statisztikailag nem volt igazolható. A klórpirifosz hatóanyagú PYRINEX 48 EC egyedi toxicitásának vizsgálatkor a rovarölő szert 1%-os töménységben alkalmazva, a kezelés eredményeként kisebb testtömeg értékeket (átlag 23,26 g) mértünk a kontroll csoportban mért értékekhez (átlag 23,40 g) képest, a testtömeg eltérése azonban nem volt szignifikáns mértékű. A réz-szulfát és a klórpirifosz hatóanyagú PYRINEX 48 EC inszekticid együttes mérgehatásának vizsgálata során a réz-szulfátot szubtoxikus – azaz 0,01%-os töménységben, a növényvédő szert 1%-os töménységben alkalmazva azt tapasztaltuk, hogy a kezelés hatására a madárembriók testtömegei (átlag 23,22) kisebbek voltak a kontroll csoport adataihoz (átlag 23,40 g) viszonyítva, hasonló csökkenő tendencia volt megfigyelhető a

PYRINEX 48 EC készítménnyel egyedileg kezelt csoport testtömeg értékeihez (átlag 23,26 g) viszonyítva, az eltérések statisztikailag nem voltak igazolhatók. Az egyedi méreghatás és az interakciós vizsgálat során tapasztalt embriomortalitási adatok alapján elmondható, hogy a 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfáttal végzett teratológiai vizsgálatban az elpusztult embriók aránya (5,17%) a kontroll csoportban megfigyelt elhullásokhoz (3,51%) képest kis mértékben emelkedett. A klórpírifosz hatóanyagú PYRINEX 48 EC toxicitásának vizsgálatakor a kezelés hatására fokozódott az embrioretalitás, mértéke 7,14%-os volt. A 0,01%-os réz-szulfát és az 1%-os PYRINEX 48 EC rovarölő szer együttes méreghatásának vizsgálata során az embriomortalitás aránya 8,62% volt.

A kontroll csoportban nem fordult elő fejlődési rendellenességet mutató embrió. A 0,01%-os réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban az élő embriók közül egy (1/55) mutatott növekedési visszamaradást és rendellenes volt a lába. A klórpírifosz hatóanyagú PYRINEX 48 EC 1% koncentrációjú készítménnyel végzett egyedi kezelések során a kezelt csoportban az élő embriók közül egy (1/52) mutatott növekedési visszamaradást. A réz-szulfát 0,01%-os és a PYRINEX 48 EC 1%-os koncentrációjú oldatával együttesen kezelt csoportban egy élő embriónál (1/53) 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%) háziyúk embriókon injektálós kezeléssel elvégzett madárteratológiai vizsgálatában Fejes (2005) azt tapasztalta, hogy a 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldat (0,1 ml) embriotoxikus hatású. Az embriók testtömegei szignifikáns mértékben csökkentek, 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 deformítások közül a szívrendellenességek tekinthetők a rézvegyületek specifikus mérgező hatásának (Ferm, 1974).

A klórpírifosz Fischer 344 patkány törzsön elvégzett teratológiai vizsgálatában az anyai szervezetre toxikus legmagasabb (25 mg/testtömeg kg) dózisban csökkentette a magzatok testtömegét, fokozta a magzatelhalásokat és a fejlődési rendellenességek gyakoriságát (Farag, 2003).

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat és a 1%-os PYRINEX 48 EC inszekticid 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 PYRINEX 48 EC rovarölő szerek kezelése nem fokozta az embriotoxicitást.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt 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 tesztkben. PhD. értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely.
- Farag A. T., El Okazy A.M., El-Aswed A. F. 2003. Developmental toxicity study of chlorpyrifos in rats. *Reproductive Toxicology*, 17. 203–208.
- 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.
- Lutz H. , Oterag Y. 1973. Pesticides teratogenese et surric chez les oiseaux. *Arch. Anat. Hist. Embr.*, 56. 65-68.

