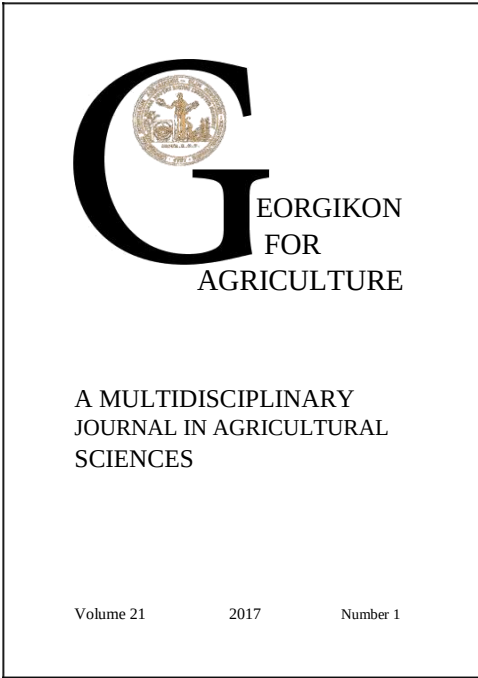




G EORGIKON FOR AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

Volume 21 2017 Number 1

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

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

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

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

Editorial Board

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

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

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

HU ISSN 0239 1260

A növények élettani állapotának hatása a nekrotróf és a biotróf kórokozó fertőzésekre adott válaszaira

Barna Balázs*, Máté Gabriella és Manninger Sándorné

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

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

Összefoglalás

Régóta ismert, hogy a növények élettani állapota, fejlettsége erősen befolyásolja ellenállóságukat a kórokozókkal szemben. Általában a biotróf kórokozók a fiatal, míg a nekrotrófok az öregedő növényi szöveteket kedvelik. Ennek megfelelően az idős dohány leveleken a nekrotróf *Alternaria alternata* tenyészetkorongos fertőzés nagymértékű sárgulást és nekrotizációt idézett elő, míg a fiatal leveleken ezek a tünetek az *Alternaria* fertőzés után alig voltak láthatók.

A hemibiotróf *Pseudomonas syringae* avirulens baktérium által okozott HR a fiatalabb levelekben szintén gyengébb volt, mint az idős levelekben, de kompatibilis kapcsolatban a tünetek mindkét korú levélen hasonlóak voltak. A biotróf búza levélrozsa 12-es és 61-es rasszával végzett fertőzés után mind a hat búza genotípus, de különösen Mv C1535-02 és MV Emma, alacsonyabb uredospóra telep számot mutatott a harmadik levélen, mint egyleveles stádiumban az első levélen, ami kezdődő felnőttkori rezisztenciára utal. Nagy jelentőséggel bírna a gyakorlati növénynemesítésben, ha már korai, így háromleveles stádiumban lehetne a búza felnőttkori rozsa rezisztenciáját tesztelni, de ezt további szántóföldi kísérleteknek is igazolni kell.

Abstract

It has been known since a long time that the physiological state of plants has a strong influence on their resistance to pathogens. Generally biotrophic pathogens prefer young, while necrotrophic pathogens prefer senescent plant tissues. Accordingly, culture discs of the necrotroph *Alternaria alternata* caused large yellow and necrotic flecks on old tobacco leaves, but these symptoms could hardly be seen after *Alternaria* infection on young leaves.

Hypersensitive symptoms caused by the hemibiotroph *Pseudomonas syringae* avirulent bacteria were also suppressed in young leaves as compared to old ones, but in compatible

tobacco-bacteria interaction the symptoms were similar on old and young leaves. Infection with races 12 or 61 of the biotroph wheat leaf rust showed always more uredospore colony numbers on first leaves in first leaf stage, than on third leaves of all six tested wheat, but especially of Mv C1535-02 and MV Emma genotypes. It would be of great importance in the breeding practice, if we could test wheat adult plant resistance against rust in early, three leaf stage, but it needs confirmation by field experiments.

Bevezetés

A növénykórokozó mikroorganizmusokat életmódjuk szerint már régebben két nagy csoportra, a nekrotróf és biotróf kórokozókra osztották. A nekrotrófok az elhalt, roncsolt szöveteket kedvelik, jellegzetes képviselőik például a *Botrytis cinerea* és a *Sclerotinia sclerotiorum*, míg a biotrófok csak az élő szövetben, sejtben képesek fejlődni, táplálékhoz jutni, és jellegzetes képviselőik például a lisztharmat és a rozsdagombák. Újabban azonban egy harmadik csoportot, az úgynevezett hemibiotróf csoportot formáltak, amelyek fejlődésük kezdeti stádiumában biotrófként, később nekrotrófként viselkednek. Ide sorolhatjuk a *Pseudomonas* baktériumokat, vagy a *Phytophthora infestans*-t.

Régóta ismert, hogy a növények élettani állapota, fejlettsége erősen befolyásolja ellenállóságukat a különböző kórokozókkal szemben. Általában a biotróf kórokozók a fiatal, élénk anyagcserével rendelkező, míg a nekrotrófok az öregedő növényi szöveteket kedvelik, mert így jutnak könnyebben táplálékukhoz (Glazebrook, 2005, Barna et al., 2012). Ennek megfelelően a biotrófok gátolják a megtámadott szövet öregedését, például citokinin hormonok felhalmozódásával, míg a nekrotrófok serkentik a növényi szövet öregedését toxinok és sejtfal bontó enzimek segítségével. Emellett általában a biotrófokkal szembeni rezisztencia a szalicilsav (SA), a nekrotrófokkal szembeni rezisztencia a jazmonsav (JA), illetve etilén hormon jelátviteli utat aktiválja (Häffner et al., 2015).

A másik tényező a növények fejlettsége, amely jelentősen befolyásolja betegségekkel szembeni ellenálló képességüket. Általában csíranövény állapotban a növények fogékonyabbak, míg felnőtt korban ellenállóbbak a betegségekre. Ezt az úgy nevezett felnőttkori rezisztenciát (adult plant resistance) különösen sokan tanulmányozták gabonafélék rozsdabetegségei esetében (Milus et al., 2015). Jellemzője, hogy csak felnőtt korban érvényesül, általában nem rassz specifikus, és nem jár hiperszenzitív reakcióval (HR), de tartósabb ellenállóságot biztosít a növénynek, mint a csíranövénykorban is érvényesülő rassz specifikus rezisztencia (Basnet et al., 2013).

A továbbiakban néhány példával bemutatjuk a növények élettani állapotának hatását a nekrotróf és a biotróf kórokozó fertőzésekre adott válaszaikra.

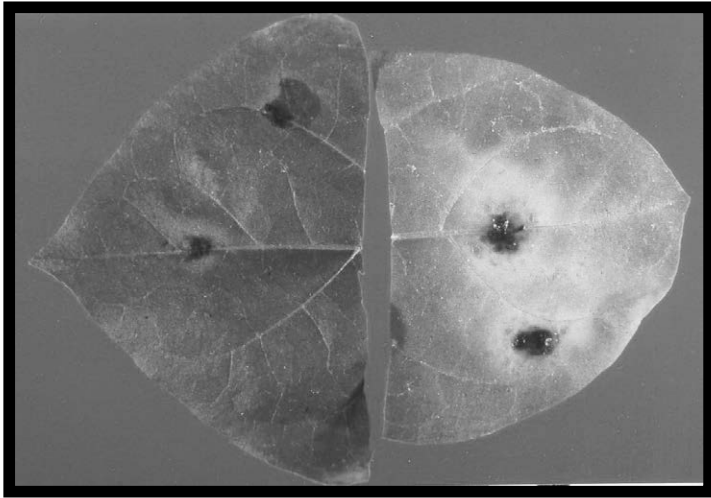
Anyag és módszer

A kísérletek során *Nicotiana tabacum* cv. W38 és cv. Xanthi-nc dohány fajtákat, illetve az MTA, ATK, Mezőgazdasági Intézetének a következő hét búza (*Triticum aestivum* L.) genotípusát használtuk; Mv C1535-02, Mv 336-02, Mv 12-02, Mv22-2001, Mv Emma, Mv Mambó és Mv Mezőföld. A növényeket üvegházi körülmények között, cserepekben neveltük 18–24 °C mellett.

A dohányok leveleinek ellenállóságát *Alternaria alternata* gomba tenyészetkorongokkal, illetve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* és *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* baktériumok 5×10^6 -tól $2,2 \times 10^8$ ml⁻¹ koncentrációjú szuszpenziójának befecskendezésével teszteltük. A búza genotípusok ellenállóságát a 12-es és 61-es levélrozsa (*Puccinia triticea* Eriks) razzsal vizsgáltuk. A búza fertőzése búzarozsdával Barna és munkatársai (1998) módszerével történt.

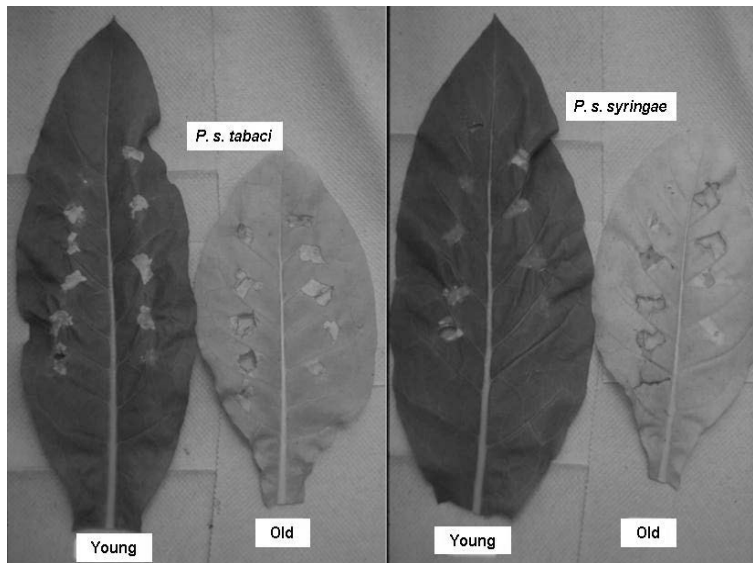
Eredmények

A fiatal és idős Xanthi dohánylevelek tünetei a nekrotróf *Alternaria alternata* tenyészetkorongos fertőzés után jelentős különbségeket mutattak. Az idős leveleken a tenyészetkorongok nagymértékű sárgulást és nekrotizációt idéztek elő, míg a fiatal leveleken ezek a tünetek alig voltak láthatók (1. ábra).



1. ábra. *Alternaria alternata* fertőzés nekrotikus tünetei fiatal és öreg Xanthi-nc dohánylevélen

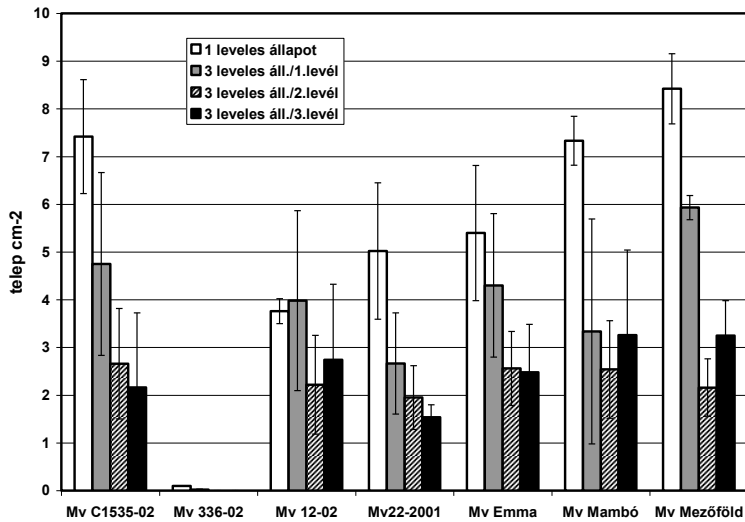
A hemibiotróf *Pseudomonas syringae* baktérium kompatibilis kapcsolatban (pv. tabaci) a baktériumos „normoszenzitív” elhalást okozta mind a fiatal, mind az idős dohányleveleken, és nem volt jelentős szemmel látható különbség a két levél között. Ugyanakkor inkompatibilis kapcsolatban a *P. s. pv. syringae* baktérium még alacsonyabb koncentrációban is erős hiperszenzitív reakciót (HR) okozott az idős, és sokkal gyengébb elhalást a fiatal leveleken (2. ábra).



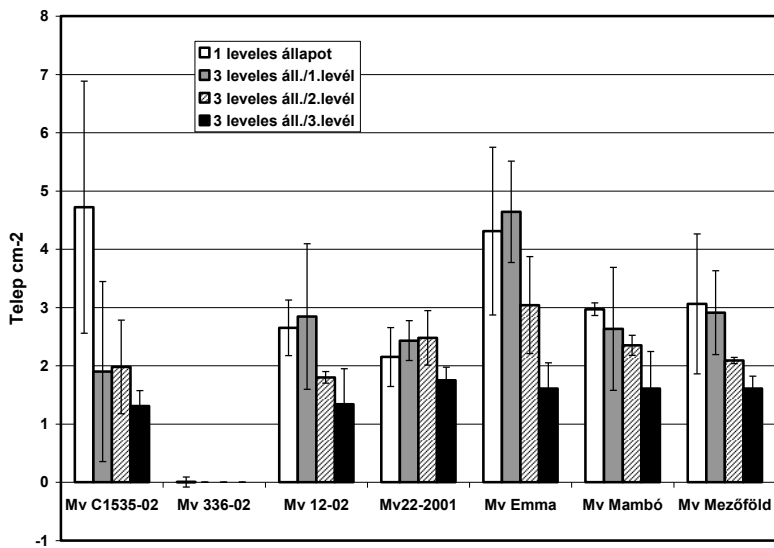
2. ábra. Kompatibilis (*P. s. tabaci*) és inkompatibilis (*P. s. syringae*) baktériumok 5×10^6 -tól $2,2 \times 10^8 \text{ ml}^{-1}$ koncentrációjú szuszpenziójának hatása fiatal (Young) és öreg (Old) W38 dohánylevelekre 4 nappal a befecskendezés után. A baktérium szuszpenzió sűrűség a levelek bal oldalán fentről lefelé, illetve a jobb oldalán lentől felfelé nő.

A biotróf búza levélrozsdá mindkét rasszára fogékonyak bizonyultak (3-4-es reakció típus) a búza genotípusok, kivéve a Mv 336-02 vonalat, amely hiperszenzitív rezisztens reakcióval (0;-1-es reakció típus) reagált mindkét rassz fertőzésére. A felnőttkori rezisztencia meghatározására a levélfelület egységre eső rozsdatelep számot mértük. Ezek az adatok egyértelműen mutatják, hogy mindegyik fogékony genotípus mindkét rasszal szemben alacsonyabb uredospóra telep számot mutatott a harmadik, mint egyleveles stádiumban az első levélen (3. ábra). Ez a különbség a 12-es rassz esetében a legnagyobb a Mv C1535-02 és Mv Mezőföld, a legkisebb az Mv 12-02 genotípuson. A 61-es rasszal történő fertőzés után a harmadik és első levél telepszáma közötti legnagyobb különbséget az Mv C1535-02 és MV Emma, míg a legkisebbet az Mv22-2001 genotípus levelein mértük (3. ábra).

A



B



3. ábra. Levélrozsda 12-es (A) és 61-es (B) rasszának telepszáma hét martonvásári búza genotípus 1., 2. és 3. levelén 1 és 3 leveles állapotban

Megvitatás

A fiatal és idős Xanthi dohány leveleinek *Alternaria* fertőzése egyértelműen igazolta, hogy a fiatalabb levelekhez képest az idősebb levelek érzékenyebbek a nekrotrof kórokozók támadására. Ennek egyrészt az oka az, hogy az idősebb növényi szövetek érzékenyebbek a nekrotrof kórokozók által termelt toxinokra, sejtfal bontó enzimekre és a membrán lipidek lebomlására (Barna és Györgyi, 1992). Másrészt az idősebb növényi szövetek antioxidáns kapacitása kisebb, ezért kevésbé tudja kivédeni a fertőzéskor gyorsan felhalmozódó reaktív oxigén fajták (ROF) sejt és szövet károsító hatását, ami előnyös a roncsolt, elhalt szöveteken táplálkozó nekrotrof kórokozónak (Barna és mtsai, 1997, 2003, 2012).

A hemibiotrof *Pseudomonas syringae* baktérium által okozott HR a fiatalabb levelekben szintén gyengébb volt, mint az idős levelekben, de kompatibilis kapcsolatban a tünetek mindkét korú levélben hasonlóak voltak. Ennek valószínűleg az oka az, hogy bár juvenilis növényi szövetekben a sejt és szövetelhalás gátolva van, de a kompatibilis baktérium jobban szaporodik a fiatalabb, mint az idősebb szövetekben (Barna és mtsai, 2008). A szenescencia és a növények kórokozók elleni rezisztenciájáról jó összefoglaló munkát jelentetett meg Häffner munkatársaival (2015).

A különböző búza genotípusok levélrozsa fertőzésekor kapott eredmények arra utalnak, hogy nemcsak kifejlett növények levelein, például a zászlós levélen lehet a felnőttkori levélrozsa rezisztenciát tesztelni, hanem korábban. Már háromleveles stádiumban az Mv C1535-02 és MV Emma szignifikánsan kevesebb rozsdalepet fejlesztett ki a harmadik levélen, mint egyleveles stádiumban az első levélen, mindkét használt rasszal szemben. Ugyanakkor az is látszik, hogy ez a típusú rezisztencia sem teljesen független a rasszoktól, ahogy erre az irodalomban is találunk példát (Oliver és Solomon, 2010, Milus és mtsai, 2015). Mindemellett nagy jelentőséggel bírna a gyakorlati növénynemesítésben, ha már korai, így háromleveles stádiumban lehetne a felnőttkori levélrozsa rezisztenciát tesztelni, de ezt további szántóföldi kísérleteknek is igazolni kell.

Hivatkozások

- Barna, B., Györgyi, B. 1992. Resistance of young versus old tobacco leaves to necrotrophs, fusaric acid, cell-wall degrading enzymes and autolysis of membrane lipids. *Physiol. Molec. Plant Pathol.*, 40,247-257
- Barna, B., Ádám, A.L., Király, Z. 1997. Increased levels of cytokinin induce tolerance to necrotic diseases and various oxidative stress causing agents in plants. *Phyton* 37, 25-31.

- Barna, B., Abdou, S. F., Manninger, K., Király, Z. 1998. Systemic acquired resistance in wheat against stem and leaf rusts. *Acta Phytopath. Entomol. Hung. Acad. Sci.*, 33, 31-33
- 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., Smigocki AC, and Baker JC 2008. Transgenic Production of Cytokinin Suppresses Bacterially Induced HR Symptoms and Increases Antioxidative Enzyme Levels in *Nicotiana*. *Phytopathology* 98: 1242-1247
- 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.
- Basnet, B. R., Singh, R. P., Herrera-Foessel, S. A., Ibrahim, A. M. H., Huerta-Espino, J., Calvo-Salazar, V. and Rudd, J. C. 2013. Genetic analysis of adult plant resistance to yellow rust and leaf rust in common spring wheat Quaiu 3. *Plant Dis.* 97:728-736.
- Glazebrook, J. 2005. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43, 205-227.
- Häffner E, Konietzki S. and Diederichsen E. 2015. Keeping control: the role of senescence and development in plant pathogenesis and defence. *Plants* 2015, 4, 449-488;
- Király, L., Barna, B., Király, Z. 2007. Plant resistance to pathogen infections: forms and mechanisms of innate and acquired resistance. *J. Phytopathol.* 158, 385-396
- Milus, E. A., Moon, D. E., Lee, K. D., and Mason, R. E. 2015. Racespecific adult-plant resistance in winter wheat to stripe rust and characterization of pathogen virulence patterns. *Phytopathology* 105: 1114-1122.
- Oliver, R.P.; Solomon, P.S. 2010. New developments in pathogenicity and virulence of necrotrophs. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 13, 415–419.
- Pogány, M., Koehl, J., Heiser, I., Elstner, E.F., Barna, B. 2004. Juvenility of tobacco induced by cytokinin gene introduction decreases susceptibility to Tobacco necrosis virus and confers tolerance to oxidative stress. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 65, 39-47.

Feromonkutatás: mit hoz a holnap?

Szőcs Gábor

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

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

Összefoglalás

A modern feromonkutatás (kémiai ökológia) születését biológiai és kémiai diszciplínák együttműködése tette lehetővé mintegy fél évszázada. Sok fontos kártevő lepkefaj szexferomonjának a szerkezetét sikerült azonosítani. Ez új távlatokat nyitott a növényvédelmi előrejelzés és a szelektív, környezetkímélő védekezés terén.

A vizsgálatok a technika fejlődésével más rovar rendek képviselőire, továbbá a tápnövények kairomonjaira, a mikroorganizmusokra, a vízi élőlények kémiai kommunikációjára, valamint a gerincesek feromonjaira is kiterjedtek. Rávilágítottak az érzékelés mechanizmusára, neuroanatómiájára, a feromonok bioszintézisére és neurohormonális szabályozására.

A nemzetközi trendek ma olyan új területekre helyeződtek át, mint az idegi hálózatok és az evolúciós-genetikai kérdések molekuláris elemzése és elektronikai modellezése. Ugyanakkor számos, gazdaságilag fontos rovarfaj kémiai kommunikációját jelentős erőfeszítések ellenére sem sikerült feltárni, pedig különösen az invazív kártevők esetében erre markáns társadalmi igény mutatkozik. A tápnövény kairomonok kutatása áttörést hozhatna, de a komponensek jelentős részénél nem sikerül megoldani a biológiai hatáshoz megfelelő tisztaságú szintézist (izomerek, enantiomerek).

Hazánk régóta bekapcsolódott a nemzetközi feromonkutatásba. Az új feromonok feltárását a kártevők előrejelzésére szolgáló csapdák kifejlesztése követte. Ez továbbra is perspektivikus irány, különösen akkor, ha neuroanatómiai, fitokémiai és molekuláris irányba is szélesítjük a palettát. A nemzetközi figyelmet jól jelzi, hogy az International Society of Chemical Ecology (ISCE) 2018 évi konferenciájának szervezési jogát Tóth Miklós akadémikus és munkatársai (ATK NÖVI Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztály, Budapest) nyerték el.

Kulcsszavak: szemiokemikáliák, új irányvonalak, siker és kudarc, fito- és sztereokémia

Abstract

Present-day pheromone research (chemical ecology) emerged from interactions of biological and chemical disciplines, around half a century ago. Soon, the compositions of sex pheromone of many moth species, regarded as important pests, have successfully been identified. This opened new perspectives to plant protection in monitoring pests and developing new, selective, environmental-sound methods.

With technical developments, further studies included species from other taxa of insects, host plant kairomones, microorganisms, chemical communication of aquatic species, and pheromones of vertebrates. Insight was gained in the mechanism of perception, neuroanatomical aspects, and into biosynthesis and neurohormonal regulation of pheromone production.

New trends have been directed to neuron networks, molecular genetic basis of evolution and electronic modeling. At the same time it is still awaited to reveal the chemical communication of many species, which, especially in case of invasive pests evoking public attention, is especially urging. Host plant kairomones may offer alternative approaches, however, successes are often hampered because of problems in obtaining synthetic compounds of high (isomeric and/or enantiomer) purity, required for evoking proper biological responses.

Hungary has joined to international pheromone research for a long time. New pheromone identifications were followed by developments of traps for monitoring. This is a prosperous direction for the future, as well, especially when combining with neuroanatomical, molecular and phytochemical studies. International attention is reflected in the honor that the rights of organizing the 2018 Annual Conference of the International Society of Chemical Ecology went to Miklós Tóth, academician and to his team (Department of Applied Chemical Ecology of Plant Protection Institute, CAR, Budapest).

Keywords: semiochemicals, new trends, success and failure, phyto- and stereochemistry,

Feromonkutatás, kémiai ökológia – *in statu nascendi*

A modern feromonkutatás, mint önálló tudományág, a múlt század derekán jött létre. Színre lépését gyors kibontakozás követte, amely új, szelektív és környezetkímélő növényvédelmi módszerek kifejlesztésének lehetőségét vetítette előre, új távlatokat nyitva a kártevő rovarok elleni küzdelemben. A tudományterület az élőlények közötti kémiai kommunikációk sokféleségének feltárásával kiszélesedett és kémiai ökológiaként vált ismertté. Önálló arculatát

jól jelzi az International Society of Chemical Ecology nemzetközi tudományos társaság megalakulása (1984), évente megrendezésre kerülő világkonferenciái és folyóirata (Journal of Chemical Ecology), valamint önálló kutatási egységek, sőt kutatóintézetek létrejötte szerte a világban. Ugyanakkor az interdiszciplináris jelleg is markánsan megnyilvánul, hiszen a sikerek biológiai- agroökológiai- valamint analitikai- és preparatív szerves kémiai kutatási területek együttműködéséből fakadnak. Szintén a kezdetektől jellemzi a nemzetközi együttműködések hálózata, amelybe hazánk igen korán kapcsolódott be.

Helyzetkép ma – felívelés kérdésekkel

“*Feromonok félévszázada*” címmel kitűnő összefoglaló mű olvasható a különféle növényvédelmi alkalmazások lehetőségeiről a XXII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum kötetében Tóth Miklós akadémikus tollából (Tóth, 2012). Ebből kitűnik, hogy a feromonkutatásban a növényvédelmi motiváció továbbra is töretlenül az egyik legfontosabb mozgató rugó. A világviszonylatban forgalmazott feromoncsapdák számáról és a légtértelítéssel védett területek nagyságáról (kultúránkénti és országokkénti bontásban) Witzgall és mtsai 2008-ban és 2010-ben megjelent cikkében olvashatunk.

Ezzel párhuzamosan a feromonkutatás meglepő mértékben fragmentálódott. Új szubdiszciplinák sora jött létre. A diverzifikáció egyrészt taxonómiai értelemben következett be, mivel az újabb feromonkivonási és elemzési technikák olyan csoportok vizsgálatát is lehetővé tették, amelyek korábban csak ritkán vezettek eredményre (a rovarok legkülönbözőbb csoportjain túlmenően a mikroorganizmusoktól a legkülönbözőbb vízi szervezeteken át, a növényeken keresztül a gerincesekig). Még látványosabb a fejlődés olyan új területeken, mint az érzékelés mechanizmusára, neuroanatómiájára, a feromonok bioszintézisére és neurohormonális szabályozására irányuló kutatások terén. Mindezt a molekuláris biológiai módszerek sokrétű alkalmazása szövi át.

Feltérképezik a lepkék szaglőlebenyét. Megfestett idegsejtek elektromos jeleit *in vivo* intracelluláris mikroelektrodok segítségével mérve, konfokális mikroszkópi felvételek képalkotó (3D) rekonstrukciója révén fontos neuroanatómiai részleteket sikerült tisztázni a kukoricamoly feromon-törzsei közötti különbségről (Kárpáti és mtsai, 2008). Kapcsolódó rovar-szélszatsornás kísérletek világítottak rá a két törzs feromonforráshoz történő orintációjának sajátosságaira (Kárpáti és mtsai, 2013).