Biocid termékek *in vitro* szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemen

**Somody Gergő^{1*}, Lehel József², Buda István³, Várnagy László¹, Szabó Rita¹,
Antal Diána¹, Kormos Éva¹ és Budai Péter¹**

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

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

³ Toxi-Coop Zrt, 1124 Budapest, Deres u.10/A

*e-mail:somodygergo@gmail.com

Összefoglalás

A biocid termékek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban elsősorban emlősállatokat alkalmaznak. A házi nyulakon végzett szemirritációs *in vivo* vizsgálatot gyakran kritizálják a kiértékelés szubjektív volta és a felhasznált kísérleti állatok szenvedése miatt. A Draize-féle teszt jövőbeni kiváltására javasolt alternatív módszerek jelenleg még csak részbeni kiváltásra alkalmasak, de jelentőségük egyre fokozódik, hiszen elővizsgálati módszerként alkalmazva ezeket, jelentősen csökkenthető a kísérleti állatok száma. A javasolt alternatív módszerek közé tartoznak az izolált szerveken végrehajtott szemirritációs tesztek, köztük az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* szemirritációs eljárás.

Vizsgálataink során négy különböző biocid terméket teszteltünk oly módon, hogy a vizsgálati anyagot közvetlenül a szaruhártya felszínére jutattuk, majd ezt követően a szaruhártya duzzadásának, opacitásának és károsodásának értékelése útján határoztuk meg a biocid termékek irritációs potenciálját. A négy vizsgált készítmény közül háromnál az *in vitro* eredmények megegyeztek a gyártó által közölt *in vivo* eredményekkel. A negyedik készítmény (Peststop-B 10 EC) esetében az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* szemirritációs vizsgálat erősebb irritatív hatást jelzett, mint az irodalomból származó *in vivo* eredmény. Jelen formájában az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* vizsgálat csak korrozív, súlyosan irritáló eredmény esetén alkalmas a vegyi anyagok veszélyességi kategóriába történő besorolásra, azonban más *in vitro* módszerekkel (HET-CAM, CAM-TB, Skinethic HCE stb.) kombinálva kifejleszhető egy *in vitro* tesztrendszer, amely a jövőben teljes mértékben kiválthatja a Draize-féle *in vivo* módszert.

Kulcsszavak: biocid termékek, szemirritáció, *in vitro*, opacitás, Draize teszt

Abstract

Mostly mammals are used in toxicological studies required for the authorisation of biocidal products. The *in vivo* eye irritation study on rabbits is often criticised due to the subjectivity of the evaluation of the test results and the suffering of the animals used for the experiment. Currently, the alternative test methods suggested to replace in the future the Draize test, only partially replace that. Their importance however, is increasing since when used as screening methods the number of animals to be used for the experiment can substantially be reduced. The Isolated Chicken Eye Test is one of those alternative test methods where the eye irritation test is performed on isolated organs.

We have tested four different biocidal products by applying the test substances directly on the cornea and evaluating the irritancy of the biocidal products by assessing the corneal swelling, opacity and the damage to the surface of the cornea. For three products the *in vitro* test results corresponded to the *in vivo* results as communicated by the producer. For the fourth product (Peststop-B 10 EC), the results of the *in vitro* eye irritation study from the Isolated Chicken Eye Test showed stronger irritative effect than the *in vivo* results obtained from literature search. In its current state, the *in vitro* eye irritation study performed on isolated chicken eye can only be used to classify chemical substances when the test results show they are ocular corrosives and severe irritants. However, in combination with other *in vitro* test methods (HET-CAM, CAM-TB, Skinethic HCE, etc.), an *in vitro* testing strategy could be developed which could completely replace the *in vivo* Draize test in the future.

Keywords: biocides, eye irritation, *in vitro*, opacity, Draize test

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 TG 405 elnevezésű (2006), a vegyi anyagok vizsgálatára vonatkozó útmutató már tartalmaz egy kiegészítést, amelyben az *in vitro* tesztekkel kapott eredmények elfogadhatók, amennyiben szemkorróziót vagy súlyos szemirritációt jeleznek. Az *in vivo* módszer részleges kiváltására vezették be 2009-ben az izolált csirkeszemet felhasználó *in vitro* módszert (OECD 438), amely az izolált csirkeszemen végzett kezelésem, és azt követő megfigyelésem alapszik.