Arra is van már példa, hogy egy bagolylepke faj feromonját élesztővel termeltetjük (Hagström és mtsai, 2013). Újabban pedig kiegészül mindez az idegi hálózatok és az evolúciós-genetikai

kérdések molekuláris elemzésével és elektronikai modellezésével is. A közelmúltban megjelent kémiai ökológiai tárgyú könyvek tartalomjegyzéke jól szemlélteti a roppant fejlődést (lásd pl. Cardé és Millar, 2004; Mucignat-Caretta, 2014).

Akkor hol vannak a kérdések? Például ott, amiről a szakirodalomban csak ritkán olvashatunk. A klasszikus feromonmeghatározás terén még sok olyan, fontos kártevő van, amelyeknél a feromon szerkezetét jelentős erőfeszítések ellenére sem sikerült megnyugtatóan feltárni, pedig erre markáns társadalmi igény mutatkozik.

Következzék egy példa erre, ahol sok év után azért mégiscsak sikerre vezetett az újbóli munka. A nagy viaszmoly (*Galleria mellonella*) feromonjának összetételét eredetileg 1973-ban közzölték, ám a rákövetkező években ellentmondásos eredmények születtek a feromoncsapda gyakorlati alkalmazhatóságáról. Az áttörést csak mintegy 40 évvel később egy svéd csoportnak sikerült elérnie azáltal, hogy egy további komponens is azonosítottak (Svensson és mtsai, 2014). Lehetséges, hogy egyszer a kukoricamoly is hasonló meglepetéssel fog szolgálni?

Szűk keresztmetszet a megfelelő minőségű kémiai háttér is, legalábbis a világ nagyobbik felén. A műszerek és a műszeres vizsgálatok nemcsak drágák, de nagy szakértelmet is igényelnek. A tömegspektrográfiában például az elektronikus könyvtárak sokat segíthetnek ugyan, mégis megfelelő kémikus hiányában sokszor itt akad el a projekt. Ebben is segíthet a nemzetközi együttműködés. A *Tischeria ekebladella* tölgyaknázó moly feromonját mintegy 20 évnyi munka eredményeképpen sikerült meghatároznunk. Az új, bioszenzoros gázkromatográf (GC-EAD) segítségével először a kérdéses anyag retenciós idejét sikerült beazonosítani. Az áttörés Prof. W. Francke és csoportjának (Inst. Organic Chemistry, Univ. Hamburg) köszönhető, mivel a vegyület egy új természetes anyagnak (new natural product) bizonyult, amely semmilyen könyvtárban sem szerepelt (Molnár és mtsai, 2012).

A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) feromon-törzseit 1973 óta ismerjük, mégis egy 2011-ben végzett IWGO felmérés szerint a feromoncsapdák a *ún.* Z-törzs rajzásának vizsgálatára Európa számos országában sajnos nem megfelelőek (Szöcs és Babendreier, 2011). Itt a csapda forma és a kihelyezés módja hozott előrelépést (Kárpáti és mtsai, 2016). Sikert hozott az új koncepción alapuló, elsősorban nőtény molyok csalogatására kifejlesztett illatanyag-kombináció (Tóth és mtsai, 2016), amely 2016-tól már szerepel az ATK Növényvédelmi Intézetének (ATK NÖVI) Csalomon[®] csapdák kínálatában is.

Hazai szerepvállalás – merre haladhatunk tovább?

Újabb kártevő fajok feromonjának felderítésére továbbra is nagy szükség lesz, hiszen a klímaváltozás, vagy behurcolás következtében évről évre egyre több invazív faj érkezik hazánkba. Az évente imponálóan bővülő újdonságok sora a Csalomon® fajlistában jelzi az ATK NÖVI Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztálya legfrissebb sikereit.

A növényi illatanyagok, kairomonok esetében már összetettebb a helyzet, hiszen általában jóval több anyag együttes hatása szükséges a fitofág rovar viselkedési válaszáinak kiváltásához. A meghatározáson túlmenően itt a szintetikus minták előállítása / beszerzése is nehézségekbe ütközik, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a minták kémiai tisztaságán túlmenően az izomér- és/vagy enantiomér összetétel is kritikus lehet a biológiai hatás szempontjából. Kíváncsinos lenne a hazai és külföldi fitokémiai műhelyek figyelmének felkeltése, bevonása.

Az ATK NÖVI Állattani Osztályán korábban is több olyan nagyműszer működött, amely az országban és a térségben is egyedülálló (Szöcs és Tóth, 2010). Az új bioszenzoros gázkromatográf (GC-EAD) beszerzése tett lehetővé olyan, korábban elérhetetlennek tűnő sikereket, mint például a lepényfa-gubacsszúnyog (*Dasineura gleditschiae*) (Molnár és mtsai, 2009) és a tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella*) (Molnár és mtsai, 2012) szexferomonjának meghatározását, valamint annak felderítését, hogy a borókaszú (*Phloeosinus aubei*) a nyugati tuja (*Thuja occidentalis* Smaragd) mely illatanyagot érzékeli (Bozsik és mtsai, 2016).

A műszerparkunk azóta is örömdetesen bővült. Az egyes kémiai érzékszőrök egyedi válaszreakcióját (firing) egy speciális, neurofiziológiai műszerrel vizsgálhatjuk (single sensillum recording - SSR) Kárpáti Zsolt sikeres pályázatának köszönhetően. Az új távlatok karnyújtásnyi közelségbe kerültek.

A hazai feromonkutatás elismertségét, a nemzetközi figyelmet jól jelzi, hogy az International Society of Chemical Ecology (ISCE) 2018. évi konferenciájának szervezési jogát – pályázat útján – Tóth Miklós akadémikus és tanítványai (ATK NÖVI Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztály) nyerték el, így a rangos világkonferenciának Budapest adhat otthont.

Hivatkozások

Bozsik, G., Tröger, A., Francke, W., Szöcs, G. 2016. *Thuja occidentalis*: identification of volatiles and electroantennographic response by the invasive cedar bark beetle, *Phloeosinus aubei*. Journal of Applied Entomology 140: 434-443.

- Cardé, R. T., Millar, J. G. (eds.) 2004. Advances in insect chemical ecology. Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Tokyo, Mexico City, pp. 341.
- Hagström, Å. K., Wang, H-L., Liénard, M. A., Lassance, J-M., Johansson, T., Löfstedt, C. 2013. A moth pheromone brewery: production of (Z)-11-hexadecenol by heterologous co-expression of two biosynthetic genes from a noctuid moth in a yeast cell factory. *Microbial Cell Factories*, 12: 125.
- Kárpáti, Zs., Dekker, T., Hansson, B. S. 2008. Reversed functional topology in the antennal lobe of the male European corn borer. *The Journal of Experimental Biology* 211: 2841-2848.
- Kárpát, Zs., Tasin, M., Cardé, R. T., Dekker, T. 2013. Early quality assessment lessens pheromone specificity in a moth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 110: 7377-7382.
- Kárpáti, Zs., Fejes-Tóth, A., Bognár, Cs., Szőke, Cs., Bónis, P., Marton, L. Cs., Molnár, B. P. 2016. Pheromone-based monitoring of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) in Hungary. *Maydica* electronic publication, 61~M16.
- Molnár, B., Kárpáti, Zs., Szöcs, G., Hall, D. R. 2009. Identification of female-produced sex pheromone of the honey locust gall midge, *Dasineura gleditchiae*. *Journal of Chemical Ecology*, 35: 706-714.
- Molnár, B. P., Tröger, A., Toshova, Th. B., Subchev, M., van Nieukerken, E. J., Sjaak-Koster, J. C., Szöcs, G., Tóth, M., Francke, W. 2012. Identification of the females-produced sex pheromone of *Tischeria ekebladella*, an oak leafmining moth. *Journal of Chemical Ecology*, 38: 1298-1305.
- Mucignat-Caretta C. (ed.) 2014. Neurobiology of chemical communication. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, pp. 580.
- Svensson, G. P., Gündüz, E. A., Sjöberg, N., Hedenström, E., Lassance, J-M., Wang, H-L., Löfstedt, C., Anderbrant, O. 2014. Identification, synthesis, and behavioral activity of 5,11-dimethylpentacosane, a novel sex pheromone component of the Greater wax moth, *Galleria mellonella* (L.). *Journal of Chemical Ecology*, 40: 387-395.
- Szöcs, G., Babendreier, D. 2011. Analysis of questionnaire regarding pheromone traps for the Z-pheromone strain of European corn borer. *IWGO Newsletter* 31: 4-7.
- Szöcs G., Tóth M. 2010. A nagyítólencsétől a bioszenzoros gázkromatográfiáig: A magyar feromonkutatás három évtizede. *Növényvédelem*, 46: 645-653.
- Tóth, M. 2012. Feromonok félvévszázada. XXII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum. 10-13.

- Tóth, M., Szarukán, I., Nagy, A., Ábri, T., Katona, V., Kőrösi, Sz., Nagy, T., Szarvas, Á., Koczor, S. 2016. An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 51: 247–254.
- Witzgall, P., Stelinski, L., Gut, L., Thomson, D. 2008. Codling moth management and chemical ecology. *Annual Review of Entomology* 53: 503-522.
- Witzgall, P., Kirsch, Ph., Cork, A. 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36: 80-100.

Virológia vizsgálatok étkezési és fűszerpaprikán előforduló uborka mozaik vírussal

Tóbiás István¹, Almási Asztéria¹, Csilléry Gábor², Timár Zoltán³, Nemes Katalin¹ és Salánki Katalin¹

¹*MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézete, 1022 Budapest, Herman Ottó u. 15.*

²*Budakert Kft., 1114 Budapest, Bartók Béla út 41.*

³*Univer Product Zrt., 6000 Kecskemét, Szolnoki út 35.*

Összefoglalás

Az idei évben jelentős vírusfertőzöttséget tapasztaltunk számos paprikatermesztő körzetben. A hajtásból és a szabadföldről származó minták uborka mozaik vírus fertőzést mutattak. A korábbi tapasztalattól (a CMV II csoportba tartozó izolátumok domináltak) eltérően c. egyforma arányban fordultak elő a CMV I. és II. csoportjába tartozó izolátumok. Vizsgálatunk során megállapítottuk, hogy egy újabban termesztésbe kerülő CMV rezisztens fajta és az ismert, de rezisztenciával nem rendelkező étkezési fajta között nem találtunk lényegi különbséget a CMV tolerancia tekintetében sem a tünetek megjelenésében, sem a víruskoncentrációban. Azt tapasztaltuk, hogy a CMV rezisztens fajtát idősebb korban fertőzve a növényben a vírus lassabban szisztemizálódik. Érdekes tapasztalat volt, hogy a tobamovírus rezisztencia gént tartalmazó fűszerpaprika fajták érzékenyebbek voltak az uborka mozaik vírus fertőzésével szemben, mint a rezisztencia gént nem tartalmazó fajták.

Kulcsszavak: uborka mozaik vírus fertőzöttség, paprikafajták, CMV I és II. típus, tolerancia

Abstract

In 2016 severe virus infection was observed in several pepper growing district. From virus infected samples originated from greenhouse and field *Cucumber mosaic virus* was detected. According to our earlier studies (late 70 and early 80 years) isolates belonged to CMV II. group, but this year CMV isolates equally belonged to CMV I and II. groups. CMV tolerance was studied in two pepper varieties, but no substantial differences were observed in symptom

appearance and severity and virus concentration, although in one of the variety infected in later developmental stage the virus movement was delayed. Interesting observation was that spicy pepper varieties containing tobamovirus resistance gene were more susceptible to CMV infection than pepper varieties without tobamovirus resistance gene.

Keywords: *Cucumber mosaic virus* infection, pepper varieties, CMV I and II groups, tolerance

Bevezetés

Az étkezési paprika hazánk egyik legfontosabb zöldségnövénye, melynek gazdaságos termesztését sok esetben vírusbetegségek akadályozzák (Tóbiás és mtsai 1978, Tóbiás és Molnár 1981 és 1983). A szabadföldi termesztésben a legnagyobb gondot az uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV) és a burgonya Y vírus (*Potato virus Y*, PVY) jelentették, addig hajtásban a tobamovírusok [(dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV, paprika enyhe tarkulás vírus (*Pepper mild mottle virus*, PMMV) Óbuda paprika vírus, (*Obuda pepper virus*, ObPV), dohány enyhe zöld mozaik vírus (*Tobacco mild green mosaic virus*, TMGMV)] és a paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) okozzák (Tóbiás és mtsai 1982a,b, Tóbiás 1984, Csilléry és Tóbiás 1983, Csilléry és mtsai 1995, Gáborjányi és mtsai 1995, Nemes és mtsai 2015). Az idei évben számos paprikatermesztő körzetben jelentős uborka mozaik vírus fertőzöttséget figyeltünk meg hajtadási és szabadföldi körülmények között. A korábbi években végzett virológiai vizsgálatok szerint paprikán szinte kizárólagosan a CMV II. csoportba tartozó izolátumok fordultak elő 1970-es évek végén és a 80-as évek elején (Tóbiás et al. 1982a, Tóbiás 1984). A jelenlegi helyzet felmérése céljából hajtadási és szabadföldi paprikáról gyűjtöttünk CMV fertőzés gyanús mintákat víruscsoport meghatározás céljából. Összehasonlítottuk egy újabban forgalomba kerülő CMV rezisztens fajta és kontrollként egy ismert, de rezisztenciával nem rendelkező étkezési fajtát CMV tolerancia szempontjából. Megvizsgáltuk továbbá a különböző tobamovírus rezisztenciával rendelkező fűszerpaprikafajtákat CMV fogékonyság szempontjából.

Anyag és módszer

Vírusűnetek, tesztnövény vizsgálatok

A dél-alföldi paprikatermesztő régióban üvegházban, őszi ültetésű, hosszú kultúrában termesztett étkezési paprikafajtán gyenge növekedésgátlást és alig látható mozaikos

levéltüneteket figyeltünk meg. Szabadföldön termesztett TMV rezisztens és fogékony fűszerpaprika fajtákon tünettan vizsgálatokat végeztünk Túrkeve és Zákányszék körzetében és több helyről gyűjtöttünk reprezentatív mintákat. A virológiai vizsgálatokban ELISA szerológiai módszerrel és tesztnövény módszerrel határoztuk meg a kórokozókat. Ez utóbbihoz *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi-nc, *N. benthamiana*, *Capsicum annuum* cv. Brendon F1, cv. Fehérözön növényeket használtunk.

CMV-tolerancia vizsgálatok

A CMV rezisztens és fogékony paprikafajtákat különböző fejlettségi állapotban (4-6 lomblevelés, 12-14 lomblevelés) inokuláltuk uborka mozaik vírussal. Vizuális értékelés mellett ELISA módszerrel mértük a víruskoncentrációt 4 héttel az inokulációt követően. A koncentráció méréshez Loewe CMV kitet (Cat. No.07108) használtunk az előírás szerint.

RT-PCR vizsgálatok

Az össznukleinsav kivonást a fertőzött növéymintákból White és Kaper módszerével (1989) végeztük. Az RT-PCR-hez a két CMV csoport elválasztására alkalmas indító szekvencia szakaszokat használtunk. Az oligonukleotidok a következők voltak:

1. alcsoport CMV-RS RNS3, 1374forw 5'-TTCGCGACTTAATAAGACGTTAGCAGC-3'
CMV SG. I reverse 5'-GCGGATCCTGGTCTCCTTTTGGAGGCCC-3'
2. alcsoport Trk3-1274 forw 5'-CGTCGTCGCCCCGCGTAGAGG-3'
Trk 3' PstI rev 5'-GGCTGCAGTGGTCTCCTTATGGAGAACCTGTGG-3'

A PCR termékeket High Pure PCR Purification Kittel (Roche) tisztítottuk, majd meghatároztuk a nukleinsav sorrendjüket. A kísérleteinkben kapott és a Génbankból származó cucumovírus szekvenciákat az NCBI Blast program segítségével hasonlítottuk össze.

Eredmények

2016 áprilisban Szentes környéki üvegházi hosszúkultúrák (őszi kiültetés) paprikán észleltünk nagyon enyhe mozaik tüneteket, melyeknél a bogyók mérete enyhén csökkent. Tesztnövény módszerrel és RT-PCR technikával az uborka mozaik vírust mutattuk ki, majd a szekvencia meghatározás alapján ezt az izolátumot a CMV II. csoportjába soroltuk be. Ezzel a CMV izolátummal inokuláltunk egy CMV rezisztens fajtát és kontrollként egy CMV fogékony paprikafajtát. A vizsgálatok során vizuálisan értékeltük a növényeket, valamint ELISA módszerrel megmértük a víruskoncentrációt, melynek eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. A fertőzött növényeken nagyon enyhe mozaik tünetek voltak megfigyelhetők, de különbséget nem találtunk a két paprikafajta között sem a tünetek megjelenésében sem annak erősségében.

1. táblázat. A paprika levélmintákból ELISA módszerrel mért OD értékek 1 hónappal az inokulációt követően. Az egészséges paprikánál mért OD 0,006 és 0,008 volt, míg a CMV fertőzött dohány leveléből kapott OD érték 0,296 és 0,384 volt.

Fajta	Fejlődési állapot	Mintavételi hely	1. ismétlés	2. ismétlés
CMV rezisztens étkezési paprika fajta	4-6 lomblevél	Csúcsi levelek	0,224	0,298
		Középső levélszint	0,161	0,160
	12-14 lomblevél	Csúcsi levelek	0,072	0,097
		Középső levélszint	0,882	0,613
CMV fogékony étkezési paprika fajta	4-6 lomblevél	Csúcsi levelek	0,089	0,078
		Középső levélszint	0,316	0,506
	12-14 lomblevél	Csúcsi levelek	0,325	0,221
		Középső levélszint	0,722	0,535

Túrkeve és Zákányszék körzeteiben TMV rezisztens (*L3*), *Xanthomonas* baktérium rezisztens (*Bs2*), valamint TMV és *Xanthomonas* baktérium rezisztenciát együttesen tartalmazó (*L3*, *Bs2*) fűszerpaprika fajtákat értékeltünk. Az *L3* rezisztencia gént tartalmazó fajtáknál 50-70 %-os vírusfertőzöttséget állapítottunk meg, míg a TMV fogékony (*L+*), de *Bs2* rezisztencia gént tartalmazó fajtánál csak elvétve találtunk vírusfertőzés tüneteit mutató növényeket. Amint ismert az uborka mozaik vírus fertőzés jellemző tünetei a mozaikos elkeskenyedő levél, rövid ízközök, növekedésgátlás és az apró bogyók. Az ELISA vizsgálatok minden esetben a CMV jelenlétét bizonyították. A begyűjtött minta RT-PCR vizsgálata szerint a CMV-I csoportba tartozik.

Megvitatás

A korábban végzett vizsgálatok szerint paprikát jellemzően a CMV II csoportjába tartozó izolátumok fertőzték, addig az idei vizsgálatok alapján a CMV I csoportba tartozó izolátumok előfordulása is gyakori volt. További vizsgálatokat igényel, hogy ez a változás mivel magyarázható.

A CMV rezisztens és CMV fogékony paprikafajták tolerancia vizsgálata szerint a tünetek kialakulásában nem találtunk különbséget, és megállapítottuk, hogy lényeges eltérés nem volt a víruskoncentrációban sem. A CMV rezisztens fajta az idősebb növények fertőzésénél csúcsi leveleiből kimutatható alacsony víruskoncentráció arra utal, hogy a vírus később szisztemizálódik, de annak mértéke (0,882 és 0,613) később nem különbözik a CMV fogékony (0,722 és 0,535) fajtánál mért értéktől.

Érdekes tapasztalat volt, hogy az *L3* rezisztencia gént tartalmazó fűszerpaprika fajták szabadföldön érzékenyebbnek bizonyultak a CMV fertőzéssel szemben (50-70 %-os fertőzöttség), mint a tobamovírus elleni rezisztencia gént nem tartalmazó fajta (sporadikus fertőzés).

Hivatkozások

- Csilléry G., Tóbiás I. 1983. Magyar és külföldi paprikafajták fenológiai jellemzése és a természetes vírusfertőzöttségének mértéke Nagyszénáson. *Kertgazdaság*, 17: 79-87.
- Csilléry G., Tóbiás I., Ruskó J. 1983. New pepper strains of tomato mosaic virus. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 18: 195- 200.
- Csilléry G., Gáborjányi R., Tóbiás I., Jenser G. 1995. Új paprika és paradicsom kórokozó. Paradicsom foltos hervadás vírus. *Kertészet és Szőlészet*, 29:8-9.
- Gáborjányi R., Csilléry G., Tóbiás I., Jenser G. 1995. Tomato spotted wilt virus: A new threat for pepper production in Hungary. 10th Eucarpia Meeting, Budapest, pp. 159-160
- Nemes K., Csilléry G., Almási A., Salánki K. Tóbiás I. 2016: Virologiai vizsgálatok a Dél-alföldi régióban termesztett paprika fajtákon. A dohány enyhe tarkulás mozaik vírus (*Tobacco mild green mosaic virus*, TMGMV) molekuláris azonosítása. *Georgikon for Agriculture*, 20: 27-33.
- Tóbiás I., Molnár A., Salamon P., Beczner L. 1978. A paprika-patogén vírusok hatása néhány étkezési paprikafajtára. *Növényvédelem*, 10: 51-60.
- Tóbiás I., Molnár A. 1981. A szabadföldi paprika vírusai. *Kertészeti Egyetem Zöldségtermesztési Intézet Tanácsadója*, 9: 26-27.
- Tóbiás I., Maat, D.Z., Huttinga H. 1982. Two Hungarian strains of cucumber mosaic virus isolated from sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) and melon (*Cucumis melo* L.) : identification and antiserum preparation. *Neth. J. Pl. Path.* 88: 171-183.
- Tóbiás, I., Rast, A. Th. B, Maat D.Z. 1982. Tobamoviruses from pepper and eggplant: a comparison with tobacco mosaic virus (TMV) by test plants and serology. *Neth. J. Pl. Path.* 88:257-268.
- Tóbiás I., Csilléry G. 1982. New strains of tomato mosaic virus occurred in resistant varieties of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum Newsletter*, No. 1: 46.
- Tóbiás I., Molnár A. 1983. Az étkezési paprikán előforduló vírustünetek és víruskórokozók Magyarországon. *Kertgazdaság*, 15: 49-55.
- Tóbiás I., Csilléry G. 1983. Virus diseases of pepper in greenhouse and plastic tunnel in Hungary. Eucarpia Capsicum and Eggplants, Vth Meeting, Plovdiv, 4-7. July. pp. 148-150.

Tóbiás I. 1984. Az étkezési paprikán előforduló két legfontosabb víruskórokozó jellemzése és csoportosítása. Növ. Tud. Napok. Budapest, p. 65.

White J.L., Kaper J.M. 1989. A simple method for detection of viral satellite RNAs in small tissue samples. J. Virol. Meth. 23:83–94.

Fitoplazma fertőzöttség vizsgálata kajszi ültetvényekben

**Czotter Nikoletta^{1*}, Oláh Beatrix¹, Petres Martin¹, Baráth Dániel¹, Szabó Luca²,
Kirilla Zoltán², Kocsisné Molnár Gitta³, Kocsis László³, Preininger Éva², Lakatos
Tamás², Szabó Zoltán⁴ és Várallyay Éva¹**

¹NAIK, Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet, ²Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet,
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi A. u. 4.

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

⁴Balaton Fruit Kft, 8171 Balatonvilágos, Hűtőház 030/4 hrsz

*e-mail: czotter.niki@gmail.com

Összefoglalás

A gyümölcsfák fitoplazmás eredetű betegségei egyre komolyabb problémát jelentenek a gyümölcsstermesztők számára világszerte, szerepük különösen az utóbbi években nőtt meg ugrásszerűen. A kajszi fitoplazmás betegsége a csonthéjas fajokat veszélyezteti, hazánkban komoly problémát okoz. Munkánk során Magyarország több, jelentős kajszi ültetvényének a csonthéjasok európai sárgulás fitoplazmával való fertőzöttségét vizsgáltuk. Az ültetvényekről levélmintákat gyűjtöttünk és DNS-t tisztítottunk a PCR alapú kimutatáshoz. A kórokozó jelenlétének igazolásához minden fitoplazma kimutatására, illetve az egyes fitoplazma csoportok elkülönítésre alkalmas indítószekvenciák kombinációját használtuk. Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált kajszi ültetvényekben a csonthéjasok európai sárgulás fitoplazma általánosan elterjedt. A PCR vizsgálatokat olyan gének kimutatására is kiterjesztettük, melyek vizsgálatával a hazánkban jelenlevő törzsek rokonsági viszonyai is feltárhatóak.

Kulcsszavak: fitoplazma, *Can. Phytoplasma prunorum*, ESFY, kajszi, csonthéjasok

Abstract

Plant diseases caused by phytoplasmas are serious problems for fruit growers all over the world, their role have been growing significantly in recent years. European stone fruit yellows caused by these type of plant pathogens endangers stone fruit species, especially apricot in our country. During our work we examined phytoplasma infection at the most important apricot

growing regions in Hungary. Leaf samples were collected and DNA was extracted for PCR based detection. We used different sets of primers to detect and distinguish their presence in our samples. During our survey we have found widespread distribution of European stone fruit yellows phytoplasma in our apricot orchards. Beside of highly conservative genes our analysis was broaden to other more variable ones which made it possible to investigate relationships between strains.

Keywords: phytoplasma, *Can. Phytoplasma prunorum*, ESFY, apricot, stone fruits

Bevezetés

Napjainkban egyre súlyosabb károkat okoznak azon növényeket fertőző kórokozók, melyek ellen nem áll rendelkezésre kidolgozott növényvédelmi technológia. Ezen kórokozók közé tartoznak az egysejtű, sejtfal nélküli, táptalajon nem tenyészthető növénykórokozó baktériumok, a fitoplazmák. Az általuk okozott betegségek a termés minőségének romlását, mennyiségének csökkenését, a fák élettartamának rövidülését és nagymértékű fapusztulást okoznak.

A jelentős gazdasági értéket képviselő csonthéjas gyümölcsűek, közülük is elsősorban a kajszi ültetvények körében, évtizedek óta komoly pusztítást végez a csonthéjasok európai sárgulása fitoplazmás betegség (European stone fruit yellows phytoplasma-ESFY). A betegséget okozó *Candidatus Phytoplasma prunorum*, a 16S rRNS alapján történő rokonsági besorolás alapján a X. csoportba tartozik (Seemuller and Schneider, 2004). Hazánkban a betegséget először Süle és mtsai. (1997) azonosították. A betegség sárgulást, torzulást, illetve burjánzást idéz elő, a fertőzött fák gutaütésszerű tüneteket mutatnak, majd néhány éven belül elpusztulnak. Terjedésében a fertőzött szaporítóanyagnak, és vektorának [szilvalevélbolha (*Cacopsylla pruni*)] van jelentős szerepe (Carraro és mtsai, 1998), de a fitoplazma terjedhet oltással, szemzéssel, és nem teljesen tisztázott módon a talajon keresztül is (Süle, 2014; Szalay, 2012). A fitoplazmák kimutatására és azonosítására PCR alapú molekuláris biológiai tesztekkel használnak. A legelterjedtebb és a hatóságok által is használt PCR reakciót a 16S rRNS génre tervezett univerzális és csoport specifikus indítószekvenciákkal végzik. Mivel a 16S rRNS gén igen konzervatív, vizsgálatával a jelenlevő törzsek rokonsági viszonyait nem tudjuk vizsgálni. Ehhez olyan gének vizsgálata szükséges, melyek nagyobb genetikai változékonyságot mutatnak, ezáltal alkalmasak lehetnek a csoportba tartozó fitoplazma fajok és azok törzseinek csoporton, és fajon belüli elkülönítésére (Danet és mtsai, 2011).