Kísérleteink során négy különböző, már használatban lévő biocid termék vizsgálatát végeztük el az *in vitro* izolált csirkeszemen történő vizsgálati módszerrel (Isolated Chicken Eye Test). Ezek során célul tűztük ki mind a négy vizsgálati anyag *in vitro* vizsgálattal történő irritációs potenciáljának meghatározását.

Anyag és módszerek

A kísérletben a következő biocid készítmények kerültek felhasználásra: ACTIBIOL EC 50 (alfa-cipermetrin), MELLERUD penészölő szer (nátrium-hipoklorit), PESTSTOP-B 10 EC (d-tetrametrin), PESTSTOP COMBI 8 CS (cipermetrin, permetrin). A kísérleti anyagokat az ICE tesztben 100%-os töménységben alkalmaztuk.

A Prinsen és Koëter (1993) által kifejlesztett ICE-tesztet az OECD 438 irányelv alapján végeztük el. A vágóhidról származó csirkeszemek izolált körülményeket biztosító szuperfúziós készülékbe kerültek 45-60 perces akklimatizációra. A kezelés előtt mértük a szaruhártyavastagságot és meghatároztuk a homály mértékét és a fluoreszcein-megtartást. A kezelés során a vizsgálati anyagokat 30 µl térfogatban közvetlenül jutattuk rá a szaruhártyára 10 másodperces expozíciós időt alkalmazva. A kezelés után a vizsgálati anyagot szobahőmérsékletű fiziológiás sóoldat segítségével távolítottuk el a szaruhártya felszínéről (kb. 20 ml/szem). Minden vizsgálat esetében párhuzamosan pozitív és negatív kontroll szemeket is alkalmaztunk. Vizsgálati anyagonként 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 ACTIBIOL EC 50 biocid termék a jól definiálható fluoreszcein-megtartás, az enyhe homály és szaruhártya-torzulás miatt enyhén szemirritatívnak bizonyult.

A MELLERUD penészgomba eltávolító készítmény a jól definiálható fluoreszcein- megtartás, az enyhe homály és a jól definiálható szaruhártya-torzulás miatt egyébként közepesen irritatívnak minősülne, azonban a felhám két szem esetén súlyosan fellazult, ezért a biocid termék szemkorróziót/súlyos szemirritációt okozott a teszt során.

A PESTSTOP-B 10 EC rovarirtó koncentrátum a nagymértékű fluoreszcein-megtartás mellett szaruhártya-homályt nem okozott, a torzulást enyhének találtuk, azonban a felhám két szem esetén súlyosan fellazult, ezért a biocid termék szemkorróziót/súlyos szemirritációt okozott a teszt során.

A PESTSTOP COMBI 8 CS rovarirtó koncentrátum nem minősült szemirritatívnak az ICE teszt során.

A biocid készítményekkel folytatott *in vitro* szemirritációs vizsgálatok eredményeit és a biztonsági adatlapokon szereplő adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A kísérletek során alkalmazott 4 biocid készítmény közül az ACTIBIOL EC 50, a MELLERUD és a PESTSTOP COMBI 8 CS esetében megegyezett az *in vitro* ICE tesztből származó és a gyártók által közölt irritációs potenciál. A PESTSTOP-B 10 EC készítménynél az *in vitro* teszt során erősebb irritáció mutatkozott.

2. táblázat. A gyártók által közölt, valamint az ICE teszttel meghatározott szemirritációs potenciál-értékek összehasonlítása

Vizsgálati anyag	Gyártó által közölt adatok	Eredmény az ICE tesztből
Actibiol EC 50	Enyhén irritatív	Enyhén irritatív
Mellerud penészölőszer	Súlyosan irritatív	Súlyosan irritatív
Peststop-B 10 EC	Enyhén irritatív	Súlyosan irritatív
Peststop Combi 8 CS	Nem irritatív	Nem irritatív

Megvitatás

A primer szemirritáció vizsgálatára javasolt perspektivikus alternatív módszerek közé tartoznak az izolált szerveget használó *in vitro* kísérleti módszerek, köztük az izolált csirkeszemen végzett ICE teszt. A módszer validálása során a Draize teszt és az ICE teszt

kritikus értékeinek összehasonlításakor 0,82-0,91 közötti korreláció mutatkozott (Prinsen, 1996). Az Európai Bizottság és a Brit Belügyminisztérium közös nemzetközi validálási tanulmányában kielégítő (0,83-0,85) laboratóriumok közötti reprodukálhatóságot említenek (BALLS és mtsai, 1995). Az ICE teszt olcsóbb és gyorsabb, mint a hagyományos Draize teszt, az eredményei jól reprodukálhatóak, az érzékenysége pedig kiemelkedő. A teszt a szaruhártyán jelentkező irritatív hatásokat jelzi, azonban Burton (1971) és Prinsen (1996) vizsgálatai alapján, az ICE teszttel megfelelően előre jelezhetőek a kötőhártya-károsodások is. A vizsgálat tesztobjektumként vágóhídról származó csirkefejekből izolált szemeket használ, ezáltal a szemirritációs kísérletekben felhasznált emlősállatok száma jelentősen csökkenthető. Hátránya azonban a vizsgálati rendszer korlátozott idejű fenntarthatósága, ezáltal a tapasztalt irritációs hatás reverzibilitása nem értékelhető.

Jelen formájában az izolált csirkeszemen végrehajtott *in vitro* vizsgálat csak korrozív, súlyosan irritáló eredmény esetén alkalmas a vegyi anyagok veszélyességi kategóriába történő besorolásra, azonban más *in vitro* módszerekkel (HET-CAM, CAM-TB, Skinethic HCE stb.) kombinálva kifejleszhető egy *in vitro* tesztrendszer, amely a jövőben teljes mértékben kiválthatja a Draize-féle *in vivo* módszert.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozások

- Balls, M., Botham, P.A., Bruner, L.H., Spielmann, H. 1995. The EC/HO International Validation Study on Alternatives to the Draize Eye Irritation Test. *Toxicology In Vitro*, 9. 871-929.
- Burton, A.B.G. 1971. A method for the objective assessment of eye irritation. *Food and Cosmetics Toxicology*. 10. 209-217.
- Draize, J.H., Woodard, G., 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.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2006. Test Guideline 405.

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

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2009. Test Guideline 438.

OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Isolated Chicken Eye Test Method for Identifying Ocular Corrosives and Severe Irritants.

Prinsen, M.K., Koeter, H.B.W.M. 1993. Justification of the Enucleated Eye Test with eyes of slaughterhouse animals as an alternative to the Draize Eye Irritation Test with rabbits. Food and Chemical Toxicology. 31. 69-76. p.

Prinsen, M.K. 1996. The Chicken Enucleated Eye Test (CEET): a practical (pre)screen for the assessment of eye irritation/corrosion potential of test materials. Food and Chemical Toxicology. 34. 291-296.