Munkánk célja, hazánk jelentős kajszi termesztő régióiban a fitoplazma fertőzöttség felmérése molekuláris módszerekkel, valamint a mintákban található fitoplazmák csoporton belüli elkülönítése és vizsgálata filogenetikai elemzéssel.

Anyag és módszer

A kísérletek elvégzéséhez 2016 nyarán az ország különböző területein gyűjtöttünk levélmintákat tünetes és tünetmentes fákról. A nemcsak magyar, hanem külföldi fajtákat is tartalmazó mintákat termő ültetvényeken (Érd, Boldogkőváralja, Balatonvilágos, Siófok, Zalaszentő), a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet érdi és újfahértói izolátor házaiban és érdi törzsültetvényén szedtük. A fitoplazmák jelenlétének teszteléséhez 0,1-0,15 g levél szövetből tisztítottunk DNS-t, NucleoSpin® Plant II (MACHEREY-NAGEL) kit segítségével. A fitoplazma fertőzöttséget nested PCR reakcióban állapítottuk meg, melyhez univerzális: P1-P7 és 16SrX csoport specifikus: fO1-rO1 indítószekvenciákat használtunk (Deng és Hiruki, 1991). A 16SrX csoporton belül a fitoplazma fajok elkülönítésére és rokonságuk vizsgálatára a dihydrolipoamide acetyltransferase component of pyruvate dehydrogenase complex (*aceF*) és polyribonucleotide nucleotidyltransferase (*pnp*) (Danet és mtsai, 2011) génekre végeztünk nested PCR reakciót, amihez minden esetben a Thermo Scientific Phire Green Hot Start II DNS polimeráz enzimet használtunk. Az amplifikált termékeket 1,2%-os agaróz gélben elektroforetikusan választottuk el. A kapott termékek egy részének bázissorrendjét a tisztított PCR termékek hagyományos Sanger szekvenálásával állapítottuk meg. Az azonosított fitoplazma törzsek rokonsági viszonyait az így megállapított DNS szekvenciák filogenetikai összehasonlításával vizsgáltuk MUSCLE programcsomaggal.

Eredmények

A molekuláris tesztekhez szükséges nukleinsavat fiatal, hajtás közeli levélrészekből tisztítottuk, CTAB alapú puffert használtunk, mellyel megfelelő minőségű és mennyiségű DNS-t tudtunk izolálni a PCR vizsgálatokhoz.

A 16SrX csoportba tartozó fitoplazmák kimutatását univerzális P1-P7 primerekkel, majd e reakció termékéről csoport specifikus fO1-rO1 primerek használatával nested PCR-rel végeztük. A PCR reakciók termékeinek vizsgálata alapján elmondhatjuk, hogy az érdi izolátorház kivételével minden vizsgált ültetvényen detektáltunk fitoplazma fertőzöttséget. A fertőzött mintákból kiválasztottunk 15-öt, melyek különböző mintavételi helyekről származtak, magyar és

külföldi fajtákat is képviseltek és a nested PCR alapján fertőzöttek voltak 16SrX csoportba tartozó fitoplazmával. Ebbe a rokonsági csoportba a *Ca. P. prunorum*-on kívül a *Ca. P. mali* és a *Ca. P. pyri* tartoznak. A *16SrRNS* gén e három faj genomjában nagyon hasonló, a csoport specifikus primerpár által amplifikált DNS szakasz bázissorrendje alapján a 16SrX csoportba tartozó fitoplazmák között nem lehet molekuláris különbséget találni. Ahhoz, hogy teljes bizonyossággal eldöntsük, hogy mintáinkban valóban a *Ca. P. prunorum* van jelen, nagyobb változékonyságot mutató, nem konzervatív gének bázissorrendjének összehasonlítására volt szükség.

Ehhez az *aceF* és *pnp* gének felszaporítását végeztük el nested PCR reakcióban, ami a vizsgált 15 mintában 5 (*aceF*), illetve 10 (*pnp*) esetben sikerült. Az amplifikált termékek további vizsgálatával azonban nemcsak a *Ca. P. prunorum* jelenléte vált bizonyossá, hanem a PCR termékek nukleinsav sorrendje már alkalmas volt a jelenlevő törzsek filogenetikai vizsgálatára is. Ehhez a mintáink *aceF* és *pnp* génjeinek nukleotid sorrendjét a nemzetközi adatbázisban (NCBI) található *Ca. P. prunorum*, *pyri* és *mali* szekvenciákkal hasonlítottuk össze a MUSCLE többszörös szekvencia illesztő programmal. Megállapítható, hogy az adatbázisban szereplő *Ca. P. prunorum* eredetű és mintáink szekvenciái 99-100%-os hasonlóságot mutatnak, míg a *pyri* és *mali* eredetű szekvenciáktól bázissorrendjükben jelentősen különböznek. Saját, különböző eredetű mintáink *aceF* és *pnp* génjeit egymással is összehasonlítottuk és köztük igen nagyfokú hasonlóságot találtunk.

Megvitatás

Korszerű molekuláris diagnosztikai módszerekkel végzett vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a *Ca. P. prunorum* jelen van, és elterjedt az általunk mintázott 5 kajszi termesztő régió ültetvényeiben. Az általunk vizsgált *aceF* és *pnp* gének eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy vizsgálatukkal a 16SrX csoport fajai elkülöníthetőek. Erre az összehasonlításra a szakirodalomban leírt: immunodominant membrane protein (*imp*) gén a legalkalmasabb, de a publikált indítószekvenciákkal kísérleteink során mégsem sikerült az adott mérettartományban PCR terméket amplifikálnunk. Ezért a továbbiakban olyan primereket tervezünk, melyekkel az *imp* gén darabja jó hatékonysággal felszaporítható lesz. Ilyen, nagy változatosságot mutató gének rokonsági vizsgálatai alapján ugyanis megállapíthatjuk, hogy a vizsgált termő ültetvényekben jelen lévő kajszi fitoplazma törzsek a magyar, vagy inkább a külföldi variánsok szekvenciájával mutatnak-e nagyobb hasonlóságot. A különböző fajta kajszi ültetvényekben jelenlevő fitoplazma törzsek hasonlósága alapján következtethetünk arra, hogy a kórokozó az ültetvények közelében

levő természetes rezervoárokból vagy esetleg az új fajták szaporítóanyagával került az ültetvényekbe. A terjedés okának ily módon való felderítése pedig igen fontos információt nyújthat a fitoplazma fertőzöttség további terjedésének megelőzésében.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkhoz az FM nyújtott céltámogatást. Czotter Nikoletta a PE Fesztetics doktori iskola PhD. hallgatója és részt vesz a Kutatói utánpótlást elősegítő programban. Petres Martin, SZIE Növényorvos MSc. hallgatójának kutatómunkáját az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP 2016-2017 I/5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatja.

Hivatkozások

- Carraro, L., Osler, R., Loi, N., Ermacora, P., Refatti, E. 1998. Transmission of European stone fruit yellows phytoplasma by *Cacopsylla pruni*. Journal of Plant Pathology, 80: 233-239.
- Danet, L. L., Gulnara, B., Cimerman, A., Sauvion, N., Marie-Jeanne, V., Labonne, G., Lavina, A., Battle, A., Krizanac, I., Škoric, D., Ermacora, P., Cigdem, U.S., Kadriye, C., Jarausch, W., Foissac, X. 2011. Multicus sequence analysis reveals the genetic diversity of European fruit tree phytoplasmas and supports the existence of inter-species recombination. Microbiology, 157: 438-450.
- Deng, S. J., Hiruki, C. 1991. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and non-culturable Mollicutes. Journal of Microbiological Methods, 14: 53-61.
- Seemüller, E., Schneider, B. 2004. '*Candidatus Phytoplasma mali*', '*Candidatus Phytoplasma pyri*' and '*Candidatus Phytoplasma prunorum*', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 54: 1217-1226.
- Süle, S., Viczián, O., Péntes, B. 1997. A kajszi fitoplazmás pusztulása. Kertészet és Szőlészet, 45: 8-11.
- Süle, S. 2014. Kajszipusztulás és az ellene való védekezés. Növényvédelem, 50: 23-25.
- Szalay, L. 2012. Miért pusztulnak a kajsziarackfák? Agroforum, 12: 80-81.

Transzlációhoz kapcsolt mRNS minőségellenőrző rendszerek szerepének áttekintése normál és patogénekkel szembeni működés során

Szádeczky-Kardoss István^{1, 2}

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

²*NAIK-MBK, 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.*

e-mail: szadeczky.kardoss.istvan@abc.naik.hu

Összefoglalás

Az eukarióta sejtben a molekuláris folyamatok az információáramlás és a normál működés minden szintjére kiterjedően szigorú minőségellenőrzés alatt állnak. A minőségellenőrző rendszerek egy része az mRNS hibáit ismerni fel. Ezek a rendszerek – a nonsense-mediated decay (NMD), a non-stop decay (NSD) és a no-go decay (NGD) – a transzláció során, azzal kapcsolt módon működnek. Legfontosabb feladatuk, hogy a transzláció menetét megakasztó, hibás fehérjét kódoló mRNS-t és a képződő fehérjét felismerjék és gyorsan lebontsák. Együttes működésük védi a növényi proteom és transzkriptom épségét a transzláció során fellépő hibák felhalmozódásától.

Az elmúlt évtized eredményeiből egyre világosabban látszik, hogy az NMD nem csak a hibás mRNS lebontásában, hanem a normál génkifejeződés szabályozásában is jelentős szerepet játszik, különösen növényeknél a kórokozókkal szembeni védekezés során. Az NMD-hez hasonlóan a NSD és a NGD is rendelkezik azokkal a sajátosságokkal, amik alkalmassá tehetik a génkifejeződés szabályozására és a fertőzésekkel szembeni védekezésre.

A transzláció-kapcsolt minőségellenőrző rendszerekhez kötődő változások a patogénekkel szembeni védekezésben betöltött szerepükből adódóan új rezisztenciaforrásként jelenhetnek meg a nemesítés során.

Kulcsszavak: nonsense-mediated decay, non-stop decay, no-go decay, transzláció-kapcsolt minőségellenőrzés, növényi kórokozókkal szembeni védekezés

Abstract

In eukaryotes various quality control (QC) mechanisms operate to maintain the proper biochemical reactions that are necessary for life. A subset of them consists the translation-coupled quality control mechanisms. These systems – namely nonsense-mediated decay (NMD), non-stop decay (NSD) and no-go decay (NGD) – operate while the mRNA is translated. They ensure that only proper mRNA can engage in more than one translation cycle and only intact, functional proteins can accumulate. Thus the integrity of the transcriptome and the proteome relies on the action of these QC systems.

Emerging evidence points out that NMD not only controls the accumulation of faulty messages, but it has a regulatory role in gene expression, especially under pathogen infection in plants. There is a high possibility that the other two systems NSD and NGD also have a regulatory role in the accumulation of endogenous transcripts as well as in the coordination of defense against pathogen infections.

The possible role of translation-coupled QC systems in defense highlights their ability to become new sources of resistance in breeding.

Keywords: nonsense-mediated decay, non-stop decay, no-go decay, translation-coupled quality control, pathogen defense mechanisms

A transzláció-kapcsolt minőségellenőrző rendszerek működése

A transzláció-kapcsolt minőségellenőrző rendszerek az mRNS templát és a róla képződő fehérjék minőségét biztosítják működésükkel. Ezek a rendszerek olyan hibákat ismernek fel, amelyek a transzláció menetét akasztják meg, ezért más módon nem mutatkozik meg jelenlétük. Az általuk felismert hibák, a korai stop kodon (premature termination kodon, PTC), a leolvasási keretben lévő (in frame) stop kodon hiánya vagy az erős másodlagos szerkezet, ritka kodonok sora a transzlációt végző riboszóma elakadását és működésképtelen vagy citotoxikus csonka fehérjék képződését idézi elő. Ezekben az esetekben a transzláció terminációja melyet normálisan a stop kodonnál a releasing-faktorok (eRF1-eRF3) végeznek, nem tud a megszokott módon végbemenni, az NSD és a NGD esetében az elakadó riboszóma mögött a többi is feltorlódik, és az egész poliszóma komplex megmerevedik ebben az állapotban.

A sejtnak három fő problémát kell megoldania ilyenkor. Az elakadt riboszómákat le kell szerelni az mRNS-ről, hogy újra bekapcsolódhassanak a transzláció menetébe. A hibás mRNS-t

fel kell ismerni és ki kell vonni a transzláció alól, vagy a keletkezett csonka fehérjékkel együtt gyorsan le kell bontani (Doma és Parker, 2006; Frichmeyer és mtsai, 2002; Inada és Aiba, 2005; Kugler és mtsai, 1995; Lykke-Andersen és Bennett, 2014; Peltz és mtsai, 1993).

Az NMD a hibás mRNS-ek és a keletkező csonka fehérjék lebontásán kívül több növényi gén kifejeződésének mértékét is szabályozza az alternatív splicingon vagy a rendszer pillanatnyi hatékonyságán keresztül.

Az NMD szerepe a génkifejeződés szabályozásában és a fertőzésekkel szembeni védekezésben

Az NMD a korai stop kodonnal (PTC) rendelkező mRNS és a róla képződő fehérje felismerését és lebontását végzi. A korai stop kodonok hatására a transzláció elongációja a teljes fehérje szintézise előtt véget ér. Az így keletkező fehérje C-terminális végén csonka, ezért eredeti feladatát jó eséllyel ellátni képtelen, sőt domináns negatív vagy citotoxikus hatása is lehet (Peltz és mtsai, 1993).

Normál stop kodon esetében a terminációt végző riboszóma A helyéhez az eRF1-eRF3 heterodimer kötődik, az eRF3 kapcsolatot létesít az mRNS polyA szekvenciáját kötő PABP fehérjével. Az eRF3-PABP interakció hatására a termináció gyorsan végbemegy: a stop kodon felismeréséért felelős eRF1 katalizálja a keletkezett fehérje szabadon engedését, a riboszóma alegységek pedig szétválnak újabb transzlációs ciklusra készen (Fatscher és mtsai, 2014).

A túl hosszú 3' nem transzlálódó régió (3' UTR) vagy egy PTC után található intron kivágódási helyéhez kapcsolódó exon-junciot komplex (EJC) az eRF3-PABP interakciót megnehezíti, ilyenkor az NMD komplexhez tartozó UPF1, UPF2, UPF3 fehérjék rakódnak az eRF3 PABP kötő helyére. Ezek a hozzájuk kapcsolódó SMG fehérjékkel együtt az mRNS gyors lebomlását indítják el. Az adott mRNS NMD-vel szembeni érzékenysége a 3'UTR hosszától vagy a 3'UTR-ban található EJC stop kodontól való távolságától függ (Kertész és mtsai, 2006; Nyikó és mtsai, 2013).

Az NMD-re kevésbé érzékeny cisz elemek jelenléte lehetővé teszi az mRNS szintek NMD függő szabályozását. Ilyenkor az NMD aktuális hatékonysága határozza meg az mRNS stabilitását, ezen az elven alapul magának a növényi NMD-nek az autoregulációja is (Nyikó és mtsai, 2013). Az eukarióta génkifejeződésre jellemző, hogy az mRNS érése során több alternatív splicing változat képződik melyek egy része PTC-t tartalmaz, ily módon az NMD aktivitása közvetlenül befolyásolja az eltérő splice-variánsok végleges arányát, és így a funkcionális fehérje mennyiségét (Campbell és mtsai, 2006; Hori és Watanabe, 2005). A transzkriptom szintű

vizsgálatok alapján ismert, hogy az alternatív splicing gyakori jelenség a növényi gének esetén is, a splice változatok mennyisége pedig a környezeti hatásokra reagálva gyorsan változik (Filichkin és mtsai, 2010). Maguk a splicing folyamatát irányító gének is alternatív splicing alatt állnak, különböző termékeik közül sok PTC-t tartalmazó mRNS-t az NMD bont el (Palusa és Reddy, 2009). Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy növényekben az alternatív splicing gyakran az NMD-vel kapcsolatos fejt ki hatását, ezért a génkifejeződés szabályozásában az NMD-nek jelentős szerepe van közvetlen és közvetett módon is.

Az alternatív splicinggal kapcsolt NMD szabályozás alatt álló gének jelentős része az abiotikus és biotikus stresszválaszokért felelős (Kalyna és mtsai, 2011; Staiger és Brown, 2013).

UPF1, UPF3 és SMG7 mutáns *Arabidopsis* növényeken végzett vizsgálatok során megállapították, hogy több patogén válaszáért felelős gén kifejeződése NMD szabályozás alatt áll (Jeong és mtsai, 2011; Riehs-Kearnan és mtsai, 2012). Az NMD mutáns növény folyamatos patogénválaszt mutat; a vadnál magasabb SA és PR (PR1, PR2, PR5) fehérje szintekkel, mely hatás az aktuális foto-periódustól is függhet (Jeong és mtsai, 2011; ; Shi és mtsai, 2012). *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 (*Pst* DC3000) fertőzéssel szemben a mutáns növény rezisztens (Jeong és mtsai, 2011; Rayson és mtsai, 2012). A hatás az általános rezisztencia magasabb aktivitásának, az SA útvonalon alapuló szisztemikus szerzett rezisztencia fertőzés előtti működésének és az NB-LRR családba tartozó alternatív splicingon átesett TNL-immun receptor transzkriptek magasabb szintjének a következménye (Gloggnitzer és mtsai, 2014; Jeong és mtsai, 2011). Az NMD hiányában fellépő folyamatos patogénválasz komoly fitnesz veszteséget és egyfajta „autoimmun betegséget” okoz a növénynek. Látható tünetei a törpenövés, különféle levéltorzulások, késleltetett virágzás és összenövő virágok, ezért normál esetben az NMD hatékonysága csak a fertőzés észlelése után csökken, a patogén válaszáért felelős gének szintje fertőzés nélkül alacsony szinten mozog (Arciga-Reyes és mtsai, 2006; Gloggnitzer és mtsai, 2014).

A vírusok elleni védekezésben az NMD-nek a patogénválasz-gének szabályozásán kívül közvetlen szerepe is van. A vírusok azon kényszere, hogy örökítő anyaguk kis méretét kihasználva a lehető legnagyobb kódoló kapacitást érjék el, sajátos kompakt genomszerveződéshez vezet. Ennek jellemzői az egymással átfedő gének jelenléte, a policisztronos genomi RNS-ek használata, és a subgenomi RNS-ek (sgRNS) szintézise a replikáció során (Firth és Brierley, 2012; Miller és Koev, 2000). A transláció nem kanonikus módjai, a leaky scanning, a reiniciáció és a stop kodon átolvasása (readthrough) az NMD számára felismerhető hosszú 3' UTR-ok megjelenéséhez vezetnek. Ennek a hatásnak leginkább a (+) szálú RNS genommal rendelkező vírusok vannak kitéve. Garcia és munkatársai *Arabidopsis*

Potato virus X-GFP (PVX-GFP) amplikon rendszerben valamint PVX és Turnip crinkle virus (TCV) fertőzött *Nicotiana benthamiana* növények esetében is kimutatták, hogy az NMD az sgRNS-ek bontásával gátolja a vírus replikációját (Garcia és mtsai, 2014).

Az eddigi adatokból körvonalazódik, hogy a gyengén működő NMD az immunválasz fokozott működésén keresztül a baktériumok, gombák és vírusok okozta fertőzések esetén, míg a hatékonyan működő NMD a vírusok elleni közvetlen védekezés során javíthatja a növény túlélési esélyét.

Az NSD és NGD lehetséges szerepe a génkifejeződés és a kórokozókkal szembeni védekezés során

A hibás mRNS-ek egy másik típusát az in frame stop kodon nélküli termékek alkotják. Ezek keletkezésük módja szerint két fő csoportra oszlanak. Az első csoport a pre-mRNS kódoló régiójában található alternatív poliadenilációs szignál használata során jön létre és normál 3' polyA véggel rendelkezik (Frischmeyer és mtsai, 2002). A második csoport az érett mRNS-ek ORF-en belüli endonukleolitikus vágása során keletkezik. A vágás az NGD és az RNS silencing következménye is lehet, az 5' vágástermékek 3' vége a vágás miatt szabadon marad, lebomlásuk transzlációhoz kapcsolt módon is történhet (Doma és parker, 2006; Orban és Izzauralde, 2005; Tsuboi és mtsai, 2012).

A non-stop mRNS-eken az elongációt végző riboszóma vagy elakad az mRNS végén található PolyA szekvencia transzlációja során, vagy kifut az mRNS végére (Charneski és Hurst, 2013; Frischmeyer és mtsai, 2002; Ito-Harashima és mtsai, 2007). A transzláció terminációja mindkét esetben gátolt, mert a szensz kodont tartalmazó vagy üres A helyet a stop kodon felismerésért felelős eRF1 nagyon kis hatékonysággal köti (Brown és mtsai, 2015; Franckenberg és mtsai, 2012). A riboszómát a Pelota-Hbs1 releasing-faktor paralógok juttatják vissza a normál transzlációs körforgásba (Shoemaker és mtsai, 2010). A Pelota az eRF1-hez hasonlóan az A helyet köti, azonban az eRF1-től eltérően az aktuális kodontól függetlenül. A Pelota-Hbs1 heterodimer a riboszóma alegységek szétválását és az mRNS exoszómához kapcsolt úton történő gyors lebomlását indítja el. A Pelota az eRF1-től eltérő módon nem rendelkezik NIKS motívummal, ezért a keletkezett fehérje szabadon engedését nem képes elvégezni (Saito és mtsai, 2013; Shoemaker és mtsai, 2010; Tsuboi és mtsai, 2012). A riboszóma nagy alegységével és a P-helyen lévő tRNS-sel komplexben maradó fehérjét a riboszóma-kapcsolt minőségellenőrző komplex (RQC) ismeri föl és bontja le (Brandman és Hegde, 2016).

Az NSD-t és az NGD-t növényekből eddig még nem írták le, azonban az élesztőből és álatokból ismert fehérjék közül a Dom34/Pelota és Hbs1 azonosítható *Arabidopsis*-ban is (Dom34/Pelota: At4g27650, Hbs1: At5g10630). Csoportunk igazolta, hogy az NSD növényekben is működik. Mind a non-stop mRNS-ek, mind a silencing során keletkező 5' vágástermékek lebontásában részt vesz. A Pelota és a Hbs1 fehérjék meglete szükséges a folyamathoz (közlésre beküldve).

Az NMD-hez hasonlóan az NSD és az NGD működése is lehetővé teszi, hogy a génkifejeződés szabályozásában részt vegyenek. Elméletileg az alternatív splicing során bennmaradó vagy kieső intronokban található alternatív polyA szignálok az adott splice változatot stabilizálhatják, amennyiben a poliadeniláció a stop kodontól 3' irányban történik, vagy lebontásra jelölhetik ki, ha a stop kodon előtt, a kódoló régióban megy végbe a poliadeniláció.

Eltérő környezeti tényezők hatására jelentősen változik a növényi transzkriptom összetétele, a gyors alkalmazkodást az alternatív poliadenilációs és splice változatok megjelenése teszi lehetővé (Elkon és mtsai, 2013). Az alternatív termékek arányát és stabilitását az NMD-nél látott módon az NSD is szabályozhatja.

Az mRNS szintek NSD általi közvetett szabályozására az RNS silencinggel együttműködve is van lehetőség. Az RNS silencing során a Dicer családba tartozó enzimek a genomban kódolt vagy RNS függő RNS polimerázok (RDR) által készített dsRNS-ekből 21-24 nukleotid hosszú mi és siRNS-eket vágnak, a rövid dsRNS-ek egyik szála az RNS indukálta csendesítő komplexbe (RISC) épül és azt a vele komplementer mRNS-hez irányítja, ahol a komplex endonukleolitikus vágás után az mRNS lebomlását idézi elő. A silencing hatása az RDR6-út vonal működése során hatványozottan fölerősödhet. Ilyenkor az RDR6 az elvágott mRNS 5' és 3' fragmentjét CAP és PolyA nélküli hibás mRNS-ként azonosítja és azokat templátként használva dsRNS-t szintetizál. Az így keletkező dsRNS-ek új silencing ciklusokat indítanak el, ily módon az adott mRNS típus rövid idő alatt teljesen eltűnhet a sejtből. Növényekben az RDR6 kapcsolt silencing felelős a vírusokkal szembeni védekezés nagy részéért. Ennek során a silencing rendszer virális siRNS-ek segítségével a vírus genomot és a keletkező mRNS-eket támadja (Ding és Voinnet, 2007).

Az endogén mRNS-ek csendesítése során az RDR6 működését ellensúlyozni kell, mert az irányítatlan silencing amplifikáció a növény számára nélkülözhetetlen mRNS-ek lebomlásához vezetne. Ezt az általános mRNS bontó enzimek végzik. Az XRN4 és az exoszóma a szabad 5' és 3' véggel rendelkező vágástermékek gyors lebontásával csökkenti az RDR6 számára felhasználható templát mennyiségét (Branscheid és mtsai, 2015; Martínez de Alba és mtsai, 2015). Eddigi ismereteink arra mutatnak, hogy az 5' vágástermékek hatékony bontása az NSD

működésén is múlhat (Branscheid és mtsai, 2015; Orban és Izzaualde, 2005). Ily módon az NSD jelentős szabályozó szerepet tölthet be a patogénekkal szembeni válaszreakciók alakításában mind a PTI, mind az ETI immunválaszok esetében (Boccaro és mtsai, 2014; Orban és Izzaualde, 2005).

A szakirodalomban két közvetett példa utal az NSD szerepére a vírusfertőzések alakulásában. A (+) szálú RNS genommal rendelkező *Drosophila C* vírus (DCV) replikációját az NSD működéséhez szükséges Pelota/Pelo hiánya megakadályozta *Drosophila melanogaster* esetében. A gén az 5' UTR-ba épült transzpozon miatt nagyon alacsony szinten fejeződött ki (Wu és mtsai, 2014).

A DCV vírus fehérjék közvetlenül a genomi RNS-ről képződnek, a Pelo hiánya a köpenyfehérjék egy részének keletkezését gátolta. A hatás feltehetően a képződésükhöz szükséges nagy mennyiségű transzlációra kész riboszóma alegység hiányából adódott. A Pelo mutásokban a 80S monoszómák felhalmozódása volt megfigyelhető, ez pedig gátlólag hatott a gyors transzlációt igénylő köpenyfehérjék keletkezésére, ami felborította a vírus-replikáció menetét. Ismert, hogy a Pelota és a Hbs1 a stressz hatások alatt 80S komplexben tárolt riboszóma alegységek szétszerelésében és transzlációs körforgásba történő visszajuttatásukban is részt vesz (Pisareva és mtsai, 2011). A Pelo hiánya az egyszálú RNS genomú Cricket paralysis virus (Crpv), a dsRNS genomú *Drosophila X* vírus (DXV) és a duplaszálú DNS genomú invertebrate iridescent virus (IIV6) replikációjára is gátlólag hatott (Wu és mtsai, 2014).

A másik ismert eset a *Solanum lycopersicum* TY172 vonal által mutatott vírusrezisztencia Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) fertőzése során. A TYLCV a begomovírusok közé tartozik; egyszálú, gyűrűs DNS genommal rendelkezik, a termesztett paradicsomfajtáknál fertőzése jelentős termés kiesést okoz. A rezisztenciát a Pelota gén által kódolt fehérje egyetlen aminosav cseréje idézte elő, a fertőzött növényekről a rezisztencián kívül a vektor táplálkozása során vírus sem tudott tovább terjedni. A pelota hiányában 23%-os termés kiesés és 27%-os termés méret csökkenés volt megfigyelhető a teljes rezisztencia mellett (Lapidot és mtsai, 2015).

A hatás *Drosophila* és paradicsom esetében is recesszív volt. Az NSD hiánya mindkét esetben rontotta a szervezetek stressz tűrő képességét, azonban Paradicsom esetében ez még így is kedvezőbb végeredménnyel jár a termés szempontjából, mint a teljes állomány fertőződése TYLCV vírussal.

Következtetések

Az NMD translációhoz kapcsolt mRNS minőségellenőrző rendszer széleskörű szabályozó szerepet tölt be a génkifejeződés során, ennek egyik fontos része a patogénekkal szembeni immunválasz szabályozása és a vírusokkal szembeni rezisztencia közvetlen alakítása. Az NSD és NGD rendszerek minőségellenőrző szerepük mellett szintén képesek lehetnek az endogén folyamatok szabályozásában részt venni. Több kutatási eredmény mutat arra, hogy a vírusfertőzések során ezt meg is teszik.

Bár a translációhoz kapcsolt mRNS minőségellenőrző rendszerek megléte a növényi sejt számára fontos a normál működéshez, hibájuk komoly fitnesz veszteséggel jár, elméletileg a szükség szerint gyengébb, vagy erősebb működést mutató növény változatok ígéretes alanyai lehetnek a rezisztencianemesítésnek.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk az OTKA K109835 számú pályázatának keretében készült. A Festetics Doktori Iskola és a NAIK-MBK keretei között működő RNS biológia csoport közös munkájaként.

Hivatkozások

- Arciga-Reyes, L., Wootton, L., Kieffer, M., and Davies, B. 2006. UPF1 is required for nonsense-mediated mRNA decay (NMD) and RNAi in *Arabidopsis*. *Plant J.* 47, 480–489.
- Boccaro, M., Sarazin, A., Thiébeauld, O., Jay, F., Voinnet, O., Navarro, L., and Colot, V. 2014. The *Arabidopsis* miR472-RDR6 silencing pathway modulates PAMP- and effector-triggered immunity through the post-transcriptional control of disease resistance genes. *PLoS Pathog.* 10, e1003883.
- Brandman, O., and Hegde, R.S. 2016. Ribosome-associated protein quality control. *Nature Structural & Molecular Biology* 23, 7–15.
- Branscheid, A., Marchais, A., Schott, G., Lange, H., Gagliardi, D., Andersen, S.U., Voinnet, O., and Brodersen, P. 2015. SKI2 mediates degradation of RISC 5'-cleavage fragments and prevents secondary siRNA production from miRNA targets in *Arabidopsis*. *Nucleic Acids Research* 43, 10975–10988.
- Brown, A., Shao, S., Murray, J., Hegde, R.S., and Ramakrishnan, V. 2015. Structural basis for stop codon recognition in eukaryotes. *Nature* 524, 493–496.

- Campbell, M.A., Haas, B.J., Hamilton, J.P., Mount, S.M., and Buell, C.R. 2006. Comprehensive analysis of alternative splicing in rice and comparative analyses with Arabidopsis. *BMC Genomics* 7, 327.
- Charneski, C.A., and Hurst, L.D. 2013. Positively charged residues are the major determinants of ribosomal velocity. *PLoS Biol.* 11, e1001508.
- Ding, S.-W., and Voinnet, O. 2007. Antiviral immunity directed by small RNAs. *Cell* 130, 413–426.
- Elkon, R., Ugalde, A.P., and Agami, R. 2013. Alternative cleavage and polyadenylation: extent, regulation and function. *Nat. Rev. Genet.* 14, 496–506.
- Fatscher, T., Boehm, V., Weiche, B., and Gehring, N.H. 2014. The interaction of cytoplasmic poly(A)-binding protein with eukaryotic initiation factor 4G suppresses nonsense-mediated mRNA decay. *RNA* 20, 1579–1592.
- Filichkin, S.A., Priest, H.D., Givan, S.A., Shen, R., Bryant, D.W., Fox, S.E., Wong, W.-K., and Mockler, T.C. 2010. Genome-wide mapping of alternative splicing in Arabidopsis thaliana. *Genome Res.* 20, 45–58.
- Franckenberg, S., Becker, T., and Beckmann, R. 2012. Structural view on recycling of archaeal and eukaryotic ribosomes after canonical termination and ribosome rescue. *Curr. Opin. Struct. Biol.* 22, 786–796.
- Frischmeyer, P.A., van Hoof, A., O'Donnell, K., Guerrierio, A.L., Parker, R., and Dietz, H.C. 2002. An mRNA surveillance mechanism that eliminates transcripts lacking termination codons. *Science* 295, 2258–2261.
- Gloggnitzer, J., Akimcheva, S., Srinivasan, A., Kusenda, B., Riehs, N., Stampfl, H., Bautor, J., Dekrout, B., Jonak, C., Jiménez-Gómez, J.M., et al. 2014. Nonsense-mediated mRNA decay modulates immune receptor levels to regulate plant antibacterial defense. *Cell Host Microbe* 16, 376–390.
- Hori, K., and Watanabe, Y. 2005. UPF3 suppresses aberrant spliced mRNA in Arabidopsis. *Plant J.* 43, 530–540.
- Inada, T., and Aiba, H. 2005. Translation of aberrant mRNAs lacking a termination codon or with a shortened 3'-UTR is repressed after initiation in yeast. *EMBO J.* 24, 1584–1595.
- Ito-Harashima, S., Kuroha, K., Tatematsu, T., and Inada, T. 2007. Translation of the poly(A) tail plays crucial roles in nonstop mRNA surveillance via translation repression and protein destabilization by proteasome in yeast. *Genes Dev.* 21, 519–524.
- Jones, J.D.G., and Dangl, J.L. 2006. The plant immune system. *Nature* 444, 323–329.

- Kalya, M., Simpson, C.G., Syed, N.H., Lewandowska, D., Marquez, Y., Kusenda, B., Marshall, J., Fuller, J., Cardle, L., McNicol, J., et al. 2012. Alternative splicing and nonsense-mediated decay modulate expression of important regulatory genes in Arabidopsis. *Nucleic Acids Res.* *40*, 2454–2469.
- Kertész, S., Kerényi, Z., Mérai, Z., Bartos, I., Pálffy, T., Barta, E., and Silhavy, D. 2006. Both introns and long 3'-UTRs operate as cis-acting elements to trigger nonsense-mediated decay in plants. *Nucleic Acids Res.* *34*, 6147–6157.
- Kugler, W., Enssle, J., Hentze, M.W., and Kulozik, A.E. 1995. Nuclear degradation of nonsense mutated beta-globin mRNA: a post-transcriptional mechanism to protect heterozygotes from severe clinical manifestations of beta-thalassemia? *Nucleic Acids Res.* *23*, 413–418.
- Lapidot, M., Karniel, U., Gelbart, D., Fogel, D., Evenor, D., Kutsher, Y., Makhbash, Z., Nahon, S., Shlomo, H., Chen, L., et al. 2015. A Novel Route Controlling Begomovirus Resistance by the Messenger RNA Surveillance Factor Pelota. *PLoS Genet.* *11*, e1005538.
- Lykke-Andersen, J., and Bennett, E.J. 2014. Protecting the proteome: Eukaryotic cotranslational quality control pathways. *J. Cell Biol.* *204*, 467–476.
- Martínez de Alba, A.E., Moreno, A.B., Gabriel, M., Mallory, A.C., Christ, A., Bounon, R., Balergue, S., Aubourg, S., Gautheret, D., Crespi, M.D., et al. 2015. In plants, decapping prevents RDR6-dependent production of small interfering RNAs from endogenous mRNAs. *Nucleic Acids Res.* *43*, 2902–2913.
- Miller, W.A., and Koev, G. 2000. Synthesis of subgenomic RNAs by positive-strand RNA viruses. *Virology* *273*, 1–8.
- Nyikó, T., Kerényi, F., Szabadkai, L., Benkovics, A.H., Major, P., Sonkoly, B., Mérai, Z., Barta, E., Niemiec, E., Kufel, J., et al. 2013. Plant nonsense-mediated mRNA decay is controlled by different autoregulatory circuits and can be induced by an EJC-like complex. *Nucleic Acids Res.* *41*, 6715–6728.
- Orban, T.I., and Izaurralde, E. 2005. Decay of mRNAs targeted by RISC requires XRN1, the Ski complex, and the exosome. *RNA* *11*, 459–469.
- Palusa, S.G., and Reddy, A.S.N. 2010. Extensive coupling of alternative splicing of pre-mRNAs of serine/arginine (SR) genes with nonsense-mediated decay. *New Phytol.* *185*, 83–89.
- Peltz, S.W., Brown, A.H., and Jacobson, A. 1993. mRNA destabilization triggered by premature translational termination depends on at least three cis-acting sequence elements and one trans-acting factor. *Genes Dev.* *7*, 1737–1754.

- Pisareva, V.P., Skabkin, M.A., Hellen, C.U.T., Pestova, T.V., and Pisarev, A.V. 2011. Dissociation by Pelota, Hbs1 and ABCE1 of mammalian vacant 80S ribosomes and stalled elongation complexes. *EMBO J.* 30, 1804–1817.
- Riehs-Kearnan, N., Gloggnitzer, J., Dekrout, B., Jonak, C., and Riha, K. 2012. Aberrant growth and lethality of *Arabidopsis* deficient in nonsense-mediated RNA decay factors is caused by autoimmune-like response. *Nucleic Acids Res.* 40, 5615–5624.
- Saito, S., Hosoda, N., and Hoshino, S. 2013. The Hbs1-Dom34 protein complex functions in non-stop mRNA decay in mammalian cells. *J. Biol. Chem.* 288, 17832–17843.
- Shi, C., Baldwin, I.T., and Wu, J. 2012. *Arabidopsis* plants having defects in nonsense-mediated mRNA decay factors UPF1, UPF2, and UPF3 show photoperiod-dependent phenotypes in development and stress responses. *J. Integr. Plant Biol.* 54, 99–114.
- Shoemaker, C.J., Eyler, D.E., and Green, R. 2010. Dom34:Hbs1 promotes subunit dissociation and peptidyl-tRNA drop-off to initiate no-go decay. *Science* 330, 369–372.
- Staiger, D., and Brown, J.W.S. 2013. Alternative splicing at the intersection of biological timing, development, and stress responses. *Plant Cell* 25, 3640–3656.
- Tsuboi, T., Kuroha, K., Kudo, K., Makino, S., Inoue, E., Kashima, I., and Inada, T. 2012. Dom34:hbs1 plays a general role in quality-control systems by dissociation of a stalled ribosome at the 3' end of aberrant mRNA. *Mol. Cell* 46, 518–529.
- Wu, X., He, W.-T., Tian, S., Meng, D., Li, Y., Chen, W., Li, L., Tian, L., Zhong, C.-Q., Han, F., et al. 2014. Pelo is required for high efficiency viral replication. *PLoS Pathog.* 10, e1004034.
- Zhang, X.-C., and Gassmann, W. 2007. Alternative splicing and mRNA levels of the disease resistance gene RPS4 are induced during defense responses. *Plant Physiol.* 145, 1577–1587.

A *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr kórokozó gomba fejlődésének hőmérsékleti optimuma különböző típusú táptalajon

Kovács Gabriella Enikő* és Radócz László

Debreceni Egyetem Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, 4032,

Debrecen, Böszörményi út 138.

* e-mail: kovacs.gabriella@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) egyik legfontosabb gombás betegsége a kéregrákosodást okozó *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. Az ellene való védekezés hatásos szabadföldi módszere a biológiai növényvédelem. A védekezés időpontjának meghatározásához laboratóriumi körülmények közt vizsgáltuk a gombatelepek növekedésének intenzitását különböző hőmérsékleten és különböző táptalaj típusokon. Várakozásainknak megfelelően 15 °C alatti hőmérsékleten lassabb növekedést mutattak a vizsgált virulens és hipovirulens gombatorzsek. Viszont magas hőmérsékleten, 25 °C felett ugyan olyan intenzitással fejlődtek, mint a számukra optimálisnak tartott 20-25 Celsius fokos hőmérsékleten. A szabadföldi védekezés kivitelezésének optimális időpontja eredményeink és a Magyarországi időjárási viszonyok figyelembe vételével is az április-május, illetve a szeptember vége-október hónapok.

Kulcsszavak: szelídgesztenye, *Cryphonectria parasitica*, hőmérséklet, táptalaj típus, gombatelep fejlődési intenzitása

Abstract

The most important pathogen for the European chestnut is the blight fungus *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. The biological protection is the effective solution to control the fungus. A laboratory experiment was made to find the optimal time for the field application. The intensity of growth of the fungal colonies was analysed at different temperatures and on different medias. According for our concept on too low temperature (under 15 °C) the growth of all the fungal colonies were slow. But on higher temperature (over 25 °C) the intensity of growth was the same, as on the optimal room temperature (20-25 °C). Based on these data and the Hungarian

weather conditions the optimal times of field applications are in April-May and the end of September till mid-October.

Keywords: Chestnut, *Cryphonectria parasitica*, temperature, media type, growing intensity of the fungal colonies

Bevezetés

Az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) Európa mediterrán égövének fontos, elsősorban ültetvényben termesztett növénye. Az Európai termés mennyisége nem fedezi a felhasználás mértékét, így többnyire Kínából származó import áruval fedezik a szükségletet. Emiatt Európa déli országaiban, mint Olaszország, Spanyolország, Portugália valamint Törökország az érdeklődés egyre nagyobb, ami az ültetvénytelepítést illeti. A szelídgesztenye jövedelmező üzletág lehet, környezeti igényei megfelelnek a mediterrán körülményeknek, azonban nagy szakértelmet követel a termesztése. Csak néhány jelentős kártevője – *Dryocosmus kuriphilus* - és kórokozója - *Cryphonectria parasitica*, a *Phytophthora spp.*, van, de azok hatalmas kár tehetnek az állományban.

A *Cryphonectria parasitica* gombafaj nem csak a gyors terjedése miatt veszélyezteti az ültetvényeket, hanem az ellene való biológiai védekezés is nagy szakértelmet igényel, mivel a gombának több különböző vegetatív kompatibilitási típusa (VCG) létezik. Az Európában megtalálható VC csoportok száma harminc feletti. Több úton került kontinensünkre a gomba. Az 1920-as években a fő probléma a tintabetegség (*Phytophthora spp*) volt. Az ellene való védekezés megoldásaként Ázsiából származó szelídgesztenye alanyokra oltották az európai fajtákat. Azonban ezek a fajok jelentős toleranciával rendelkezik a *Cryphonectria parasitica*val szemben is, így nem volt szembetűnő, hogy az alanyokkal együtt a kéregrák betegség is bekerült Olaszországba (Biraghi, 1946.). A másik út az 1950-es években Franciaországon keresztül vezetett (Prospero, Rigling, 2012). Dutech és munkatársai pedig 2012-ben leírták, hogy a harmadik fertőzési forrás Grúzia területére tehető. A gomba magyarországi megjelenését Körtvély és munkatársai írták le 1970-ben. Hazánkban három VCG előfordulása jellemző, az EU-12, EU-13 és EU-16, de ezek közül a legnagyobb részarányban az EU-12-es törzs van jelen. (Görcsös, 2015.)

Anyag és módszer

A *Cryphonectria parasitica* elleni hatékony szabadföldi védekezést a megfelelő időpont kiválasztása is jelentősen befolyásolja. A gomba mindkét törzsének – virulens és hipovirulens – hőmérsékleti növekedési optimuma 20-25 °C közé tehető. Az aszkospórák szóródása 18-27 °C között intenzív (Heald, Studhalter, 1915). Ennek megfelelően a hatékony magyarországi védekezés időszakai a tavasz és az ősz. Braganca és munkatársai a *Cryphonectria* törzsek hőmérsékleti igényeit vizsgálták laboratóriumi körülmények közt Potato Dextróz Agaron. Kísérletükben 5 °C és 40 °C között mérték az egyes gombatelepek átmérőjét 1 hónapon keresztül. Az ő vizsgálataikra alapozva saját kísérletünket a következőképp állítottuk be: a vizsgált gombatelepek átmérőit 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C és 30 °C-on mértük, addig, amíg a telepek teljesen be nem szótták a 8,5 cm átmérőjű Petri-csésze táptalajának felületét. Korábbi táptalaj vizsgálati eredményeim azt mutatták, hogy az adott gombafaj számára a legmegfelelőbb táptalaj a PDA, valamint a friss burgonyából főzött táptalaj (200 gramm burgonya, 20 gramm agar, 20 gramm glükóz, egy liter táptalajhoz). Továbbá kipróbáltuk azt, hogy az előbb említett táptalaj főző vizébe 5 gramm friss szelidgesztenye kérget is főztünk, így reprezentálva a természetes cseresavas körülményeket. A korábbiakban bebizonyosodott, hogy szobahőmérsékleten a leggyorsabban a PDA táptalajon növekszenek a gombák, azonban a virulens gombatörzs pigmentációja a friss burgonyából főzött talajon látható legjobban (narancssárga elszíneződés, pigmentálódás). Ezért a további, más jellegű vizsgálataink során is ezt a táptalajt alkalmaztuk.

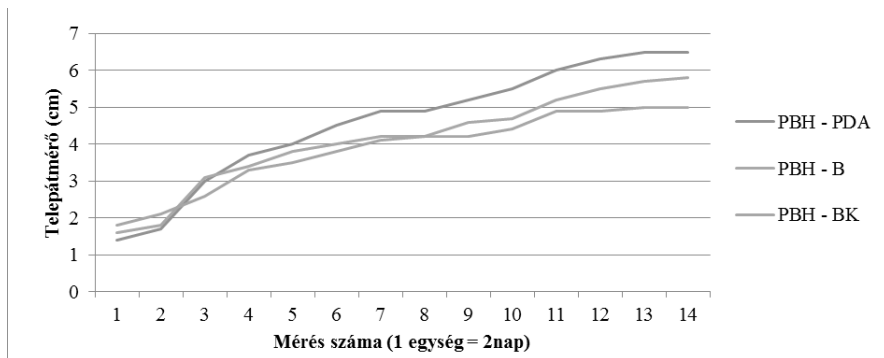
Jelenlegi kísérletünk célja azon túl, hogy megállapítsuk az optimális szabadföldi kezelés időpontját, az is volt, hogy a *Cryphonectria parasitica* virulens és hipovirulens törzsei számára meghatározzuk, mi az a legkedvezőbb hőmérséklet, ahol a leggyorsabban növekednek mesterséges körülmények közt. Kerestük a választ arra is, hogy 27 Celsius foknál magasabb hőmérsékleten a gombák növekedése lelassul-e, továbbá, hogy van-e különbség a virulens és hipovirulens gombák fejlődésének ütemében? Illetve azt, hogy 15 °C vagy az alatti hőmérséklet mennyire lassíthatja a gomba fejlődését? Tehát egy megkésett szabadföldi kezelés mennyire lehet még hatékony?

A vizsgálathoz használt törzseket az elmúlt években gyűjtött mintákból választottuk ki, három-három virulens és hipovirulens törzset. Virulens törzsek voltak: Zengővárkonyi (ZvV), EU-12 teszter és Pécsbányai (PBH), míg a hipovirulens törzsek: Zengővárkonyi (ZvH), Nagymarosi (NM) és Pécsbányai (NH11). A hipovirulens törzsek esetében az NM jelzésű gombával már végeztünk sikeres kezeléseket Pécsbányán, illetve Nagymaroson és minden esetben a kéreg, gyógyulásnak indult. A hat gombatörzset több ismételtsében, PDA, friss burgonya

talajon, illetve friss burgonya + kéreg táptalajon, termosztátba helyeztük 10 °C, és 30 Celsius fok közt és mértük a növekedő telepek átmérőjét.

Eredmények

Braganca (2011) a *Cryphonectria* törzsek telepeit az egyes hőfokokon 30 napig mérte. Hasonlóképp figyeltük mi is a telepek átmérőjét, azonban csak 10 °C-on, mivel a többi esetben két héten belül a gomba teljesen átszotta a 8,5 cm-es Petri-csésze táptalaját. Egy hónap eltelte után 10 °C-on minden vizsgált táptalaj esetében maximum 7 cm volt a gombatelep átmérője. (1. ábra). 1-3 naponta mértük meg a telepek átmérőjét.



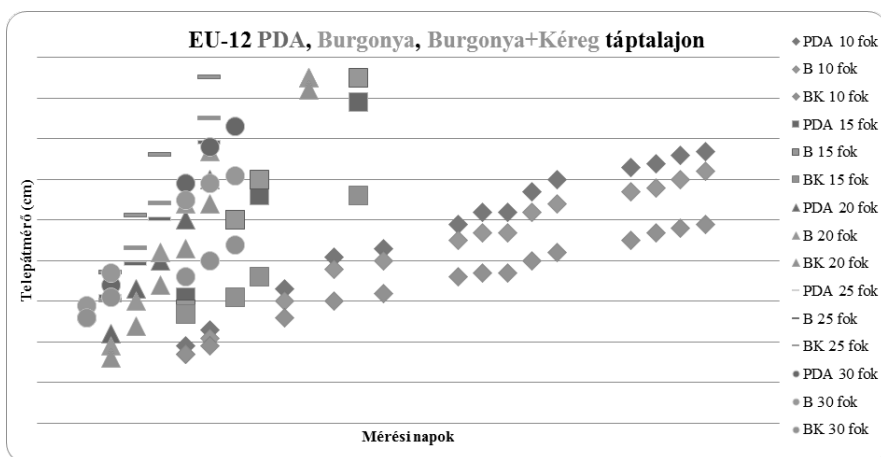
1. ábra. Pécsbányai virulens gombatörzs fejlődése 10 °C-on különböző táptalajokon (PBH: Pécsbányai virulens gombatörzs, PDA: Potato Dextróz Agar, B: friss burgonyából főzött táptalaj, BK: friss burgonyából főzött táptalaj szelídgesztenye kéreg hozzáadásával)

Egy hét után a virulens és hipovirulens telepek növekedése közt minimális eltérést figyeltünk meg. Az EU-12 teszter törzset összehasonlítva a nagymarosi hipovirulens törzsszel, nagyobb eltérést láttunk. A pécsbányai virulens törzs kezdetben lassabban fejlődött, azonban az átoltást követő tizenkettedik napra felgyorsult a növekedése a hipovirulenshez képest. Ez a különbség a mérések végéig stagnált. Ugyan így burgonya táptalajon a ZvV és ZvH telepek és az EU-12 és NM gombatelepek közt. Míg a PBH növekedése elmaradt az NH-11-től, de az eltérés ebben az esetben is állandónak tekinthető. A Burgonya + Kéreg (BK) táptalajon arányaiban hasonló eredményeket mértünk, de az eltérések még kisebbek voltak.

15 °C-on a vizsgált gombatelepek növekedése egyenletes, minden esetben 15 napon belül elérték a 8,5 cm-es átmérőt. 20 és 30 °C között a telepek növekedésében lényegi különbség nem

tapasztalható, a gomba 7-10 napon belül teljesen átszővi mindhárom típusú táptalajt. Továbbá sem a virulens sem a hipovirulens törzsek közt nem figyeltünk meg számottevő különbséget. Korábbi leírások alapján azt vártuk, hogy a hipovirulens törzsek fejlődése lassabb lesz, mint a virulens törzseké. Azonban mi ezt a különbséget nem tapasztaltuk.

Az alábbi diagramon látható, hogy az EU-12 gombatelep esetében a növekedés 30 °C-on valamelyest lassabb, mint az optimálisnak vélt 25 °C-os hőmérsékleten. Ez igaz a többi vizsgálat gombatörzs esetén is.



2. ábra. EU-12 teszter törzs növekedése különböző táptalajon és hőmérsékleten

A szabadföldi kezelésekhez szükséges oltóanyag előállítására a fenti adatok alapján 20 °C-on egy hétre van szükség. A kezelések optimális idejének meghatározása nagyban függ az időjárási körülményektől, úgymint a hőmérsékleti maximum és minimum értékek, illetve napsütéses órák száma. Vizsgálataink folytatásaként a hat gombatörzs átmérőit mérni fogjuk 5 Celsius fokon, illetve az alatt is annak érdekében, hogy megtudjuk egy-egy késői kezelés mennyire lehet hatékony, illetve a virulens vagy a hipovirulens gomba növekszik-e gyorsabban ezen a hőmérsékleten. Továbbá szándékunkban áll olyan kísérletet is beállítani, ahol napközben 10-12 °C-on tartjuk a telepeket, éjszakára viszont 0 °C közelébe helyezzzük azokat.

Az elmúlt években a 2015 őszi kezelés kivételével a szabadföldi beavatkozásokat az optimálisnak tartott május és október hónapokban végeztük el. Minden esetben egy évvel később ellenőriztük a sebeket. A tavalyi évben annak ellenére, hogy a napi középhőmérséklet 8 °C volt, a kezelés időpontjában pedig csupán 3-4 °C-ot mértünk, a gyógyulási folyamatok 2016-ra

kielégítőek voltak. Ehhez hozzájárulhatott az is, hogy a kezelés napján, illetve az azt követő napokban napsütéses idő volt, így a szelídgesztenyefák kérge jobban felmelegedett, ami jó hatással lehetett az alkalmazott hipovirulens gomba növekedésére.

Következtetések

Szabadszíri körülmények közt a 10 °C-os hőmérséklet már nem ideális a kezelések elvégzésére a növekedés rendkívül lassú intenzitása miatt, továbbá mert a virulens gombák ezen a hőmérsékleten valamivel gyorsabban fejlődnek, mint a hipovirulensek. Az időjárás kiszámíthatatlansága miatt azonban ilyen körülmények között megoldás lehet, hogy ha a megszokottnál sűrűbben helyezzük el a kezelések során a tápkockákat a fa kérgében, ezzel megakadályozva a virulens gomba esetleges „megszökését”. (Erre további vizsgálatok szükségesek.) 5 Celsius fokos emelkedés már lényegi változást okozott méréseink során, a gombatelepek jóval hamarabb indultak fejlődésnek, így feltételezzük, hogy szabadszíri körülmények közt is számottevő lehet néhány Celsius fokos emelkedés. Tehát, ha a kezelés időpontja nem teljesen optimális, célszerű napsütéses időben elvégezni a kezeléseket. Ilyenkor a fa törzse a napsugaraktól még átmelegszik annyira, hogy képes lesz a gomba néhány nap alatt a kambiumba hatolni. 20 és 30 °C között lényegi különbséget nem tapasztaltunk a gombatelepek fejlődése során, azonban maga a táptalaj magasabb hőmérsékleten többet veszít a nedvességtartalmából. Vagy is kevesebb ideig képes táplálékot szolgáltatni a gombának, mialatt az behatol a kéregbe.