Tartalomjegyzék

Búzanemesítés kontinentális klímájú környezetben Bedő Zoltán, Láng László, Veisz Ottó, Vida Gyula és Rakszegi Mariann	1
Élelmiszerbiztonság és növénynevelés Mesterházy Ákos, Varga Mónika, Szabó-Hevér Ágnes, Lehoczki-Krsjak Szabolcs és Tóth Beáta	9
Gabonalisztharmat a szántóföldön és a laboratóriumban Kiss Levente	17
A biotróf és a nekrotrof kórokozó – növény kölcsönhatás különbözősége gabonaféléken Barna Balázs	24
Fehérjék minőségének és mennyiségének változása különböző fungicidekkel kezelt, eltérő genotípusú búzafajtáknál Ács Katalin, Varga Mónika, Lehoczki-Krsjak Szabolcs, Kótai Csaba, Ács Erika, Salgó András és Mesterházy Ákos	31
Martonvásári őszi búzafajták szerepe a kalászfuzáriummal szembeni védelemben Puskás Katalin, Varga-László Emese, Veisz Ottó és Vida Gyula	36
Adatok a kukorica (<i>Zea mays L.</i>) csőfuzárium betegségéhez Gál Olivér, Záborszky Sándor és Szőke Csaba	41
Tribázikus-rézsulfát és foszfonát alkalmazása a napraforgó fungicides állományvédelmében Márkus Péter és Varga Zsolt	47
Napraforgófajták peronoszpóra- és szádor-ellenállósága üvegházi provokációs kísérletekben, 2013 Gergely László, Juhász Zsuzsanna és Virányi Ferenc	54
Kárpát medencei <i>Cryphonectria parasitica</i> (MURRILL) M.E BARR izolátumok mikroszatellit vizsgálata BAPS program segítségével Görcsös Gábor, Irinyi László, Tarcali Gábor, Radócz László és Sándor Erzsébet	57
A WRKY transzkripció faktorok szerepe tobamovírusokkal fertőzött paprika növényekben Juhász Csilla, Kristály Anna Mária, Tóbiás István és Gullner Gábor	63
The protective role of SMM against Dwarf Mosaic Virus infection in maize Edit Ludmerszki, Ilona Rác és Szabolcs Rudnóy	68
Indukált rezisztencia alkalmazása a szőlő szürkerothadás és vírusfertőzés okozta kártétele mérséklésére Csikászné Krizsics Anna, Mátai Anikó, Nagy Ágnes, Kovács Sándor, Végh Brigitta Éva, Werner János és Jakab Gábor	73

Magyarországon előforduló szőlővírusok 2013. évi vizsgálata Apró Melinda, Cseh Eszter, Gáborjányi Richard, Csáky Júlia és Takács András Péter	78
Multi-drog rezisztens Gram-negatív patogének elleni védekezés lehetősége <i>Xenorhabdus</i> antimikrobiális peptidok felhasználásával: <i>in vitro</i> kísérletek eredményei Böszörményi Erzsébet, Fodor András, Hogan, Joseph, Olasz Ferenc, Noureldeen, Ahmed Hamad, Racsó József, McMormick, Jeanett, Vozik Dávid, Zsugovics Nóra, Barcs István és Dublicz Károly	84
A <i>Ralstonia solanacearum</i> elleni védelem lehetőségei és a <i>Xenorhabdus</i> baktériumok antimikrobiális produktumai Vozik Dávid, Bélafné Bakó Katalin, Hevesi Mária, Fodor András és Polgár Zsolt	91
Emich Gusztáv (1843–1911), az első hazai lepkéskönyv és az első gazdasági rovarügyi szakkönyv szerzője Vig Károly	96
A selyemfénnyű puszpángmoly (<i>Cydalima perspectalis</i>) 2013-ban ismert elterjedése Magyarországon Vétek Gábor, Boros Noémi, Papp Veronika, Haltrich Attila, Csóka György, Szócs Levente, Tuba Katalin, Molnár Miklós, Kelemen Géza és Lakatos Ferenc	106
Szörp vagy víz? Hogyan foghatunk több darázsszítkárt varsás feromoncsapdával? Torzsa Sarolta, Szántóné Veszélka Mária és Szócs Gábor	112
Néhány magyarországi szőlőültetvény kabóca-faunájának tanulmányozása, különös tekintettel az amerikai szőlőkabócára (<i>Scaphoideus titanus</i> BALL 1932) Ferenczi Gábor, Keresztes Balázs, Kocsis László és Zsolnai Balázs	118
Magyarországi arborétumok ragadozó atkafaunája (Phytoseiidae) Hajdú Zsuzsanna és Nagy Dorián	130
A <i>Tibellus oblongus</i> agrobiont pókfaj lehetséges természetes ellenség szerepe a vírusvektor <i>Psammotettix alienus</i> kabóca fajjal szemben Beleznai Orsolya, Tholt Gergely és Samu Ferenc	137
A csicsóka (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) vegyszeres gyomirtási lehetőségei kukoricában Labant-Hoffmann Éva és Kazinczi Gabriella	145
Tankkombinációs lehetőségek imidazolinon toleráns repcében Ádámszki Tamás és Torma Mária	151
Vadriasztó szerek (Vadóc K, Vadóc V, Forester) hatékonyságának vizsgálata takarmányzabban Kovács Szilvia, Pályi Béla, Takács Zsolt és Nádasyné Ihárosi Erzsébet	158
A fehér fagyöngy (<i>Viscum album</i>) által fertőzött alma (<i>Malus domestica</i>) ágvégek nedvességtartalmának vizsgálata Baltazár Tivadar, Varga Ildikó és Divós Ferenc	164