A laboratóriumi kísérlet eredményei és a szabadszíri kezeléseink tapasztalatai alapján a kezelések ideális időpontja Magyarországon május illetve szeptember vége-október hónapra tehető.

Hivatkozások

- Biraghi A.1946. Il cranco del castagno causato da Endothia parasitica. Agric.Ital.7. p.1-9.
- Braganca, H. et al. 2011. Cryphonectria naterciae: A new species in the Cryphonectria Endothia complex and diagnostic molecular marker based on microsatellite-primed PCR.
- Dutech et al. 2012. The chestnut blight fungus world tour: successive introduction events from diverse origins in an invasive plant fungal pathogen. Mol.Ecol. 21:3931-3946.
- Görösös G. 2015. A Kárpát-medencei *Cryphonectria parasitica* (Murrill.)Barr szubpopulációk molekuláris biológiai összehasonlító vizsgálata, Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Doktori Iskola, 152.pp.

Heald, F.D., Studhalter, R.A. 1915. Seasonal duration of ascospore expulsion of *Endothia parasitica*. Amer.J.Bot. 2:429-448.

Körtvély, A. 1969. A gesztenye endotíás kéregelhalása. Növényvédelem 6: 358-361

Prospero, S., Rigling, D. 2012. Invasion genetics of the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica* in Switzerland, Phytopatology. 102:73-82.

Atkák agrár-ökoszisztémákban: a Macrochelidae (Mesostigmata) család szerepe a növényvédelemben

**Kontschán Jenő*, Ács Anita, Bozsik Gábor, Kerezsi Viktor, Szederjesi Tímea és
Szőcs Gábor**

MTA ATK Növényvédelmi Intézet, 1525 Budapest. Pf.102.

**e-mail: kontschan.jeno@agrar.mta.hu*

Összefoglalás

Jelen dolgozatunkban összesítjük azokat az eredményeket, amelyeket a Macrochelidae család vizsgálata során nyertünk agrár-ökoszisztémákban. Részletesen jellemezzük a családot, beszámolunk a növényvédelmi jelentőségéről, ökológiai szerepéről. Bemutatjuk a mezőgazdasági és kertészeti kultúrákban, komposztalmokban, méh kaptárakban és rovarokon gyűjtött fajait. Ezek közül is kiemelhető a *Macrocheles glaber* (Müller, 1860) amely a legtöbb agrár-ökoszisztémában (mezőgazdasági területek talaja, méh kaptár, komposzthalom és kártevők testén) megtalálható volt. Mint gyorsmozgású, számos élőhelyet benépesítő ragadozó atkafaj, jelentős szerepe lehet az egyes élőhelyeken élő kártevő fajok populációinak szabályozásában.

Kulcsszavak: Atkák, Macrochelidae, agrár-ökoszisztémák

Abstract

The new results about the mite family Macrochelidae in agricultural ecosystems are summarized. Most important information about the morphology, ecology and their role in the plant protection are given with the notes to newly collected species in agricultural and horticultural soils, composts, beehives and in association with pests. The frequent macrochelid mite species [*Macrocheles glaber* (Müller, 1860)] was often collected in the agro-ecosystems, like soils of agricultural areas, beehives, composts and on the body on pest insect. Due to their behavior and wide distribution this species may have important role in the regulation of the population of the pest species.

Keywords: Acari, Macrochelidae, agroecosystems

Bevezetés

A talajokban élő gyorsmozgású ragadozó atkák egyik jelentős csoportja a Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) család. A család tagjai nagyméretű (600-1200 μm), erősen szklerotizált atkák, amely a talaj felszínén vagy mélyebb rétegeiben fordulnak elő, de gyakran találkozhatunk velük más gerinces és gerinctelen állatok testén is. Hazai viszonylatban alulkutatott csoportnak tekinthetők, az első hazai adataikat Erőss és Mahunka (1971) közölte trágyákból. Később a hazai nemzeti parkok feltáró munkája során Kandil (1981) 14 fajt említ a Hortobágyi Nemzeti Parkból, míg hármat Ambros (1996) a Bükki Nemzeti Park területéről. Tíz évvel később, Salmane és Kontschán (2005), illetve Kontschán (2005) számos újabb faj előfordulásával egészíti ki a hazai fajokról szóló ismereteinket, majd Kontschán (2006) összesíti a hazai adatokat. Később egy eddig hazánkban ismeretlen fajt mutat be Kontschán és mtsai (2014) bambuszavarból, illetve Ács és Kontschán (2014) három faunára új fajt az Aggteleki Baradla barlangból.

Jelen dolgozatunk célja, hogy összesítsük az ismereteket a hazai Macrochelidae család fajairól, illetve a családdal kapcsolatos új – elsődlegesen a növényvédelemhez köthető – eredményeinkről beszámoljunk.

Anyag és módszer

A talajlakó Macrochelidae családba tartozó atkák gyűjtése során avart és/vagy talajt gyűjtöttünk nejlonzacskóba, majd a talajmintákat az MTA ATK Növényvédelmi Intézetében vagy a Magyar Természettudományi Múzeum Talajzoológiai Gyűjteményében futtattuk ki. A kifuttatott alkoholos mintából preparáló mikroszkóp alatt válogattuk ki az atkákat, amelyeket félig nyitott, tejsavval töltött mélyített tárgylemezre helyeztük és Leica DM1000 típusú mikroszkóp segítségével tanulmányoztuk. Ugyanígy jártunk el a bogarak testéről gyűjtött állatok esetében is. A meghatározott állatokat ezután apró, 75%-os etil-alkohollal töltött fiolába helyeztük.

Eredmények

A Macrochelidae család bemutatása

Macrochelidae Vitzthum, 1930

A család rövid jellemzése:

Sárgás-barnás színezetű, nagyméretű, erősen szklerotizált atkák. A peritréma a légzőnyílás közelében S-alakban kanyarodik. A háti lemez egységes, rajta sima tű alakú, pillás vagy fűrészes szegélyű szőrök ülnek. A szternális lemezen 3 pár szőr található, az St4 szőr a metaszt ernális lemezen látható. A ventrális oldalon található szőrök simák vagy pillásak lehetnek. A dorzális és a ventrális oldalon levő lemezek felszíne strukturált, ráncokat, kör alakú vagy szabálytalan bemélyedéseket viselhet. Az első láb végéről hiányzik a karom, a csáprágó ollós, nagy fogakat visel, és a hasi oldalán egy kefeszerű képlet látható.

A család fajainak a biológiája:

Aktív kereső mozgással rendelkező ragadozó atkák, amelyek elsődlegesen a talajfelszínen aktívak. Táplálékuk más atkák, rovarlárvák és férgek lehetnek. Sok esetben más élőhely típusokban (pl. állati ürülékben, hangya, kisemlős vagy madárfészkekben) is előfordulhatnak. Jelentős számban találhatók foretikus fajaik is, amelyek már gerincteleneken szállíttatják magukat a megfelelő élőhelyekre. Az ismert hazai fajok száma 46 (Ács és Kontschán 2014).

Elkülönítése más csoportoktól:

Hazánkban csupán a nemrég megtalált egzotikus élőhelyeken (üvegházakban) előforduló Parholaspididae család tagjaival lehet összetéveszteni, azonban a Parholaspididae család atkái gyengébben szklerotizáltak és a peritrémájuk egyenes lefutású (Kontschán és Szederjesi in press).

Szerepük a növényvédelemben:

Krantz (1983), Azevedo és mtsai (2015), illetve Eröss és Mahunka (1971) említi a Macrochelidae család tagjait, mint potenciális eszközt a légylárvák és tripszek elleni biológiai védekezésben.

Új eredmények

A Macrochelidae család tagjai mezőgazdasági kultúrák talajából

Az elmúlt években számos különböző mezőgazdasági kultúra (kukorica, fiatal gabona, repce, lucerna és napraforgó) talaját vizsgáltuk át. A vizsgálatok során 38 atka faj került elő, amelyből 23 faj tartozott az elsődlegesen ragadozó atkákat tartalmazó Mesostigmata rendbe, ebből csupán egyetlen egy Macrochelidae fajt sikerült kimutatni. Egy kukoricatábla talajában találtuk meg a nagyon gyakori *Macrocheles glaber* (Müller, 1860) fajt.

A Macrochelidae család tagjai kertészeti kultúrák talajából

Hazai botnád (*Phylostachys* sp., *Sasa* sp.) kultúrák tanulmányozása során mutattuk ki, a hazánkból eddig nem ismert, korábban Szlovákia területén felfedezett *Glyptolaspis saprophila* Mašán, 2003 fajt. A faj igen ritka, Szlovákián és hazánkon kívül nincs ismert előfordulása. Botnád mellett, örökzöldek (*Biota* és *Taxus* spp.) alatti talajt és az örökzöldek lehullott avarját megvizsgálva, került elő a *Glyptolaspis americana* (Berlese, 1888) és a *Macrocheles glaber* (Müller, 1860) fajok. A *Glyptolaspis americana* faj hazánkban nagyon ritka, korábban csupán egyetlen hazai adatát ismertük.

A Macrochelidae család tagjai komposztokból

Hazai kiskertekben megtalálható komposzthalmok vizsgálata során két fajjal találkoztunk. A gyakori és már korábban több helyről is említett *Macrocheles glaber* fajjal, amely több komposzt mintában is megtalálható volt, illetve megtaláltuk a nagyon ritka *Glyptolaspis confusa* (Foa, 1900) fajt, amelynek ez a második ismert hazai előfordulása.

A Macrochelidae család fajai urbán élőhelyeken

Budapesti parkok és zöld területek átvizsgálása során öt, a Macrochelidae családba tartozó atkafajt találtunk. A *Geholaspis longispinosus* (Kramer, 1876); *Macrocheles penicilliger* (Berlese, 1904); *Macrocheles recki* Bregetova & Koroleva, 1960; *Macrocheles montanus* (Willmann, 1950) és a *Holostaspella pulchella* Mašán, 2003 fajok fordultak elő a budapesti parkok talajában. Ebből a *Holostaspella pulchella* fajt még nem ismertük hazánkból, ez az első magyarországi adata, korábban csak Szlovákiából közölték előfordulását. A *Geholaspis longispinosus* és a *Macrocheles penicilliger* fajok gyakoriak, talajban, madár és kis emlős fészkekben fordulnak elő.

Macrochelidae család fajainak társulása rovarokkal

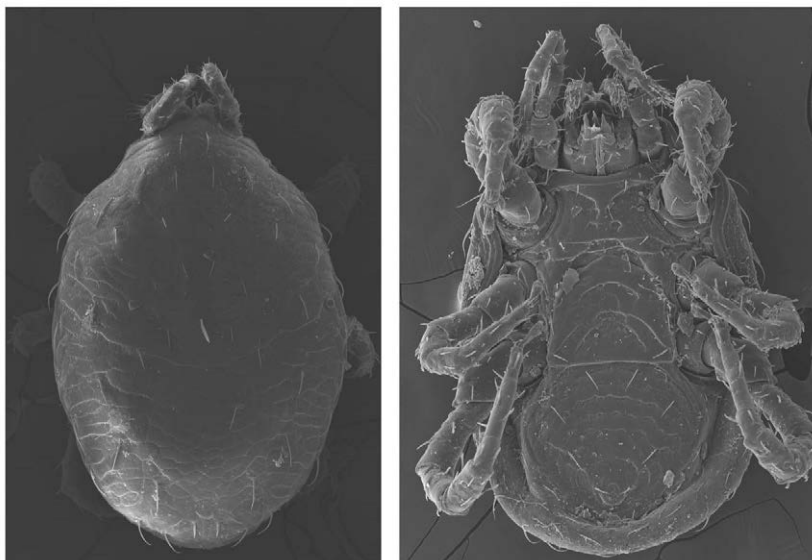
A hazai mézelő méh kaptárainak átvizsgálása során a jól ismert kaptárlakó atkák (pl. *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000 vagy *Neocyphophyllopsis apicola* Delfinado-Baker et Baker, 1983) mellett több más atkafaj is előkerült (Kontschán et al. 2015). Az újabb vizsgálatok több kaptárból is egy, a Macrochelidae családba tartozó atkát eredményeztek, a korábban már számos helyről kimutatott *Macrocheles glaber* fajt. Azonban ez az atka nem csak a méhek kaptáiraiban fordult elő. Egy, a Mátra hegységben gyűjtött bogárfaj ([*Cetonia aurata* (Linnaeus, 1761)] testén nagy egyedszámban lehetett a *Macrocheles glaber* faj egyedeit megfigyelni.

A család növényvédelmi szempontú értékelése

A Macrochelidae család tagjai gyors mozgású, aktív ragadozó atkák, amelyek a legtöbb élőhely típusban megtalálhatók. Éppúgy fellelhetjük őket a városi parkok talajában, mint a rovarok testén, méhek kaptáiraiban vagy a kertészeti és mezőgazdasági területek talajában. Elterjesztésükben nagy szerepe van a foretikus jellegűeknek, vagyis, ezen atkák rovarokkal szállítják magukat a megfelelő élőhelyekre. Ezért könnyen és gyorsan megjelenhetnek a különböző agrár-ökoszisztémákban, ahol aktív predátorai lehetnek a kártevő atkáknak, rovarlárváknak vagy fonálférgeknek.

A komposzt halmoknak, mint a többi agrártalajnál magasabb szerves anyag tartalmú élőhelynek igen jelentős szerepe lehet a Macrochelidae család fajainak megjelenésében az agrár-ökoszisztémákban, mert a szerves anyagban gazdag élőhelyre érkező bogarak és más rovarok nagy számban szállíthatják magukkal a testükön a család képviselőit, amelyek innen szétterjedve segíthetik a kártevő populációk szabályozását. Azonban sok esetben a Macrochelidae család fajain fonálféreg kitartóképleteket lehet megfigyelni, vagyis esetleges kártevő fonálféreg fajok is bekerülhetnek a hiperforézis, vagyis az atka terjesztésének a segítségével (Kontschán, 2015).

A vizsgálatok során a nagyon gyakori *Macrocheles glaber* (1. ábra) faj előkerült több, igen különböző, sőt speciális élőhelyről. Fontos lenne kísérletes vizsgálatokkal kimutatni, hogy ez a faj mennyire alkalmazható a különböző kártevő fajok ellen biológiai védekezésésként.



1. ábra. Pásztázó elektronmikroszkópos felvétel az agrár-ökoszisztémákban gyakori *Macrocheles glaber* (Müller, 1860) fajról

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálatokat az NKFIH (K108663) és az OMME-n keresztül az FM támogatta.

Hivatkozások

- Ambros, M. 1996. Mites (Acari: Mesostigmata) from small mammals (Insectivora and Rodentia) in the Bükk Mts (Hungary). In: Mahunka, S. (ed). The fauna of the Bükk National Park II. The Hungarian Natural History Museum, Budapest 449-453.
- Azevedo, L. H., Emberson, R. W., Esteca, F. C. N., Moraes, G. J. 2015. Macrochelid Mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as Biological Control Agents. In: Carillo, D., Moraes, G. J., Peña, J. G. (eds). Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. Springer International Publishing, 103-132.

- Ács, A., Kontschán, J. 2014. Contribution to the Macrochelidae Vitzthum, 1930 fauna of the Carpathian Basin and the Balkan Peninsula (Acari: Mesostigmata). *Opuscula zoologica Hungarica* (Budapest) 45(2): 109-118.
- Eröss, J., Mahunka, S. 1971. Investigations on coprophilous and stercoricolous Macrochelids (Acari, Gamasina) in Hungary, as possible agents in the control of synanthropic flies. *Parasitologia Hungarica* 4: 215-226.
- Kandil, M. M. 1981. The Mesostigmata fauna of the Hortobágy National Park (Acari). In: Mahunka, S. (ed). The fauna of the Hortobágy National Park I. Akadémiai Kiadó, Budapest, 365-373.
- Kontschán, J. 2005. Contribution to the Macrochelidae fauna of Hungary (Acari: Mesostigmata). *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 29: 77-80.
- Kontschán, J. 2006. Check list of the Hungarian Mesostigmatid mites. I.- II. Zerconidae and Macrochelidae. *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 30: 129-136.
- Kontschán, J. 2015: Atkák (Acari) mikroskálán: akarológiai vizsgálatok egy kiskertben. In: Gál, P., Novák, R., Ránczél, M., Ripka, G. (szerk.): Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXXII.). Budapest, 63-69.
- Kontschán, J., Ács, A., Neményi, A. 2014. Adatok a magyarországi bambuszok atkáihoz. *Növényvédelem* 50(7): 339-343.
- Kontschán, J., Tóbiás, I., Szénási, Á., Bozsik, G., Szócs, G. 2015. Újabb adatok a hazai mézelő méh (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) kaptáraiban előforduló atkákról (Acari). *Növényvédelem* 51(11): 493-497.
- Kontschán, J. & Szederjesi, T. (in press): Exotic mite family (Parholaspididae Evans, 1956) introduced to Hungary: First record of *Holaspina alstoni* (Evans, 1956) from Hungarian greenhouses (Acari: Mesostigmata). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*,
- Krantz, G.W. 1983. Mites as biological control agents of dung-breeding flies, with special reference to the Macrochelidae. In: Hoy, M. A., Cunningham, G. L., Knutson, L. (eds). *Biological control of pests by mites*, vol 3304. University of California, Berkeley, 91-98.
- Salmane, I., Kontschán J. 2005. Soil Gamasina Mites (Acari, Parasitiformes, Mesostigmata) from Hungary. I. *Latvijas Entomologs* 42: 39-44.

Kis növényvédelmi etimológia: Vegyszer-e a növényvédő szer?

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

A dolgozat alapkérdése, hogy lehet-e szakmai vagy valóságos eredményeket elérni a nyelvi kifejező eszközök megváltoztatásával? Helyettesíthető-e a tényleges, progresszív cselekvés nyelvi fordulatokkal? Hol vannak az objektivitás határai? Alaphelyzet: egy hazai növényvédelmi konferencián, a növényvédelmi szakigazgatás egy alakja, hozzászólásként kiselőadást tartott arról, hogy a növényvédelemben felhasznált növényvédő szereket nem szabad vegyszernek nevezni, mert az akadályozza a növényvédelem pozitív megítélését. A dolgozat ezen a nyomon elindulva tisztázza a fogalmakat, elfogadott hazai és nemzetközi szakirodalmi és nyelvi források alapján. Áttekinti a növényvédelem korszakait, válságos, fejlődő, megroppanó időszakait a számítógépes nyelvészet (Google ngram viewer = a Google rögzített könyvek ngram keresője; n-gram a számítógépes nyelvészet egysége, egy adott nyelvi sorrend n tételre való felbonthatósága) segítségével, angol és német növényvédelmi kifejezések időbeni (1880 és 2000 között), az összes feltöltött könyv százalékában kifejezett gyakorisága értékelésével. A tanulmányozott kifejezések (pesticide, chemical control, integrated pest management, biological control, genetically modified crops; Pflanzenschutzmittel, chemischer Pflanzenschutz, integrierter Pflanzenschutz, biologischer Pflanzenschutz, Agrogentechnik) előfordulásának gyakorisága jellemezheti azok sikerességét, gyakorlati, kutatási megítélését. A szemantikai egységek értékelése nem kalkulálható bizonytalansággal terhelt, mivel azonban múltbeli eseményekről van szó, összevethető szakirodalmi adatokkal. Áttekintve a szakirodalmi és nyelvészeti adatokat, a növényvédelemben felhasznált növényvédő szerek döntő többsége, a szó tudományos és elfogadott jelentésének megfelelően, vegyszer. Egy adott gazdasági, termelési ágazat teljesítőképességének megítélése a fogyasztók, a társadalom szempontjából a termelés színvonala, minősége és biztonságossága által meghatározott. Jelen esetben a megfelelő mennyiségű, jó minőségű, minél kevesebb növényvédő szer maradványt tartalmazó terméket

értékelik a fogyasztók. Olyan termékeket, amelyek termelési folyamata megfelel a fenntarthatóságnak, jelen esetben az integrált növényvédelem gyakorlatának, amely 2014. január 1. óta kötelező az EU tagországokban.

Kulcsszavak: vegyszer, növényvédő szer, növényvédelem, szemantika, kohézió, számítógépes nyelvészet, társadalom

Abstract

Basic question of the paper: whether is it possible to gain professional and reliable performance with changing means of communication? Is it feasible to substitute real, progressive action with communication? Where are the limitations of objectivity?

Starting situation: a member of the Hungarian crop protection administration indicated at a scientific conference that a pesticide (plant protection product) must not be called chemical because this later expression decreases the respect of crop protection among consumers. This paper consequently tries to clear the definitions according to reliable Hungarian and international professional and linguistic references. It surveys the eras of crop protection, its developing, challenging and critical periods by computational linguistics (Google ngram viewer, an online viewer that charts frequencies of any word or short sentence using yearly count of n-grams in the sources printed between 1880 and 2000). English and German crop protection expressions like pesticide, chemical control, integrated pest management, biological control, genetically modified crops; Pflanzenschutzmittel, chemischer Pflanzenschutz, integrierter Pflanzenschutz, biologischer Pflanzenschutz and Agrogentechnik were studied and evaluated. The frequency of these words in Google books during a long run can characterise the success, pragmatic, research image of the evaluated society practice. Although evaluation of such semantic units must have incalculable uncertainty, since being precedent events they can be compared with professional references. On the strength of relevant references, most pesticides used in crop protection are chemicals in the scientific as well as accepted meaning of the word. Evaluation and respect of a given economic, production branch is determined by its production standard, product quality and product safety. These must be - regarding crop protection – the abundant, good quality products, which are possibly free of pesticide residues and produced sustainably. Sustainable crop protection suits integrated pest management of which use is compulsory in EU member states from 1 January 2014.

Keywords: chemical, pesticide, crop protection, semantics, cohesion, computational linguistics, society

Bevezetés

Nemrégiben, egy hazai nemzetközi növényvédelmi konferencia végén, a növényvédelmi szakigazgatás egy illusztris alakja rögtönzött kiselőadást tartott arról, hogy a növényvédelemben döntően felhasznált növényvédő szereket nem szabad vegyszernek nevezni, mert az ronthatja a növényvédelem megítélését. Társadalomban élünk, amelyben a szavak használata, jelentésstartamuk változása erősen befolyásolhatja a valóságos jelenségek és folyamatok megítélését, sőt a megítélés gyakran fontosabb lehet, mint az objektív valóság. Figyelembe véve az emberi megismerés platóni öt fokozatát: találgatás, sejtés, hiedelem, értelmi ismeret és a szellemi megismerés, a hétköznapi életben az értelmi megismerés csaknem elegendő. Innen a tudás filozófiai értelemben nem más, mint igazolt helyes vélemény vagy hiedelem (Plató in Perseus Digital Library, 2013; Giannopoulou, 2015).

Mi a növényvédő szer, mi a vegyszer?

Ezek alapján nézzük meg, hogy a növényvédő szer vegyszer-e? A növényvédelmi képzés egyik alapvető részét alkotja a növényvédelmi kémia. Az online magyar értelmező szótárban (WikiSzótár) ez olvasható a kémiáról: „Az anyagok minőségi változásával foglalkozó természettudomány, amely az anyagok összetételével, szerkezetével, minőségi átalakulásával, illetve átalakításával foglalkozik; vegytan.” Ennek megfelelően a növényvédelmi kémia növényvédelmi vegytan, amely vegyületekkel foglalkozik. A növényvédelmi kémiában a növényvédelemben alkalmazható vegyületekkel foglalkoznak. A növényvédelemben alkalmazható és alkalmazott vegyületek köznapi elnevezése növényvédelmi vegyszer röviden növényvédő szer. Ennek egyik legjobb definíciója olvasható Bognár Sándor és Huzián László nagysikerű könyve, a „Növényvédelmi állattan” (1979) általános részében: „A vegyi védekezés nem más, mint különböző vegyi – kémiai – anyagoknak („mérgeknek”) céltudatos alkalmazása kártevők ellen.” Továbbá: „Növényvédő szernek tekintünk minden ásványi, növényi, állati eredetű vagy mesterségesen előállított anyagot, valamint azok keverékét, amely termesztett növényeink vagy raktározott terményeink, kártevőktől, élősködőktől és gyomnövényektől való megvédésére, illetve megmentésére alkalmas.” Ehhez képest az 1983-ban kiadott „Növényvédelmi kémiában” (Nosticzius, 1983) igen sommás meghatározással találkozni: „A

növényvédő szer vagy peszticid fogalom összetett, ide sorolunk minden olyan szert, amely alkalmas a haszonnövények, a termények és termékek károsodásának gátlására.” A „laza” definíció után következik kb. 150 oldal tömény kémia. Egy viszonylag friss angol nyelvű munkában a növényvédő szer kifejezés olyannyira egyértelmű, hogy nem igényelt definíciót (Ohgawa et al. 2007).

Meghatározó fogalmak (növényvédő szer, vegyszeres növényvédelem, stb.) időbeni és gyakorisági adatainak áttekintése a Google rögzített könyvek ngram keresőjével

Az n-gram a számítógépes nyelvészet egysége, egy adott nyelvi sorrend n tételre való felbonthatóságát jelenti. Az elektronikusan rögzített Google könyvek minden szava, sőt szókapcsolatai is az elterjedtebb nyelvek esetében kereshetők, és azok százalékos gyakorisága 1880 és 2000 között megjelent könyvek esetén diagram formájában megjeleníthető. A következőkben releváns angol, német és néhány esetben francia növényvédelmi kifejezések gyakoriságát vizsgáltam a növényvédelem trendjének és kritikus pontjainak diagnózisára. A Google könyvek adatbázisában legalább 1 024 908 267 229 token (a számítógépes nyelvészet és az információkeresés területén a token egy jeltípus előfordulása) és 95 119 665 584 mondat található (Michel et al. 2010).

A növényvédő szer a német Pflanzenschutzmittel tükörfordítása. A Pflanzenschutzmittel szó német nyelvterületen 1895-ben jelent meg nyomtatásban a Google books Ngram Wiever szerint, és a Google rögzítette német nyelvű könyvek 0,000000514%-ban említették meg. Ennek gyakorisága 2000-ben a 109 szerezére nőtt, s összesen a német könyvek 0.0000561%-ban szerepelt (Michel et al. 2010). A Pflanzenschutzmittel szó gyakorisága a könyvekben, kapcsolatban állhat a tartalom jelentőségével és gyakorlati alkalmazásával, azaz a vegyszeres növényvédelemmel, amely az ngram görbe eloszlásával arányos lehet. Az ábrázolt időtartományban 1927-ben, 1962-ben, 1975-ben és 1989-ben voltak törések, amelyek visszavezethetők a növényvédő szerek alkalmazása során tapasztalt kétségekre és csalódásokra. Az 1962-es visszaesés a DDT mellékhatásainak nyilvánosságra kerülését jelenthette (Carson, 1962), az 1975-ös pedig a DDT betiltását tükrözheti (United States Environmental Protection Agency (1972). Az 1989-es talán az integrált növényvédelem gondolatának megizmosodását jelentheti. A gyakorisági görbe 1991-ig folyamatosan növekedést mutat, majd innen 2000-ig kb. 20%-os visszaesés tapasztalható, ami talán a transzgénikus növények iránti figyelemmel magyarázható.

Nézzük meg mi a helyzet a növényvédő szerek angol megfelelőjével. A pesticide szó 1902-ben jelent meg s 2000-ig a gyakorisága az 54 szeresére nőtt. Gyakorisági görbéjén 1974-ben és 1994-ben láthatók visszaesések. Az 1974-es törés a DDT 1972-es visszavonására utalhat, az 1994-es dátum érdekes módon megegyezik az Egyesült Államok növényvédő szerekét is engedélyező hivatalának (FDA = Food and Drug Administration) 1994. május 18-án kibocsátott értékelésével, amely lehetővé tette a Flavr Savr ("flavor saver" CGN-89564-2) genetikailag módosított paradicsom kereskedelmi hasznosítását. Ez volt a genetikailag módosított növények bevezetésének hajnala (Anonymous, 1994).

A chemical control (= vegyszeres növényvédelem) 1889-ben jelent meg az angol szakirodalomban. 1957-ig gyakorisága kisebb megtorpanásokkal folyamatosan nőtt, majd 1964-ben megtorpan a növekedés (DDT effektus). Innen 1976-ig rohamosan nőtt (a piretroidok időszaka), majd hirtelen 1988-ig ismét csökkent. Ekkor volt egy kicsiny növekedés (imidakloprid?), majd 1992-től hirtelen csökkenés következett be (transzgénikus növények). A chemischer Pflanzenschutz kifejezést (= vegyszeres növényvédelem) először 1946-ban nyomtatták ki németül, amelynek gyakorisága folyamatosan nőtt. A növekedés 1964-ben megtorpan, és 1970-ig stagnált (DDT effektus). 1979-ig növekedés (piretroidok használata) majd csökkenés volt tapasztalható 1985-ig. Innen 1990-ig (neonikotinoidok), majd 1993-ig növekedés, de ettől a ponttól meredek csökkenés (transzgénikus növények) volt látható.

A francia lutte chimique (= vegyszeres növényvédelem) gyakoriságának eloszlása az angol és a német kifejezésekhez hasonló.

Az integrated pest management (= integrált növényvédelem) terminus technikus 1967-ben jelent meg az angol nyelvű könyvekben. 1992-ig folyamatosan nőtt. Innen 1995-ig stagnált, majd ezután meredeken csökkent, ami a transzgénikus éra közeledését jelentheti. Érdekes módon az integrierter Pflanzenschutz (= integrált növényvédelem) német megjelenése korábbi, 1956-ra tehető. Egy rövid 1974-75-ös megtorpanás kivételével 1992-ig folyamatos a gyakoriság növekedése, s innen meredek a zuhanás. A hasonlóság az angol IPM-el látványos, ugyanakkor a transzgénikus növények termesztése Németországban aránytalanul kicsiny az észak-amerikai helyzethez képest. A pontosság kedvéért megnéztem a francia ekvivalens kifejezést is, lutte intégrée (= integrált növényvédelem), amely követte a német változat eloszlását azzal a különbséggel, hogy 1979-től kb. 30%-os gyakoriság csökkenés látható. Ez után újabb csúcs következett 1992-ig, amit összeomlás követett. Franciaországban a transzgénikus növények termesztése szintén csekély, ami a kutatás szerepére utal.

A biological control, a biologischer Pflanzenschutz és a lutte biologique a biológiai növényvédelem idegen nyelvi megfelelőinek megjelenési ideje és gyakorisági eloszlása nagyon

különböző volt. Így a biological control első megjelenése 1866-ban, a biologischer Pflanzenschutz szóé 1958-ban és a lutte biologique kifejezése 1901-ben volt. Ezen adatok értékelése sokkal mélyebb és specifikusabb ismereteket igényel.

Megvitatás

Összességében, a keresett szavak időbeni gyakorisága megközelítő pontossággal érzékeltette a növényvédelmi eljárások változásait, s azok könyvi publikációkban való megjelenését. A több millió könyv elemzése alkalmas lehet általános trendek megrajzolására, de az egyes nyelvi és földrajzi területek eltérő fejlődése és sajátosságai leképezésére is. Figyelembe véve a tapasztalt kardinális pontokat, a környezetvédelmi és kommerciális érdekek ütközéseire lehet következtetni. Ez nagyon jól látható a DDT betiltásával kapcsolatos hosszú jogi küzdelemben az Egyesült Államokban (Wurster, 1975), amely pontosan tükrözi a növényvédő szer gyártók befolyását. A másik megfigyelés, hogy a bizonyított tudományos eredmények (Volterra törvény), a fenntartható fejlődés elveinek gyakorlati megvalósítása (integrált növényvédelem) mennyire nehéz a visszahúzó kereskedelmi érdekekkel szemben (Stern, Smith, van den Bosch, and Hagen, 1959; Smith and Reynolds, 1966; Odum, 1996; Ninomiya and Weinberger, 2003). Az ngram adatokból kirajzolt növényvédelmi trendek alakulásából következtetni lehet a kutatási irányokra is, amelyeket a kereskedelmi érdekek döntően befolyásolnak. Erre a legjobb példák a géntechnológiai eredmények növényvédelmi hasznosításának ellentmondásai (Andow and Hilbeck, 2004; Garcia and Altieri, 2005; Pearson, 2006; Gassmann et al. 2011; Bozsik 2013) illetve a Monsanto cég vitatott szerepe a DDT, agent orange, glifozát és a transzgénikus növények gyártásában és forgalmazásában. 2014-ben 181,5 millió hektáron folyt transzgénikus növények termesztése. A fő kultúrák szója, kukorica, gyapot és repce. A felhasznált fajták nagy része herbicid rezisztens vagy kombinált (herbicid és rovar rezisztens) fajták (James, 2014), amelyek vetésterületén glifozát gyomirtó szert alkalmaznak. Ez tehát biotechnológiai és vegyszeres védekezés. Ez a glifozát az, amelynek az emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásai kockázatosak (Mensah et al. 2015) és az EPA megkezdte a felülvizsgálatát (United States Environmental Protection Agency, 2015). Természetesen az insecticide, fungicide és herbicide szavakat valamint ezek német megfelelőit is vizsgáltam. Az insecticide/Insektizid kifejezések gyakorisága hozzávetőlegesen megfelelt a pesticide/Pflanzenschutzmittel szavakénak. A másik négy szónál csak az 1990-es évek csökkenése volt jellemző illetve az időbeni átfedések nagyon különbözőek voltak.

A vegyszeres, biológiai, integrált és biotechnológiai védekezés, mint kifejlesztési sorrend nem azonos a fejlettségi, a környezetvédelmi és biztonságossági igények sorrendjével. A növényvédelmi tevékenységet jellemző kifejezések gyakorisága világosan utal arra, hogy nagy területeken elsősorban vegyszeres és biotechnológiai növényvédelem folyik. Ezek alapján, valamint a kiindulási definíciók (vegyszer, növényvédő szer) fogalmi tisztázása után, egyértelmű létjogosultsága van a vegyszeres növényvédelem, vegyszer kifejezéseknek. Más országokban – utalva a növényvédő szerek alapvető tulajdonságára – irtószernek (kártévő ölőnek = pesticide) nevezik. A dolgokat nevükön szólítani, ez hozzátartozik az alapvető tájékoztatáshoz, a tudományos objektivitásról nem is beszélve. Iskoláztatásom alatt arra tanítottak, hogy egy tanárnak – működése során – mindig az objektív valóságot kell átadnia. Pontosabban az objektív valóság benne tükröződő árnyékképét, hogy hű maradjak a platóni hasonlathoz, amelynek el kell érnie legalább az értelmi ismeret szintjét.

Hivatkozások

- Andow, D.A., Hilbeck, A. 2004. Science-based risk assessment for non-target effects of transgenic crops. *BioScience* 54(7): 637-649.
- Anonymous 1994. New Tomato Developed through Biotechnology. <http://archive.hhs.gov/news/press/1994pres/940518.txt>
- Bognár S., Huzián L. 1979. Növényvédelmi állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 7-557.
- Bozsik A. 2013. A Bt-transzsgénikus növények néhány hatékonysági és környezeti hiányossága. *Növényvédelem*, 49 (10): 462-471.
- Carson, R. 1962. *Silent spring*. Houghton Mifflin Harcourt, 5-378. https://archive.org/stream/fp_Silent_Spring-Rachel_Carson-1962/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962_djvu.txt
- James, C. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY.
- Garcia, M.A., Altieri, M.A. 2005. Transgenic crops: Implications for biodiversity and sustainable agriculture. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25: 335-353.
- Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Keweshan, R.S., Dunbar, M.W. 2011. Field-evolved resistance to Bt maize by Western Corn Rootworm. *PLoS ONE* 6(7): e22629. doi:10.1371/journal.pone.0022629
- Mensah, P.K., Palmer, C.G., Odume, O.N. 2015. Ecotoxicology of glyphosate and glyphosate-based herbicides - Toxicity to wildlife and humans. In: Larramendy, M.L., Soloneski, S. (eds.):

Toxicity and hazard of agrochemicals <http://www.intechopen.com/books/toxicity-and-hazard-of-agrochemicals/ecotoxicology-of-glyphosate-and-glyphosate-based-herbicides-toxicity-to-wildlife-and-humans>

Metcalf, R.L. 1971. The chemistry and biology of pesticides. In : White-Stephens, R.H.(ed.) Pesticides in the environment. Marcel Dekker, Inc. New York, Vol. 1. Part 1. 5-270.

Giannopoulou, Z. 2015. Plato: Theaetetus <http://www.iep.utm.edu/theatetu/>

Michel, J-B., Shen, Y.K., Aiden, A.P., Veres, A., Gray, M.K., Brockman, W., The Google Books Team, Pickett, J.P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M.A., Aiden, E.L. 2010. Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. Science (Published online ahead of print: 12/16/2010)

Ninomiya, H., Weinberger, H.F. 2003. Pest control may make the pest population explode. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, 54: 869-873.

Nosticzius Á. 1983. Növényvédelmi kémia In: Loch J., Nosticzius Á. Alkalmazott kémia, Mezőgazdasági Kiadó, 201-363.

Odum, E.P. 1996. Ecology. A bridge between science and society. Sinauer Associates, Sunderland, 5-262.

Ohkawa, H., Miyagawa, H., Lee, Ph.W. (eds.) 2007. Pesticide chemistry. Crop protection, public health, environmental safety. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 1-497. <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Pesticides/Pesticide-Chemistry-Crop-Protection.pdf>

Pearson, H. 2006. Transgenic cotton drives insect boom. Secondary pests could undermine initial benefits of Bt cotton. <http://www.nature.com/news/2006/060724/full/060724-5.html>

Plato: Republic 28 (509d-511e): <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.01.0168%3Abook%3D6%3Asection%3D509d>

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.

United States Environmental Protection Agency 1972. DDT ban takes effect. <http://www2.epa.gov/aboutepa/ddt-ban-takes-effect>

United States Environmental Protection Agency 2015. Glyphosate. <http://www2.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/glyphosate>

Wikiszótár 2015 http://wikiszotar.hu/wiki/magyar_ertelmezo_szotar/K%C3%A9mia

Wurster, Ch.F. 1975. The decision to ban DDT.

Kis növényvédelmi etimológia: „agrozoológia”? „agrozoológus”?

Bozsik András* és Huzián László

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

Élelmiszertudományi és Környezetvédelmi Kar, Növényvédelmi Intézet

4032 Debrecen Böszörményi út 138.

**e-mail:bozsik@agr.unideb.hu*

Összefoglalás

A dolgozat az „agrozoológia”, „agrozoológusok” formai és szemantikai értelmét próbálja interpretálni. Meddig terjedhetnek az új szavak alkotásának határai? A szókincs építését, fejlesztését milyen jelentéstani, történeti ismérvek és követelmények határozzák meg? Van-e elismert intézményi kontroll az új szavak, vagy szóhasználat bevezetésében és használatában? Lehet-e hatása a pongyola, következtelen szóalkotásnak az adott kifejezés közelebbi vagy távolabbi használatára és a nyelv kifejező erejére?

A számítógépes keresés segítségével könnyen és biztosan számba vehető és értékelhető a vitatott kifejezés vagy az ennek megfelelő szemantikai formák elfogadottsága, és ezzel valódi jelentéstartalma. A múltbeli események vizsgálatára a számítógépes nyelvészet kínál módot. Ennek egyik lehetősége a Google ngram viewer = a Google rögzített könyvek ngram keresője. Az n-gram a számítógépes nyelvészet egysége, egy adott nyelvi sorrend n tételre való felbonthatósága. Ennek segítségével az előzetesen kiválasztott nyelveken csaknem tetszés szerinti szavak és kifejezések előfordulásának gyakorisága vizsgálható egy megadott időközben (1800 és 2000 között). Ez a gyakoriság az összes feltöltött könyv százalékában van megadva. A tanulmányozott kifejezések (agrozoology, zoology, entomology, applied zoology, applied entomology, agricultural entomology és ezek német és francia megfelelői) előfordulásának gyakorisága jellemezheti az adott kifejezések létezését, elfogadottságát a vizsgált időszakban. A vizsgálat bebizonyította, hogy az „agrozoológia” szóalak és megfelelő keresett formái Magyarországon kívül csak Belgiumban, ott is csak egyetlen intézmény nevében fordultak elő. Ezek a formák szabálytalanok, nem felelnek meg az elfogadott nyelvi formáknak. Az összes többi keresett szóalak tartalmában és tudománytörténeti beágyazódottságában a növényvédelmi állattan kifejezésnek felel meg. Az „agrozoológia” lexikális egység pongyola kifejezés, amely

használata csökkentheti az érthetőséget és hosszú távon akadályozhatja az elvont és logikus gondolkodást.

Kulcsszavak: „agrozoológia”, növényvédelmi állattan, szemantika, kohézió, számítógépes nyelvészet, társadalom

Abstract

The paper tries to interpret the formal and semantic meaning of the term “agrozoology”. As to the basic meaning of this word, it expresses all relationships with animals in agriculture. Thus, animal husbandry, veterinary activity, as well as agricultural entomology belong to this term. However, it is used in some Hungarian academic circles as agricultural entomology. Anyway, “agrozoology” is an unnecessary term because there is a wholly accepted and accurate Hungarian term: növényvédelmi állattan = agricultural entomology. Where are the limits of the creation of new words? What kinds of semantic, historic criteria and demands can determine the building and development of the vocabulary and terminology? Whether there is recognized institutional control on the introduction and use of new words and terms? May have sloppy, inconsistent word creation any impact on the use and expression mode of a language?

Computer search can help to easily and certainly find, evaluate the acceptance and real connotation of a questioned lexical unit or its equivalent semantic forms. Computational linguistic offers opportunity for investigation of events in the past. One of its options is the Google Books Ngram Viewer, an online search engine that charts frequencies of any set of comma-delimited search strings using a yearly count of n-grams found in sources printed between 1800 and 2000. In computational linguistics, an n-gram is a contiguous sequence of n items from a given sequence of text or speech. The studied expressions were: “agrozoology”, zoology, entomology, applied zoology, applied entomology, agricultural entomology and their German and French equivalents. The frequency of these words can characterise their existence and acceptance in the investigated period. The Google search proved that the „agrozoology” occurred – except Hungary – only in Belgium (there in the name of a mere institute). As to the ngram search, the lexical items “agrozoology”, “Agrozoologie”, “agrozoologie” are not existing pseudo units. All the other searched word forms corresponded in meaning and historical environment to the Hungarian agricultural entomology meaning. The „agrozoology” and its equivalent forms are careless linguistic phenomena of which use may decrease the understanding and may hamper the abstract and logical thinking in the long term.

Keywords: „agrozoology”, zoology, agricultural entomology, applied entomology, semantics, cohesion, computational linguistics, society

Bevezetés

A pontatlan és félreérthető kifejezésekről beszélgettem sok évvel ezelőtt kedves tanárommal, Huzián Lászlóval. Példaképpen leemelt a polcáról két jegyzetszerű kötetet. Nézd, mondta, ilyen tudomány nem létezik, mint ahogyan a művelőinek megnevezése kognitív szempontból kétséges. A bemutatott mű a Seprős I. (1986) szerkesztette „Agrozoológia” volt. Tudod, ez alapján a juhászok is „agrozoológusok”. Ahogyan írom ezt a kéziratot az „agrozoológus”, „agrozoológia” szavak piros színnel jelennek meg a számítógép képernyőjén, ami azt jelenti, nem felelnek meg a magyar szókinsznek. A nyelv a második jelzőrendszer, a tények gondolati megjelenítésének eszköze, amely elvezet az absztrakcióig. A nyelvi eszközök pontossága feltétele a pontos cselekvésnek és tervezésnek. Ez azonban csak hozzávetőleges szabály. A nyelv önálló létezéssel bír. Van múltja, jelene és jövője, tehát folyamatosan változik. A kérdés az, hogy a változások megfelelnek-e a nyelv struktúrájának és céljának. Figyelembe véve az emberi megismerés platóni öt fokozatát: találgatás, sejtés, hiedelem, értelmi ismeret és a szellemi megismerés, a hétköznapi életben az értelmi megismerés csaknem elegendő. Innen a tudás filozófiai értelemben nem más, mint igazolt helyes vélemény vagy hiedelem (Plató in Perseus Digital Library, 2013; Giannopoulou, 2015). Az út a tudáshoz elsősorban közvetlen tapasztalaton át vezet, de a másik lehetőség a tudás továbbadása, amely az emberi kultúra alapja. Ebben pedig a nyelv nélkülözhetetlen. A következő rövid eszmefuttatás azt célozza, hogy léteznek-e „agrozoológusok”, létezik-e „agrozoológia”, mint elismert nyelvi vagy tudományos kategória? Van-e hatása egy formai struktúrának a tartalomra?

Mi az „agrozoológia”?

Mi az „agrozoológia”? A Word szövegszerkesztő magyar nyelvi ellenőrző programjának válasza: Nem találunk hasonló szavakat. A WikiSzótár válasza ugyanerre a kérdésre: Nincs egyezés a megadott szöveggel. Az „agrozoológia” nem létező, de könnyen felbontható mesterséges összetett morfológiai, lexikai, szemantikai nyelvi egység. Az „agro-”, melléknévi előtag, jelentése mezőgazdasági, növénytermesztéssel és állattenyésztéssel kapcsolatos, pl. agrobiológia (WikiSzótár, 2016). Eredeti latin jelentése föld. A zoológia létező főnév, jelentése

állattan. Eredeti görög jelentése állattudomány (zoon-logosz). Az „agrozoológia” tehát egy nem elfogadott latin, görög szóösszetétel. Itt Magyarországon évente általában egyszer lehet találkozni e szóval a Növényvédelmi Tudományos Napok állattani szekciójának megnevezésénél. Ezek alapján az „agrozoológia” növényvédelmi állattant akar jelenteni. Hogyan nevezik a növényvédelmi állattant magyarul? Növényvédelmi állattannak! Nézzük meg, hogy az „agrozoológia” szó valódi jelentése milyen formát ölt(ött) a legfontosabb európai nyelvekben, illetve van-e ilyen megnevezés más országokban? A keresés egyszerű, de megbízható eszköze a Google kereső program. Innen ez a szó Magyarországon egyértelműen Seprős munkájára, a Növényvédelmi Tudományos Napokra és a növényvédelmi állattan hivatalosan tudományosított elnevezésére utalhat.

Van-e ilyen formájú angol szó („agrozoology”)? Igen, van, Belgiumban. A Genti Egyetem Növényvédelmi Tanszékének állattani kutatócsoportja a „Laboratory of Agrozoology” (Laboratorium voor Agrozoölogie), amely növényvédelmi állattannal foglalkozik.

<http://www.ugent.be/bw/crop-protection/en/research-groups/agrozoology>

Ez az egyetlen angolosított intézményi kifejezés nem tekintve a magyar alak angolra változtatott alakjáról. Sem az Egyesült Királyságban, sem az Egyesült Államokban vagy Ausztráliában ilyen szó nincs használatban, nem létezik. A Genti Egyetem említett laboratóriuma tehát növényvédelmi állattannal foglalkozik. Ennek angol ekvivalense agricultural entomology, ami mezőgazdasági rovarstan, azaz a mai magyar szóhasználat szerint növényvédelmi állattan (Hill, 1994, van Emden, 2013).

Vizsgáljuk meg, hogy az „agrozoológia” alaktani egység és a növényvédelmi állattan, mint tudományág és tantárgy milyen formában jelent meg jelentős tudományos múlttal rendelkező országokban a közelebbi és távolabbi múltban. Ennek legegyszerűbb vizsgálati lehetősége az interneten lévő n-gram kereső. Az n-gram a számítógépes nyelvészet egysége, egy adott nyelvi sorrend n tételre való felbonthatóságát jelenti. Az elektronikusan rögzített Google könyvek minden szava, sőt szókapcsolatai is az elterjedtebb nyelvek esetében kereshetők, és azok százalékos gyakorisága az 1800 és 2000 között publikált könyvek esetén diagram formájában megjeleníthető. A következőkben releváns angol, német és francia kifejezések gyakoriságát vizsgáltam a növényvédelmi állattan elismert szemantikai megfelelői és az „agrozoológia” morfológiai egységeire nézve. A Google könyvek adatbázisában legalább 1 024 908 267 229 token (a számítógépes nyelvészet és az információkeresés területén a token egy jeltípus előfordulása) és 95 119 665 584 mondat található (Michel és mtsai, 2010). A keresett alaktani egységek „agrozoology”, „Agrozoologie” és „agrozoologie” voltak. Íme, az angol keresés példája:

https://books.google.com/ngrams/graph?content=agrozoology&year_start=1800&year_end=2000&corpus=15&smoothing=3&share=&direct_url=

A válasz minden esetben ez volt: Nincs ilyen létező ngram. Tehát 1800 és 2000 között a feltöltött Google könyvekben angolul, németül és franciául nem fordult elő ilyen alaktani struktúra.

Ellenben itt láthatók az ekvivalens szemantikai formák keresésének eredményei az előbb említett nyelveken (a keresőszavak utáni dátum az adott szó a vizsgált időköz legalább első előfordulási időpontja):

angol: zoology (állattan, 1800), applied zoology (alkalmazott állattan, 1848), entomology (rovattan, 1800), applied entomology (alkalmazott rovattan, 1800), agricultural entomology (mezőgazdasági rovattan, ez felel meg a növényvédelmi állattan fogalmának, 1836).

német: Zoologie (1800), angewandte Zoologie (alkalmazott állattan, 1800), Entomologie (1800), angewandte Entomologie (alkalmazott rovattan, 1846), landwirtschaftliche Entomologie (mezőgazdasági rovattan = növényvédelmi állattan, 1846).

francia: zoologie (1800), zoologie appliquée (alkalmazott állattan, 1800), entomologie (1800), entomologie appliquée (alkalmazott rovattan, 1830), entomologie agricole (mezőgazdasági rovattan = növényvédelmi állattan, 1830).

Ezeket a kifejezéseket a megadott időpontok óta folyamatosan használják a szakirodalomban (<https://books.google.com/ngrams>).

Megvitatás

Az ngram kereső eredményei megmutatták az állattan, alkalmazott állattan, növényvédelmi állattan létező és elfogadott leggyakoribb formáit. Ezek alapján a helyes szemantikai és történeti forma magyarul növényvédelmi állattan. Visszaugorva az alaphelyzethez, az „agrozoológia” formát Magyarországon növényvédelmi állattan értelemben használják. Kifejezi-e azt? Az „agrozoológia” nagyon széles jelentéssel bíró, nyelvi szempontból nem elfogadott forma. Az egész mezőgazdasági termelési folyamat állattani ismereteit célozza. Idetartozhat tehát a növényvédelmi állattan, az állatorvosi károsodások/megbetegedések állattani vonatkozásai (pl. férgek, bolhák, tetvek, szúnyogok, kullancslegyek, bagócsok, rühatkák, stb.) Ugyanakkor jelentéstani értelemben az összes tenyésztett állat, a birkától a méhig, sőt, ha a vadgazdálkodás mezőgazdasági tevékenység, akkor az állattenyésztők mellett a vadgazdálkodók is „agrozoológusok”. Kis túlzással tehát a juhászok alapfokú „agrozootechnikusok” hasonlóan a 80 órás növényvédőkhöz. Az „agrozoológia” tehát jelentéstani, tudománytörténeti szempontok és a

nyelvi realitások alapján egyaránt pontatlan, pongyola kifejezés, amely nem ekvivalens a minden szempontból pontos és kifejező növényvédelmi állattan létező szóalakkal. Erről tanúskodnak az egyetemeken elfogadott tantárgy nevek (növényvédelmi állattan), de a kiadott tankönyvek címei is: pl. Bognár és Huzián (1979): Növényvédelmi állattan vagy a Jermy és Balázs (1988) szerkesztette A növényvédelmi állattan kézikönyve sorozat.

Az „agrozoológia” szóalak születése Magyarországon 1986-ban volt, azóta használják. A használat azonban nem töretlen, mert 2001-ben újra kiadták az alapmű mindkét kötetét „Kártevők elleni védekezés” címen (Seprős, 2001). Lehet, hogy a szerzők vagy a szerkesztő felülvizsgálták a korábbi szóalkotást, és ezért egy helyes magyar kifejezést választottak? Nem tudni. A szóalak azonban az évi egyszeri konferencia megjelenéssel, annak nyomtatott formáival és bizonyos hivatalos/félhivatalos felvillanásaival tovább vegetál.

Milyen következményei lehetnek az ilyen pongyolaságnak? Rövidtávon feltehetően nem sok, különösen, ha nem tudatosodik a felhasználókban. Hosszú távon azonban, ha sok hasonló pontatlan kifejezés halmozódik föl, megnehezítheti a megértést, lassíthatja és akadályozhatja a kommunikációt. A nyelv struktúrájának és kifejező erejének megcsonkulására gondolni sem merek. A nyelv, mint létező, élő, fejlődő entitás védekezhet, a sikertelen kimérákat kivetheti magából, mint az intenzíven fejlődő kukorica a fritlégy nyüveit. Legyen ez az írás reményt keltő próbálkozás, hogy a dolgok a helyükre kerülnek, és a szavak formája és jelentése egymással pontosan megegyezve, elősegítik a megértést. A megértést, amely annyiban meghatározó, hogy ha valaki saját magát nem tudja pontosan meghatározni, hogyan fogja ellátni a feladatát?

A dolgokat valódi nevükön szólítani hozzátartozik az alapvető tájékozódáshoz a második jelzőrendszer néha ijesztő labirintusában. Ez a labirintus amennyiben elvezett a kijárat(ok)hoz, segíthet tájékozódni az objektív valóság viszonyai között. Pontosabban kifejezve, jobban láthatjuk az objektív valóság bennünk tükröződő árnyékképét, mint azt a platóni hasonlat körvonalazza, amelynek el kell érnie legalább az értelmi megismerés szintjét.