A levélfelület-csökkenés hatása az őszi búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) termésének alakulására provokációs szabadföldi kísérletben Szarka Kitti, Tarnawa Ákos és Jolánkai Márton	169
Az integrált növényvédelem (IPM) és nélkülözhetetlen eleme a gazdasági kártételi szint Bozsik András	175
Különböző talajapolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy rendszerű szőlőültetvényben Varga Péter, Májer János és Németh Csaba	186
A paradicsom bronzfoltosság vírus (<i>Tomato spotted wilt virus</i> – resistance breaking strain, TSWV-RB) rezisztenciaáttörő törzs elterjedésének vizsgálata a Dél-Alföldi régióban Bese Gábor, Korom Kitti Kata, Kristó István és Takács András	194
Búza genotípusok liztharmattal szembeni ellenállóságának változása normál és emelt légköri CO₂-szinten Komáromi Judit, Bencze Szilvia, Varga Balázs, Vida Gyula és Veisz Ottó	199
A <i>Rhagoletis cerasi</i> rajzásvizsgálata lonc fajokon Orosz Szilvia, Pápai Antal, Krizbai László, Bozsó Miklós és Tóth Ferenc	205
A fehér fagyöngy (<i>Viscum album</i> L.) előfordulása a Nyugat-Dunántúlon napjainkban Varga Ildikó, Poczai Péter, Tiborcz Viktor, Baltazár Tivadar, Aranyi Nikolett és Hirka Anikó	212
A facélia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>) gyomosodásának és a gyomirtás hatékonyságának vizsgálata Szabó Rita és Horváth Eszter	217
Trágyaadagok, művelési módok és az időjárás hatása a talaj mikrobiális biomassza tömegére és a növényi termésre Csitári Gábor, Horváth Zoltán, Dunai Attila és Tóth Zoltán	227
A ZÖLDPAJZS® EK-műtrágya és Terrum M® Mikrobiológiai talajjavító készítmény hatása vetőburgonya termesztésben Pelczéder Tibor, Polgár Zsolt, Kiss Balázs és Sepsi Eszter	234
Kukorica növény változásai légköri koromszennyezés hatására 2010 és 2012 között Illés Bernadett, Anda Angéla, Martin Gizella és Soós Gábor	239
Klórpírifosz-tartalmú rovarölő szer és a réz-szulfát interakciós vizsgálata csirkeembrión Lehel József, Gajcsi Dóra, Jakab Csaba, Grúz Adrienn, Kormos Éva, Budai Péter és Szabó Rita	244
Klórpírifosz hatóanyagú (PYRINEX 48 EC) inszekticid és a réz interakciós toxicitásának vizsgálata madárembriókban Budai Péter, Kormos Éva, Várnagy László, Antal Diána, Farkas Vivien, Grúz Adrienn, Lehel József és Szabó Rita	253

Biocid termékek *in vitro* szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemen

Somody Gergő, Lehel József, Buda István, Várnagy László, Szabó Rita, Antal Diána, Kormos Éva és Budai Péter

258

HU ISSN 0239 1260

A kiadásért felelős a Pannon Egyetem Georgikon Kar Keszthely Dékánja
Készült: Ziegler-nyomda, Keszthely – 120 példányban
Felelős vezető: Ziegler Viktória
Terjedelem: 23,45 A/5-ös ív