Hivatkozások

- Bognár S., Huzián L. 1979. Növényvédelmi állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 7-557.
Giannopoulou, Z. 2015. Plato: Theaetetus <http://www.iep.utm.edu/theatetu/>
Hill, D.S. 1994. Agricultural entomology, Timber Press, Inc. Portland, pp. 634.
Jermy T. és Balázs K. (szerk.) 1988. A növényvédelmi állattan kézikönyve I. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 443.
Latin-Magyar szótár 2016. <http://dictzone.com/latin-magyar-szotar/agro>

Michel, J-B., Shen, Y.K., Aiden, A.P., Veres, A., Gray, M.K., Brockman, W., The Google Books Team, Pickett, J.P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M.A., and Aiden, E.L. 2010. Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science* (Published online ahead of print: 12/16/2010)

Plato: Republic 509d-511e

<http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.01.0168%3Abook%3D6%3Asection%3D509d>

Roth, S. 2014. "Fashionable functions. A Google ngram view of trends in functional differentiation (1800-2000)". *International Journal of Technology and Human Interaction*, 10: 34-58. <http://ssrn.com/abstract=2491422>

Seprős I. (szerk.) 1986. *Agrozoológia I-II. Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, Budapest*, pp. 532.

Seprős I. (szerk.) 2001. *Kártevők elleni védekezés I.II. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest*, pp. 389.

van Emden, H. F. 2013. *Handbook of Agricultural Entomology*, Wiley-Blackwell, pp. 334.

WikiSzótár 2016. <http://wikiszotar.hu/index.php?search=agrozoologia>

Zoológia (címszó) 2016. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Zoologia>

62. Növényvédelmi Tudományos Napok konferencia programja 2016.

http://www.magyarovenyvedelmitarsasag.hu/NTN/62_NTN_Program.pdf

**Repebecő-ormányos *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera:
Curculionidae) imágókon végzett piretroid (lambda-cihalotrin)
rezisztencia vizsgálat**

**Gombai Balázs^{1*}, Szántóné Veszélka Mária², Farkas István³, Havasréti Béla⁴,
Hegedűsné Baranyai Nóra¹ és Marczali Zsolt¹**

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

²Nógrád Megyei Kormányhivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági és Földművelésügyi Főosztály,
Növény- és Talajvédelmi Osztály, 2660 Balassagyarmat Mártírok útja 78.

³Vas Megyei Kormányhivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági, Növény- és Talajvédelmi Főosztály,
Növény- és Talajvédelmi Osztály, 9762 Tanakajd, Ambrózy sétány 2.

⁴Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági és Földművelésügyi
Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, 9028 Győr, Arató u. 5.

*e-mail: balazsgombai@gmail.com

Összefoglalás

A *Ceutorhynchus* genusba tartozó repebecő-ormányos az őszi káposztarepce egyik fontos kártevője. Hazánkban négy különböző helyen gyűjtött imágókon végeztünk el piretroid (lambda-cihalotrin) rezisztencia vizsgálatot az IRAC 31. módszere szerint. Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált egyedek a fogékony kategóriába tartoznak, mivel a mortalitás 0,015 µg/cm² esetén 100% volt. Már a legkisebb dózis a 4%-os kezelések (0,003 µg/cm²) esetében is jelentősebb imágó mortalitást tapasztaltunk.

Kulcsszavak: *Ceutorhynchus obstrictus*, rezisztencia, IRAC, piretroid

Abstract

One of the most important pests of the winter oilseed rape is cabbage seed weevils. We used IRAC 31 method pyrethroid resistance test with lambda-cyhalotrin on the collected beetles from four different places of Hungary. According to our examination the tested beetles were in

susceptible category because the mortality on 0,015 µg/cm² dose was 100%. In case of the lowest dose on 0,003 µg/cm² we experienced significant mortality.

Keywords: *Ceutorhynchus obstrictus*, resistance, IRAC, pyrethroid

Bevezetés

Az őszi káposztarepce, *Brassica napus* L. (Brassicaceae) termesztésének sikerét számos tényező befolyásolja, amelyek közül meg kell említeni a kártevők által előidézett terméscsökkenést. A tavaszi aspektusban fellépő *Meligethes* spp. fajok mellett a repcebecő-ormányost, *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham, 1802) (Coleoptera: Curculionidae) szintén az őszi káposztarepce fontos kártevőjének tekintjük. Egész Európában jelen van, Magyarországon közönséges, mindenütt előforduló faj (Endrődi 1968). A súlyos kártétel kialakulásában a lárva játszik fő szerepet, mely a becőben a magkezdeményt, illetve a magot rágja meg. Hoffmann és Nepven (1950) szerint a becőnkénti 1-5 lárvá jelenléte akár 80%-os magvesztéset jelenthet.

A szintetikus piretroidokat széles körben alkalmazzák mezőgazdasági rovarirtóként. A piretroidok a központi idegrendszerben fejtik ki hatásukat, elsődleges célpontjuk a feszültségfüggő Na⁺-ioncsatornák kinetikájának megváltoztatása (Chinn és Narahashi, 1986). A piretroidokkal szembeni rezisztencia kialakulásában (*Meligethes aeneus* esetében) döntő többségben a citokróom P450-es enzimcsaládnak van szerepe, mivel az oxidatív metabolizmusban vesznek részt (Zimmer és Nauen, 2011). Napjainkban, Európa tradicionális repcetermesztő országaiban, már különböző mértékben megfigyelhető a piretroid szembeni rezisztencia *Meligethes* spp. fajok esetében (Ballanger és mtsai., 2003 Wegorek, 2005). Heimbach és Müller (2013) Németországban 2009–2011-ben végzett kutatásaikban csökkentett érzékenységet mutattak ki már repcebecő-ormányos populációkban is. Az IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) módszerét alkalmazva végeztünk piretroid rezisztencia vizsgálatokat 2016 áprilisában, a Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Állattan Osztály laboratóriumában.

Anyag és módszer

A tesztek módszere az IRAC 31. szabványa volt. Vizsgálatainkhoz a lambda-cihalotrint használtuk. Magyarország Nyugat-Dunántúl régiójából 3 helyről (Győr, Sorkifalud, illetve Keszthely), és Észak-Magyarország régiójából Balassagyarmatról gyűjtött imágókkal

dolgoztunk. A kifejlett *Ceutorhynchus obstructus* egyedeket fűhálózással gyűjtöttük be. A bogarakat ezek után műanyag zacskókba tettük. Figyeltünk, hogy túlzottan magas hőmérséklet, páratartalom ne érje a gyűjtött rovarokat. Életképességük megőrzése végett, száraz papírtörőre helyezett repce leveleket és virágokat is helyeztünk a zacskókba. A laboratóriumban a bogarakat, kondíciójuk visszanyerése érdekében (a kísérletet negatívan ne befolyásolja) egy sűrű szövésű, tetővel ellátott műanyag gyűjtőedénybe helyeztük körülbelül 1 napra. A gyűjtőedénybe táplálékforrássul szintén táplálékforrássul repce virág és levél került, és így tároltuk őket szobahőmérsékleten 20–22°C-on. A kísérlethez 2,27 cm átmérőjű és 8,6 cm hosszú, 20 ml-es átlátszó üvegcséket használtunk. A felszín kiszámításánál csak az üvegcsé alsó lapjának átmérőjét, illetve palástját vettük figyelembe ($A=58,218 \text{ cm}^2$), mivel az aktív hatóanyag csak ezen részekkel érintkezett a felvitel során. A kísérlet során a 3 különböző dózissal 4%-os ($0,003 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), 20%-os ($0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), valamint 50%-os kezelés ($0,0375 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) és a kezeletlen kontrollal 2 ismételtsben dolgoztunk. Az ismert koncentrációjú hatóanyagot egy 500 ml-es normál lombikban acetonban felhígítottuk majd egy Dragon med pipetta (100–1000 μl) segítségével jutattuk az üvegcsékbe a felszínnek megfelelő hatóanyagot. Ezek után egy házilag készített üveg forgató segítségével, egy elszívó fülkében körülbelül 4 óra forgatás során az acetont elpárologtattuk. A teszt végrehajtásához 10 darab életképes, jó kondícióban lévő egyedeket helyeztünk az előkészített üvegcsékbe, majd kupakkal lezártuk. Ezek után egy szekrénybe (sötétebb helyre) helyeztük az üvegcsékben lévő bogarakat, hogy a fény ne gyorsítsa a hatóanyag bomlását, majd 24 óra elteltével, megkezdjük a mortalitás vizsgálatot.

A bogarakat az üvegcsékből egy fehér A4-es lapra rajzolt 15cm átmérőjű kör közepére helyeztük. Annak a hipotézisnek az igazolására, hogy az egyes kezelések között van-e szignifikáns különbség, a repcebecő-ormányos imágók pusztulását tekintve az egytényezős varianciaanalízist alkalmaztuk, 5%-os szignifikancia szint mellett. A próbastatisztikai értékek és a p érték meghatározását követően (ANOVA), amennyiben $p < 0,05$ így elvetésre került a H_0 hipotézis az ellenhipotézissel szemben. Ezt követően a Fisher-féle eljárás során szignifikáns differencia kiszámolására került sor, mellyel megvizsgáltuk, hogy a kontroll és a kezelések között páronként van-e szignifikáns különbség. Szignifikáns különbség akkor van, ha $|\overline{x_i} - \overline{x_j}| > SZD$ (Szűcs, 2002). A dózis-válasz összefüggés vizsgálatára a Probit-analízist alkalmaztuk. A statisztikai eljárás lényege hogy megkapjuk az LD_{50} értéket 95%-os konfidencia intervallum tartományban (Huzsvai, 2004–2011).

Eredmények

A kontrollok esetében egyszer sem volt 20%-nál (teljes vizsgált egyedszámot figyelembe véve 15%) magasabb mortalitás, így a módszer alapján kísérleteinket sikeresnek mondhatjuk. A kezelésekből, a mortalitást vizsgálva a kezelést követő 24. órai értékelésnél, 3 csoportot (élő elpusztult illetve, aktív mozgásra nem képes, pusztulófélben lévő egyedek) tudtunk elkülöníteni. A harmadik csoport az általunk használt eredeti módszer kiértékelésében nem szerepel. A csoport létrehozásának célja az volt, hogy a kezeléseket követő 24 óra után, a kezelésekre adott reakciókat pontosabban lehessen jellemezni. Az aktív mozgásra nem képes, pusztulófélben lévő egyedeket – 24 óra után tovább vizsgálva – teljes mortalitás jellemezte. A statisztikai értékelésnél, így csak élő/elpusztult egyedeket vettünk figyelembe.

A 4 különböző földrajzi helyről nyert adatokból következőket figyeltük meg. A 4%-os kezelések ($0,003 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) hatására nagyobb mértékű mortalitást detektáltunk (Keszthely 1 Balassagyarmat 2, valamint Győr 2 élő egyed). Az elpusztult egyedek és az aktív mozgásra nem képes, pusztulófélben lévő egyedeket összevonva azt tapasztaltuk, hogy kezelése alá vetett egyedek több, mint 90%-a tartozott ide. A 20 %-os ($0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), kezelése esetében nem találtunk élő bogarakat. Az 50%-os ($0,0375 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) kezelése esetében végül 100%-os pusztulást tapasztaltunk. Mivel a mortalitás az érzékenységi besorolási rendszer alapján $0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ esetén 100% volt, így mind a 4 helyről gyűjtött imágókról elmondható, hogy a fogékony kategóriába tartoznak.

Megvitatás

Az adatokból elvégzett egytényezős varianciaanalízisből a következők állapíthatók meg: A vizsgálat során a nullhipotézis elfogadása igazolja, hogy a kontrollban és a kezelésekből átlagos repcebecő-ormányos imágók pusztulása nem mutat szignifikáns különbséget. Az ellenhipotézis ezzel szemben azt mondja, hogy van legalább egy olyan kezelés, amely szignifikánsan eltérő eredményt ad a többitől. A négy vizsgált területen, a gyűjtött minták alapján, a varianciaanalízis (ANOVA) egyértelműen bebizonyította, hogy a nullhipotézist el kell vetni, hiszen a p értékek 0,05-nél alacsonyabbak voltak (Keszthely: $p=0,000168$, Győr: $p=0,0000451$, Sorkifalud: $p=0,0000395$, Balassagyarmat: $p=0,000168$). A Fisher-féle szignifikáns differencia (SZD α) értéket mind a négy területről gyűjtött adatoknál kiszámolva, páronként összevetve az átlagok abszolút különbségével megállapítható, hogy szignifikáns különbség csak a kontroll és a 4%-os kezelés, a kontroll és a 20%-os kezelés, valamint a kontroll és az 50%-os kezelés között volt. A

probit függvény által becsült 50%-os reakcióhoz tartozó dózis nagysága a következők: Győr (LD₅₀: 1,788%) Keszthely és Balassagyarmat (LD₅₀: 1,546%, Sorkifalud (LD₅₀: 0,807%).

Összességében elmondható, hogy a kapott eredmények alapján nem lehet rezisztenciát vagy csökkentett érzékenységet kimutatni a vizsgált bogarak esetében. A 4%-os kezelések (0,003 µg/cm²), mint a legkisebb dózis már alkalmas volt arra, hogy nagyobb mértékű mortalitást fejtsen ki laboratóriumi körülmények között.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a NÉBIH NTAI Velencei Növényvédőszer-analitikai Laboratórium vezetőjének dr. Solymosné Dr. Majzik Etelkának, aki biztosította a kísérlet végrehajtásához szükséges hatóanyagot.

Hivatkozások

- Ballanger, Y., Detourne, D., Delorme, R. & Pinochet, X. 2003. Difficulties to control pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) in France revealed by unusual high level infestations in winter rapefields. GCIRC, 11th International Rape seed Congress, Copenhagen, 6–10. July 2003, 3: 1048–1050.
- Chinn, K. & Narahashi, T. 1986. Stabilization of sodium channel states by deltamethrin in mouse neuroblastoma cells. *J Physiol*, 380, 191–207.
- Endrődi S. 1968. Ormányosbogarak IV. – Curculionidae IV. In. Magyarország Állatvilága – Fauna Hungariae, X. 7. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Heimbach, U. & Müller, A. 2013. Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. *Pest Management Science* 69:209–216.
- Hoffmann, A. & Nepven, P. 1950. Observations sur les insectes nuisibles aux cultures grânières dans le Vancluse et dans la Drôme. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, 29 (1–6): 48–53.
- Huzsvai L. 2004–2011. Biometriai módszerek az SPSS-ben, SPSS alkalmazások, 133–139.
- Szűcs I. 2002. Alkalmazott statisztika. Agroiinform Kiadó, Budapest, 251–260.
- Wegorek, P. 2005. Preliminary data on resistance appearance of Pollen Beetle PB (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids, organophosphorous and chloronicotynyls insecticide, in 2004 year in Poland. *Resistant Pest Management Newsletter*, 14(2): 19–21.

Zimmer, C. T. & Nauen R. 2011. Cytochrome P450 mediated pyrethroid resistance in European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 100: 264–272.

European stone fruit yellows (ESFY) and its vector (*Cacopsylla pruni*, Scopoli) presence in Borsod-Abaúj-Zemplén County

Dominika Bodnár and Gábor Tarcali

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Debrecen, Debrecen

e-mail: bodnrominika.dominika5@gmail.com; tarcali.gabor@gmail.com

Abstract

European stone fruit yellows is one of the most serious diseases of peaches, cherries, sour cherries and in addition to apricots. The pathogen causing the disease now known as '*Ca. Phytoplasma prunorum*'. The disease was diagnosed first time in 1992 in Hungary. During the spread of the disease it has reached Borsod-Abaúj-Zemplén County as well. Since the release, it became generally widespread and seriously threatens the growing of susceptible plants, especially of apricot. In 2009 and 2010 in Borsod-Abaúj-Zemplén County more stone plantation was carried out tests to determine the extent of the infestation. The majority of stocks evaluated severe infection have been identified that were confirmed by laboratory tests. During the tests, samples from 28 different stone fruit plant (apricots, peaches, cherries, sour cherries, wild plum / *Prunus cerasifera* /) were analyzed, of which 13 proved phytoplasma infected in the laboratory tests. From the time of the tests were carried out in 2009, the rate of destruction due to ESFY in the apricot trees of the region of Boldogkőváralja amounted to 70-80% to the year 2014. In 2014 the samples from a three years old apricot tree, derived from the settlement also gave positive results in the PCR test, to which varieties was 'Gönci kajszi'. Previously samples from such a young apricot tree has not been detected phyatoplasma infection. Vector of the ESFY, the plum psylla (*Cacopsylla pruni*) was observed during the examination of possible swarming routes, and 41 individuals were collected to search phytoplasma infection in 2016 in region of Boldogkőváralja. The '*Ca. Phytoplasma prunorum*' can be said to be widespread in the stone fruit orchards of Borsod-Abaúj-Zemplén County, and the disease means serious hazards to the stone fruits, especially the cultivation of apricots.

Keywords: European stone fruit yellows, peach, sourcecherry, cherry, apricot, *Prunus ceasifera*, plum psylla, ESFY, '*Ca. Phytoplasma prunorum*'

Összefoglalás

A csonthéjasok európai sárgasága az őszibarack, a cseresznye, és a meggy mellett a kajszinak is az egyik leg súlyosabb betegsége. A betegséget okozó kórokozó jelenleg 'Ca. Phytoplasma prunorum' néven ismert. A betegséget először 1992-ben diagnosztizálták Magyarországon. Terjedése során a betegség elérte Borsod–Abaúj–Zemplén megyét is. Megjelenése óta általánosan elterjedté vált és komoly mértékben veszélyezteti a fogékony növények termesztést, különösen a kajsziét. 2009-ben és 2010-ben Borsod–Abaúj–Zemplén megyében több csonthéjas ültetvényben végeztek vizsgálatokat, a fertőzöttség mértékének megállapítására. A vizsgált állományok többségénél súlyos mértékű fertőzést állapítottak meg, amelyet laboratóriumi vizsgálatokkal is igazoltak. A vizsgálatok során 28 különböző csonthéjas növényről (kajszi, őszibarack, meggy, cseresznye, vadszilva [*Prunus cerasifera*]) származó mintát vizsgáltak, amelyből 13 fitoplazma fertőzöttnek bizonyult a laboratórium vizsgálatok során. A 2009-ben elvégzett vizsgálatok idejétől Boldogkőváralja térségében a kajszi fák ESFY miatti pusztulásának aránya 2014-re elérte a 70-80%-ot. 2014-ben a településről származó 3 éves Gönci kajszi fajtájú fáról származó minták is pozitív eredményt adtak a PCR vizsgálat során, korábban ilyen fiatal kajszi fáról származó mintából még nem mutattak ki fitoplazma fertőzöttséget. 2016-ban Boldogkőváralja térségében az ESFY vektorának, a szilva levélbolhának (*Cacopsylla pruni*, Scopoli) vizsgálata során megfigyeltük a lehetséges rajzási útvonalakat és 41 egyedet gyűjtöttünk fitoplazma fertőzöttséget keresve bennük. Borsod–Abaúj–Zemplén megyében, a csonthéjas ültetvényekben a 'Ca. Phytoplasma prunorum' általánosan elterjedtnek mondható és komoly veszélyeket jelent a csonthéjasok, különösen a kajszi termesztésére.

Kulcsszavak: csonthéjasok európai sárgasága, őszibarack, meggy, cseresznye, kajszi, vadszilva, szilvalevélbolha, ESFY, 'Ca. Phytoplasma prunorum'

Introduction

The phytoplasma diseases cause increasing damage to orchards around the world. Particularly, the European stone fruit yellows (ESFY) causing increasing concern in our country. The disease has had many names as mycoplasma-like organisms (MLOs) (Mergenthaler, 2004). Since the first appearance in the country, the disease stepped forward to one of the most serious disease of the apricots, cherries, peaches, and sour cherries. In Hungary, the pathogen was detected first time by laboratory tests from apricots in 1992 (Süle, 1999). The disease during its spreading

reached Borsod-Abaúj-Zemplén County, thus greatly endangering the apricot cultivation, because the most fertile terroir of the country (Gönci terroir) is in this county, which accounts for 40% of the national apricot yield. The pathogen causing yield loss, deterioration, reduction in the life of the bearing trees or tree death. Progress is rapid, appropriate protection against it is not yet known, so the producers can only base the protection on prevention. The prevention is limited to the infection-free planting material use, and the defense against the vector (Viczián et al., 1998). In 2009 and 2010, more comprehensive studies have been conducted in the county stone plantations, in order to shed light on the extent of their infection. In doing so 28 different samples from stone plant (apricot, peach, sour cherry, cherry, wild plum) were examined, which came from different towns. 13 from them proved to be infected according to laboratory tests (Tarcali et al., 2010). From samples which was from a 3 years old apricot, which varieties was 'Gönci Kajszi', infection was detected. Previously, from samples which came from younger than 3 year-old trees, this failed. In 2016 we studied the swarming routes of the vector, the plum psylla (*Cacopsylla pruni*, Scopoli), of the pathogen, and also investigated their phytoplasma infection in the areas of Boldogkőváralja.

Material and method

1.

The terrain tests in 2009 and 2010 were carried out from August onwards in several stone fruit orchards in the county, in order to visually diagnose the disease and judging the extent of the infestation. (Figure 1)



Figure 1. Examined areas

In the examined plantation the infection ratio (I%) and infection index (Ii) (according to a classification system, which is contained in Table 1) were determined based on visible symptoms in which the trees were qualified in a 1-5 grading scale number.

Table 1. Classification scale to determine the infection index (Ii)

Degree	Symptoms
I	Healthy tree
II	Initial symptoms on 1 branch
III	Initial symptoms on several branches
IV	One or more dead branches
V	Dead or felled tree

The first stage was the aseptic tree, the second stage was the tree with initial symptoms on one branch of the tree, the third one was the tree with initial symptoms on more branches of the tree, the fourth one was the tree with one or more dead branches of the tree, and the fifth stage was the tree which was dead or had been cut. To determine the extent of the infestation, we selected sample area, which contained 100 pieces of tree or fruit trees in a row in each plantations, where the trees were grade 1-5 grading scale numbers were qualified. Plant samples were collected from the supposedly infected trees, based on the visible symptoms (living leaves, pieces of branches, which were about as thick as a pencil and pieces of roots). The collected samples were placed in bags with identification and stored and transported in cooler.

In laboratory tests the PCR method was used to detect infection. The DNA extraction was performed based on method of Doyle and Doyle (1990) using CTAB extractin buffer (2.5% CTAB, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, 100 mM Tris (pH 8.0), 1% PVP 500 ml distilled water which was added 0.2% mercaptoethanol before to use). The processed crop samples of about 0.5 g in a sterile mortar with addition of CTAB buffer was homogenized, and then follow the steps provided we extracted the DNA from the samples. The DNA pellet was dissolved in sterile distilled water 50-100µl or modified TE solution (10 mM Tris, 0.1 M EDTA). The DNA was stored at -20 °C.

To determining the infection with phytoplasma we worked with universal primers designed to phytoplasmas (fP1/rP7, fU5/rU3, Kirkpatrick et al, 1994). To determine the phytoplasma group-specific preimers (fO1/rO1, Kirkpatrick et al, 1994 and ECA1/ECA2, Jarausch et al, 1998) were chosen. The patterns in DNA amplified by polymerase chain reaction (PCR).

To testing the samples from Bükkaranyos nested PCR was used during which to the specific PCR we used about 1 µl from the product which was amplified with the primers P1/P7 as template. The reaction mixture in both cases contained 1,4mM 10x buffer, 200µM dNTPs, 0,2-2,0 µ forward and reverse primers, 0,7U Taq polymerase enzyme, 1µl DNA and distilled water. The success of the reaction was checked by running the resulting product in a 1% agarose gel.

Table 2. Used sequences and programs on laboratory examination

Name of primer	Sequences (5'->3')	Position (bp)	Programme
P1	AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT	6-28	94°C-5min; 94°C-1min; 55°C-1min; 72°C-2min (35 ciklus), 72°C-10min
P7	TTCTCGGCTACTTCCTGC	1818-1836	
fU5	CGCAATGGAGGAAACT	370-387	95°C-3min; 95°C-1min; 55°C-1min; 72°C-1min (35 ciklus); 72°C-5min
rU3	TTCAGCTACTCTTTGTAACA	1230-1250	
ECA1	AATAATCAAGAACAAGAAGT		95°C-1min; 95°C-30sec; 55°C-30sec; 72°C-30sec (35 ciklus); 72°C-3min
ECA2	GTTTATAAAAATTAATGACTC		
fO1	CGGAAACTTTTAGTTTCAGT	61-81	94°C-3min; 94°C-1min; 55°C-1min; 72°C-1min (35 ciklus); 72°C-7min
rO1	AAGTGCCCAACTAAATGAT	1115-1135	

Since inhibitory substances produced by the stone fruits often influence the outcome of a PCR, despite the negative results do not exclude the presence of phytoplasma each semaple. For this reason, several cases of repeated DNA extraction and verification. Tree apricots and peaches phytoplasma DNA extraction section 880 nucleotide base pair sequence is determined, and compared to sequences in the international database (www.ncbi.nlm.nih.gov) the phytoplasma identified our target. To this DNA fragment amplified by fU5/rU3 universal primer then the product was purified from the unwanted byproducts by using QIAquick PCR Purification KIT (QIAGEN), according to the manufacturer's instructions. Determination of sequences of patterns was in the Sequence Laboratories Göttingen in Göttingen laboratory of GmBH.

2.

In 2014, during the tests, we collected samples from trees which have shown symptoms of infection, so that the suspected presence of the pathogen was confirmed by laboratory tests. Samples from trees belonging to different age groups and different varieties were collected. The trees from which the samples were collected was 3, 5, and 17-18 years old, the cultivars of apricot were Magyar Kajszi, Ceglédi Óriás and Gönci Kajszi. As samples living petioles, pieces of branches, and pieces of roots were collected to bags with identification and were stored and transported in cooler.

Table 3. Data of analyzed samples

Laboratory code	Date of collection	Date of DNA extraction	PCR, Nested PCR	Plant (apricot)	Measured quantity	Comment
T1	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	3 éves floém	0,77 g	Gönci Kajszi
T2	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	3 éves levélnyel	0,70 g	Gönci Kajszi
T3	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	3 éves gyökérfloém	0,57 g	nagyon barnul Gönci Kajszi
T4	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	5 éves floém	1,04 g	Magyar Kajszi
T5	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	5 éves levélnyel	0,61 g	Magyar Kajszi
T6	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	5 éves gyökérfloém	1,03 g	közepesen barnul Magyar Kajszi
T7	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	17-18 éves floém	1,03g	Ceglédi Óriás
T8	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	17-18 éves levélnyel	0,65 g	Ceglédi Óriás
T9	2014.09.21.	2014.09.25.	2014.09.29.	17-18 éves gyökérfloém	0,81 g	egyáltalán nem barnul, rózsaszínes Ceglédi Óriás

The DNA extraction was performed according to the Delladoyle Method (Ahrens-Seemüller, 1992) using CTAB extraction buffer (12,5g CTAB, 140ml of 5M NaCl, 20ml 0.5M EDTA, 50 ml 1M Tris, 5 g PVP-40 500 ml of distilled water before use to which 1ml / 500ml mercaptoethanol was added, the pH was adjusted to 8.0). About 0,5g of processed crop material was homogenized in ice-cooled friction mortars with 7ml 1x Dellaporta solution (1:1 ration Dellaporta solution and distilled water, and added ascorbic acid 0,636mg/120ml on pH 7,6 immediately prior to the use of it) and with quartz sand. Then DNA extraction was made from the samples followed the steps provided. The DNA pellet was dissolved in 25 ml of sterile distilled water and stored at -20 ° C. To determine the infection with phytoplasma universal primers (Eof/Eor, Mergenthaler) were used. Primers used in the second stage was ECA/ECA (Jarausch et al., 1998).

Table 4. Primers used for the detection and identification of phytoplasma

Name of primer	Target DNA	Sequences (5'-3')	Postition (bp)
Eof	16S rDNS	CCA AC TTA ATA ATA GCA ATA GGA A	
Eor	16S rDNS	TGA TTT ATG TTT TCA ACT TTT CCA	471
ECA1	16s rDNS	AAT AAT CAA GAA CAA GAA GT	
ECA2	16S rDNS	GTT TAT AAA AAT TAA TGA CTC	237

The reaction mixture in each case consisted of the following components: 2x distilled water: 2,9 µl, DreamTaq Green PCR Master Mix (2x) (Scientific Bio): 7,5 µl, forward primer (10pmol): 1,8µl, reverse primer (10pmol):1,8µl, DNA solution: 1µl. In the first PCR the DNS was the template, and in the second PCR the first PCR product was used as template. The parameters of bith PCR reaction were the same. The phytoplasma DNA fragments were amplified by 35 cycles, which duration were 30 sec. in the cases under the following parameters: 95°C-1min, 95°C-30sec; 55°C-30sec; 72°C-30sec; 72°C-3min. The success of the reaction was checked by the running of the resulting products in 1% agarose gel.

3.

During the 2016 tests, plum psylla's possible swarming routes were determined with the help of satellite map, and we considered the host plants and the possible place of overwintering according to literature.



Figure 2. Possible routes swarming of *Cacopsylla pruni* in the region of Boldogkőváralja

Psyllas were captured with jar glasses which contained 70% pharmacy alcohol. The phytoplasma infection of the captured psyllas were tested in laboratory with the method of Nested PCR. The DNA extraction was carried out on the basis of the modified Doyle and Doyle (1990) (Marzachi et al, 1998). The samples were homogenized with the addition of 2% CTAB buffer, and then the DNA was extracted in accordance with specified steps. The resulting DNA pellet was dissolved in TE buffer and till the test were stored in -20°C. The phytoplasma infection was tested by nested PCR. The success of the reaction was checked by running the resulting products in 1% agarose gel.

In order to test the correlation of phytoplasma infection in the area and the vectors, samples were collected from apricot trees on which previously plum psyllas sucking and showed visible signs of infection as a result of phytoplasma infection. Samples (petioles, pieces of roots and pieces of branches, and also bark) collected from two apricot tree which were previously designed during the time of plum psyllas catches. Samples were stored and transported in labeled bags in cooler. DNA extraction was performed also according the Delladoyle Method (Ahrens-Seemüller, 1992). The phytoplasma infection was tested by nested PCR. The success of the reaction was checked by running the resulting products in 1% agarose gel.

Results

1.

For the cherry orchards based on the studies the infection was 36-62% in Bekecs in 2009, and it was 59% in Bükkaranyos in 2010. The infection was confirmed by laboratory tests as well. We detected 30% infection in cherry orchards of Bekecs in 2009. In the case of peach the infection was 70% in Bekecs in 2009. The wild plum samples from Bükkaranyos proved to be infected according to laboratory tests, though it did not show visual symptoms of the disease. In the apricot orchards the infection was 55-70% in Bekecs in 2009, the infection was 78-84% in Bükkaranyos, 59% in Rátka, 37% in Göncruszka, 8% in Vizsoly, 77% in Boldogkőváralja, and 10% in Abaújkér in 2010.

Table 5. Phytoplasma infection data on the examined fruit plantations in Borsod-Abaúj-Zemplén County in 2009

Settlement	Time of field examination	Tree kind	Age of trees (year)	Number of trees	Degree of infection					li	I%
					I	II	III	IV	V		
Bekecs	2009.10.02.	kajszi	4	100	98	1	1	-	-	1,03	2
Bekecs	2009.10.02.	kajszi	8-9	100	45	4	6	5	40	2,91	55
Bekecs	2009.10.02.	kajszi	~8	100	15	7	7	6	65	3,99	85
Bekecs	2009.10.02.	kajszi	12-13	100	30	6	4	35	25	3,21	70
Bekecs	2009.10.02.	őszibarack	~8	100	79	7	2	2	10	1,57	21
Bekecs	2009.10.02.	cseresznye	~10	100	70	9	4	6	11	1,79	30
Bekecs	2009.10.02.	meggy	8-9	100	38	14	10	8	30	2,78	62
Bekecs	2009.10.02.	meggy	7	100	91	3	1	1	4	1,24	9
Bekecs	2009.10.02.	meggy	~30	100	64	6	9	13	8	1,95	36

Table 6. Phytoplasma infection data on the examined fruit plantations in Borsod-Abaúj-Zemplén County in 2010

Settlement	Time of field examination	Tree kind	Age of trees (Year)	Number of trees	Degree of infection					Ii	I%
					I	II	III	IV	V		
Bükkaranyos	2010.09.07.	kajszi	13	70	11	12	2	10	35	3,66	84
Bükkaranyos	2010.09.07	kajszi	13	78	17	6	3	11	41	3,68	78
Bükkaranyos	2010.09.07	meggy	7	104	43	7	12	12	30	2,78	59
Rátka	2010.09.07	kajszi	21	100	41	10	9	11	28	2,72	59
Göncruszka	2010.09.07	kajszi	4	54	34	4	4	3	9	2,06	37
Vízoly	2010.09.07	kajszi	~12	50	46	1	2	1	-	1,16	8
Boldogkőváralja	2010.09.07	kajszi	~25	100	23	24	12	21	26	3,21	77
Abaújkér	2010.09.07	kajszi	~15	50	45	3	1	1	-	1,16	10

Table 7. Rates of examined DNA-isolated samples of different fruit trees and the results of phytoplasma detection

Fruit tree species	Number of examined amples	Number of positive saamples	Identified phytoplasma
apricot (<i>Prunus armeniaca</i>)	16	8	ESFY
peach (<i>Prunus persica</i>)	4	1	ESFY
sour cherry (<i>Prunus cerasus</i>)	7	3	ESFY
wild plum (<i>Prunus cerasifera</i>)	1	1	ESFY

2.

During the 2014 tests, 5-year-old ‘Magyar Kajszi’, 17-18-year-old ‘Ceglédi Óriás’ and 3-year-old ‘Gönci Kajszi’ were tested in laboratory to detect phytoplasma infection. During the test, the ESFY can be detected surest from the root floe samples. It can be said that although from the T7 lab code floe samle failed to detect the ESFY, it can be successfully demonstrated from the other two samples (petioles, and root floe) which was from the same 17-18 years old tree. (Figure 3).

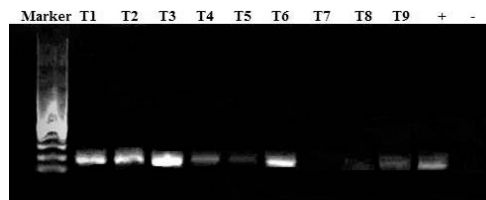


Figure 3. PCR results of apricot samples

From all the three trees that gave the samples, it was proved that the deterioration started to the disease of ESFY (European stone fruit yellows) caused by the pathogen of *Ca. Phytoplasma prunorum*. The phytoplasma was first detected from the samples which were from the three-year-old tree of the three trees. This was followed in the row by the samples from the 5-year-old tree, especially the root flue sample, and then the samples from the 17-18-year-old tree. The reasons of this sequence may be age characteristics. From the root flue in all three cases, we were able to detect the pathogen more sure. The phytoplasma ESFY so far only four-year-old trees, or from older ones have been shown, by contrast one of our trees was 3 years old, and the PCR reaction was the strongest in the samples from it.

This confirmed that the symptoms that can be actually recorded on the trees caused by the pathogen *Ca. Phytoplasma prunorum* (Figure 4).



Figure 4. Apricot trees showing the symptoms of phytoplasma infection

3.

The first place we catch psyllas on 09/04/2016, which was a neglected orchard lane, and from the host plants plum, apricot and wild plum were also presented, 8 females and 5 males were caught. Females deposited eggs in that time from what a photo was made which is shown on Figure 5.



Figure 5. Egg depositing *Cacopsylla pruni*

The second catch place on 16/04/2016 which was an apricot orchard 9 females were caught, of which two has darker coloured wings than the typical. It would be worthwhile to look at the darker wing color can be connected to one biotype. Males could not caught in this area. The darker colored wing individuals are shown in Figure 6.



Figure 6. Darker winged individuals

The third catch place, 6 females and 1 male were caught in a band blackthorn on 04/16/2016.

The fourth catch place, which was an apricot orchard located right next to a pine forest, 6 females and 5 males were captured on 16/04/2016. Among the males was an interesting body shape individual whose shape resembled to the bodyshape of a female, it was swollen abdomen, but it had a male genitalia organ. The microscopic photo from that male shown in Figure 7.



Figure 7. Male with special bodyshape

The ratio of sexes on 04/16/2016 at the second catch place was about the same, therefore that day could be the day of the fight peak on that area. It was a relatively high proportion of males rates on first catch place on 09.04.2016. on which the females deposited eggs. During the investigation, a total of 41 individuals were captured, of which 30 were female and 11 male. Two of the captured females were darker wings than the typical, and one of the captured males was abnormal bodyshape. (Figure 8) It would be worth further investigation be carried out to explore that the distortion of bodyshape and infection with phytoplasma linked to each other.

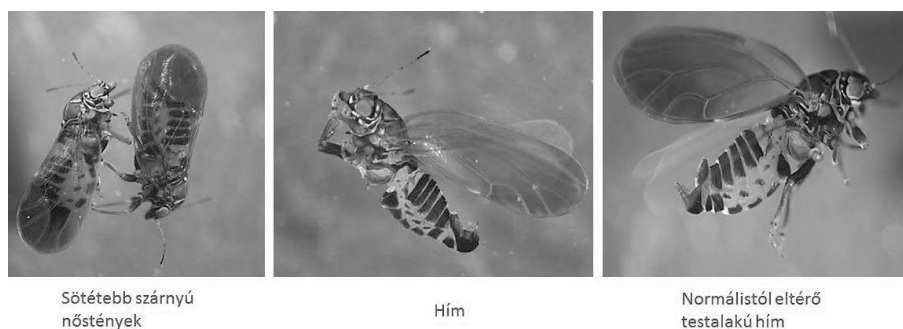


Figure 8. Captured plum psylla individuals

In 2016 studies, from the captured individuals in Boldogkőváralja, there was not any infected with phytoplasma according to the laboratory tests. (Figure 9)



Figure 9. PCR results of plum psyllas

In spite of the fact that the plant samples (bark and pieces of roots), which came from the trees, on which the psyllas sucked at the time of their capture, clearly showed positive results in the Nested PCR test. (Figure 10)



Figure 10. PCR results of apricot samples

During the plum psyllas catching we had chance to observe different behaviors, some of which were associated with the weather. When the weather was sunny, windlees the psyllas always lingered on the young shoots, the lower surface of the young leaves where the sun was directly shines. In case of windy weather the psyllas retract to the leaves seam. In the case of rainy weather they clung to the brunch with their abdominal side, to the part of the branches which were closer to the ground, that avoid that the rain drops wash them.

Another phenomenon is also observed, which was not dependent on the weather. The phenomenon was observed on both from the selected apricot orchards as catch places. The plum psyllas were present in only certain bands within the plantations. The bands retreated in the rows perpendicular. Bands contained the trees which shown the symptoms of phytoplasma infection and also the sapling which were planted to the place of the trees that earlier had wiped out. The bands in the rows of trees infested trees were 1-2 widths in two directions. The plum psyllas were present in these bands in high density. The rest of the plantation is not or only rarely found them.

Discussion

Based on the results, and also supported with laboratory results, stated that the European stone fruit yellows not only present, but very high level can cause damage to stone fruit cultivations in the investigated areas of Borsod-Abaúj-Zemplén County. Extremely high damage can be experienced in peach and apricot orchards. Although the vector is present in the infected orchards and throughout the region, in the individuals which were tested in laboratory, the phytoplasma infection was not proven. However, due to different individuals caught with the typical individuals, further studies should be performed in conjunction with vectors. An important task

of the problem is even more thorough examination of the area, and absolute need to search for an appropriate solution.

Acknowledgements

Thanks for the ‘Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara’ detecting the sites and Emese Mergenthaler and Orsolya Viczián for the help in the laboratory.

References

- Ahrens, U., Seemüller, E. 1992. Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16S rRNA gene. *Phytopathology* 82. 828-832.
- Doyle J.J., Doyle J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12, 13-15.
- Jarausch, W.-Lansac, M.-Sailard, C.-Broquaire, J.M.-Dosba, F. 1998. PCR assay for specific detection of European stone fruit yellows phytoplasmas and its use for epidemiological studies in France. *Eur. J. Plant Pathol.* 104. 17-27.
- Marzachi, C., Veratti, F., Bosco, D. 1998. Direct PCR detection of phytoplasmas in experimentally infected insects. *Ann. Biol.* 133. 45-54.
- Mergenthaler E. 2004. Fitoplazmás betegségek Magyarországon: Korszerű diagnosztikai módszerek fejlesztése. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. Kertészettudományi kar. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete. (Doktori értekezés) pp. 163.
- Süle S. 1999. Strategies for the control of apricot decline. *Klosterneburger Mitteilungen.* 49pp. 250-252.
- Tarcali G., Kiss E., Kövics Gy., Süle S., Irinyi L. és Kiss L. 2010. Kajszi ültetvények fitoplazmás pusztulása („*Ca. Phytoplasma prunorum*”) Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. *Agrártudományi közlemények* 2010/39. *Acta Agraria Debreceniensis.* pp. 34-41.
- Viczián O., Süle S. és Gáborjáni R. 1998. Titokzatos kórokozó-Füben-fában fitoplazma In: *Élet és tudomány.* 53. (16). pp. 491-493.

Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) előfordulásának felmérése 2016-ban Csallóközben és Szigetközben

**Domonkos Zsolt¹*, Farkas Anikó¹, Szabó–Szigeti Veronika¹, Pinke Gyula¹,
Reisinger Péter¹, Enzsöl Erzsébet¹ és Peter Tóth²**

¹ Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 9200

Mosonmagyaróvár, Vár 2., Magyarország

² Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiological Sciences, Department of Plant Protection, A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovakia

Department of Plant Protection, A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovakia

*e-mail: zsolt.domonkos.08@gmail.com

Összefoglalás

Az invazív fajok negatívan befolyásolják a meglévő ökológiai rendszereket ahol a térfoglalásuk meghatározó lehet. Az invazív növényfajok megfigyelése kiemelten fontos feladat, hogy megismerjük a növény biológiáját, terjedését, kártételét és az ellene való védekezési stratégiák elengedhetetlen feltétele. Szlovákia és Magyarország legfontosabb invazív gyomnövénye az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Kutatásunk célja az ürömlevelű parlagfű előfordulásának mennyiségi vizsgálata volt a Csallóközi (Szlovákia) és Szigetközi régióban a 2016-ban gyűjtött adatok alapján. A parlagfű elterjedésének a szemléltetésére a területen térinformatikai elemzést alkalmaztunk és 2D térképet készítettünk az ArcGIS program segítségével. A terepi munkát 2016 nyarán a Csallóközben (Szlovákia) és a Szigetközben (Magyarország) végeztük el gabonatarlón, repcetarlón, borsótarlón, silókukoricatarlón, napraforgóban, szójában, cukorrépában, legelőn, lucernában és ugaroltatott területeken. A vizsgálat feltárta, hogy a parlagfű térbeli előfordulása nem homogén, és a területi fertőzőtség heterogenitás mértéke feltűnő.

Kulcsszavak: invazív fajok, ürömlevelű parlagfű, térinformatikai elemzés

Abstract

Invasive species have a negative impact on the natural ecosystems. Monitoring of invasive plant species is a very important task to get to know the plant biology and damage. It is an

indispensable condition of defense strategies against it. In Slovakia and Hungary the most common invasive weed is the common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Our aim was to register and demonstrate the occurrence of this widespread invasive weed in surveyed regions. To understand the distribution of ragweed in the territory the geospatial analysis was applied to create 2D map in ArcGIS environment. The field survey was undertaken during summer 2016 in the Žitný ostrov (Slovakia) and Szigetköz (Hungary) on cereal stubble fields, oil seed rape stubbles, peas stubble, silo maize stubble, in sunflower, in soya bean and fallow land fields were taken as well. The investigation revealed that spatial occurrence of common ragweed is not homogeneous and there is also striking territorial heterogeneity of infestation rate.

Keywords: invasive species, common ragweed, geospatial analysis

Bevezetés és irodalmi áttekintés

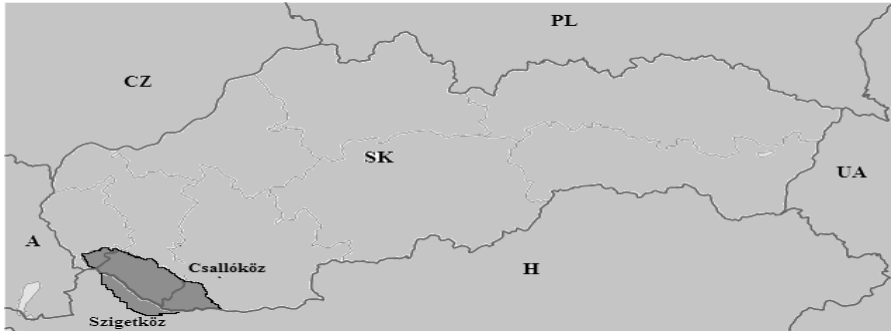
Az *Ambrosia* nemzetség mintegy 40 faja közül az ürömlevelű parlagfű a legelterjedtebb a Kárpát-medencében. A növények a tenyészidő végén 80-150 cm magasak, de néhány elérheti akár a 180 és 200 cm-t. Esetenként termést hoznak még 20 cm-es növénymagasságban is, amikor a növény a túlélési stratégiát – neoténit alkalmazza. A füzérekben helyezkednek el a porzós virágok, amelyek az allergiás tüneteket okozzák. Egy virágzatban 10-100 sárga virág helyezkedik el (Kazinczi és Béres, 2008; Lehoczky, 2004). Az ürömlevelű parlagfű csak magvakkal szaporodik, a növények körülbelül 95 %-a egylaki. Előfordul néhány olyan egyed is, amely kizárólag termős virágokat hoz, és vannak olyan növényegyedek, amelyeken vagy a termős vagy a porzós virágok vannak túlsúlyban. Sűrű állomány esetén majdnem kizárólag porzós virágzatok képződnek, míg a ritkább térállásban, tápanyagban gazdag talajon növekvő egyedeken a termős virágok száma a nagyobb (Gebben, 1965). A porzós virágok a termős virágok nyílását 7-10 nappal megelőzik. Az első porzós virágok nyílása hazánkban július 10-e után várható. Tömeges virágzása augusztus hónapban van. Elsődlegesen szélporozta (anemophil) növény. Virágait rovarok is meglátogatják, mert pollenjét szívesen fogyasztják (Wodehouse, 1971; Basset és Crompton, 1975). Önmegporzással és kölcsönös megporzással egyaránt életképes magok képződnek. A kisebb növények átlagos magszáma csupán néhány száz, míg a közepes nagyságú növényeké 3000 db (Béres és Hunyadi, 1980). A nagyobb növények magtermelése eléri a 62000 db-ot is (Dickerson és Sweet, 1971). Dickerson (1968) szoros összefüggést figyelt meg a növények zöldtömege és magtermelése között. Megállapította, hogy a zöldtömeggel arányosan nő a növényenkénti magszám. A csírázási idő és a maghozam közötti összefüggést vizsgálva

Basset és Crompton (1975) a május közepéig kikelt növényeken növényenként átlagosan 32000 magot számlált, a július elején kikelt növényeken mindössze 3100-at. Európában végzett tanulmányok azt mutatják, hogy kb. a lakosság 10 %-a érzékeny a parlagfű pollenre és körülbelül ezeknek az egyegyede asztmás reakciót válthat ki (Taramacaz és mtsai, 2005). A parlagfű pollen magas arányban okozza a szénanátha krónikus betegség kialakulását (Bohren és mtsai, 2006). A gyomnövényt az 1860-as évek elején hurcolták be Dél-Európába, de végleges megtelepedését az 1920-as évek elejétől számítjuk (Béres, 2003; Csontos és mtsai, 2010). Nagymértékű felszaporodása az 1980-as évektől figyelhető meg, melynek okát még nem teljesen ismerjük (Kiss és Béres, 2006). Az ürömlévelű parlagfű nem igényes a talajra, de kedveli a mérsékelt homokos és agyag talajokat (Reisinger, 1992; Nádasy és Kazinczi, 2011). Jelenléte a mezőgazdasági területeken nagymértékben befolyásolja a hozamok alakulását (Kazinczi és mtsai, 2007). Pollenje erős allergikus tüneteket okozhat, amely jelentős közegészségügyi veszélyt jelent (Smith és mtsai, 2013; Bordás-Le Floch és mtsai, 2015). A Kárpát-medence ökológiai viszonyai kedveznek felszaporodásának és jelenleg is itt észlelik a legnagyobb mértékű állományokat.

Anyag és módszer

A vizsgált területek ökológiai viszonyai

Csallóköz Szlovákia legdélebbi része, amely intenzív mezőgazdasági művelés alatt áll. Európa legnagyobb folyami szigete. Területe 1885 km², a déli részen a Duna, és az északi részén a Duna-ág (úgynevezett Kis-Duna) határolja. A sziget 84 km hosszú, 15-30 km széles, tengerszint feletti magassága 105-129 m között változik (Tibor és mtsai, 2002). A Csallóköz Szlovákia legmelegebb része, ahol a nyári napok száma meghaladja az 50-et. Az éves átlagos levegő-hőmérséklet 9 °C-10 °C, az átlagos januári levegő-hőmérséklet -2 °C. A terület száraz, az átlagos évi csapadékmennyiség összesen 500-550 mm (Zat'ko 2002). Szigetköz határai a Duna és a Mosoni-Duna. A tájegység hossza 52,5 km, átlagos szélessége 6-8 km, területe 375 km². A terület tengerszint feletti magassága 110 és 125 méter között változik (URL1). Szigetközben a napsütéses órák száma évente 1900 és 2000 között van, az éves átlaghőmérséklet 10 °C körüli, az éves csapadék átlagosan 550-600 mm (URL2).



1. ábra. Szlovákia és a környező országok térképe, pirossal kiemelve a vizsgált területek
(URL:3)

Az adatfeldolgozás módszere

A kutatásunkat Csallóközben (Szlovákia) 332 és Szigetközben (Magyarország) 59 helyszínen (1. ábra) végeztük 2016-ban július 7-től szeptember 19-ig. Minden kataszterben a random módon választott helyszíneken 10 m² mintaterületeket jelöltünk ki (3. ábra). A felméréseket gabonatarlón, repcetarlón, borsótarlón, silókukorica-tarlón, napraforgóban, szójában, cukorrépában, lucernában és ugaroltatott területeken végeztük. A felvételezés során a kijelölt mintaterületeken megszámloltuk a parlagfű töveket és feljegyeztük a kísérő gyomfajokat. A kísérő gyomfajokat Hunyadi és mtsai, (2011) alapján határoztuk meg. A helyszínek koordinátáit fedélzeti egység (GPS Garmin Oregon 650 navigáció, szoftver verzió 4.50) segítségével rögzítettük (2. ábra).



2. ábra. GPS koordináták rögzítése fedélzeti egység segítségével

Elkészítettük a 11 pontos minőségi skálát, amely alapján a kapott eredményeket rangsoroltuk (1. táblázat).

1.táblázat. A parlagfű db/10m²-re kifejezett előfordulásának 11-es fokú skálája

Parlagfű db/10m ²	Rangsor	Minősítés
0	0	Nincs fertőzöttség
1-10	1	Gyenge fertőzöttség
11-20	2	
21-30	3	
31-40	4	Közepes fertőzöttség
41-50	5	
51-60	6	
61-70	7	Magas fertőzöttség
71-80	8	
81-90	9	Nagyon magas fertőzöttség
91<	10	

Az adatokat Excel táblázatba rendeztük, majd a térinformatikai elemzésekhez az ESRI (Environmental Systems Research Institute, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA) ArcGIS ArcView 10.1 alapszoftverét, valamint a ArcGIS Spatial Analyst, és az ArcGIS 2D Analyst program kiegészítéseket használtuk. A terepi mérések megfelelő adatsorainak, valamint a digitalizált táblahatárok felhasználásával a Spatial Analyst program-kiegészítés

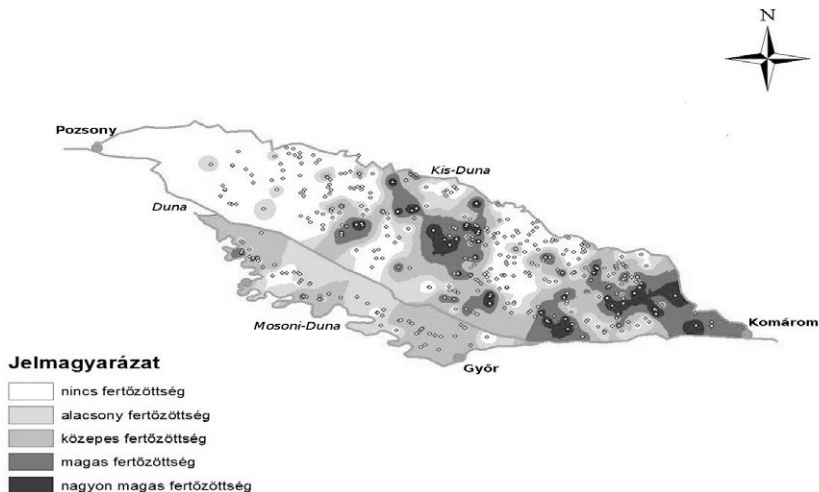
használatával modelleztük a természetbeni állapotot. Az előállított méretarányos modellekről, illetve a különböző adatsorokból előállított modellek egymás mellé helyezésével további információkat nyertünk a terepi állapotokról. A modellek előállításához az IDW (Inverse Distance Weighted) interpolációs módszert használtuk, a mintaértékeket 5-ös erővel figyelembe véve, valamint további 5 szomszédos pontot vontunk be az interpolációba, a rácsméretet pedig 3 m-ben határoztuk meg. Az informatív ábrázolás érdekében az adatsorokhoz egyedi színátmenetes jelkulcsokat készítettünk, amelyet a 2D ábrázolásnál használtunk.



3.ábra. Gyomfelvételezési mintaterület kijelölése

Eredmények

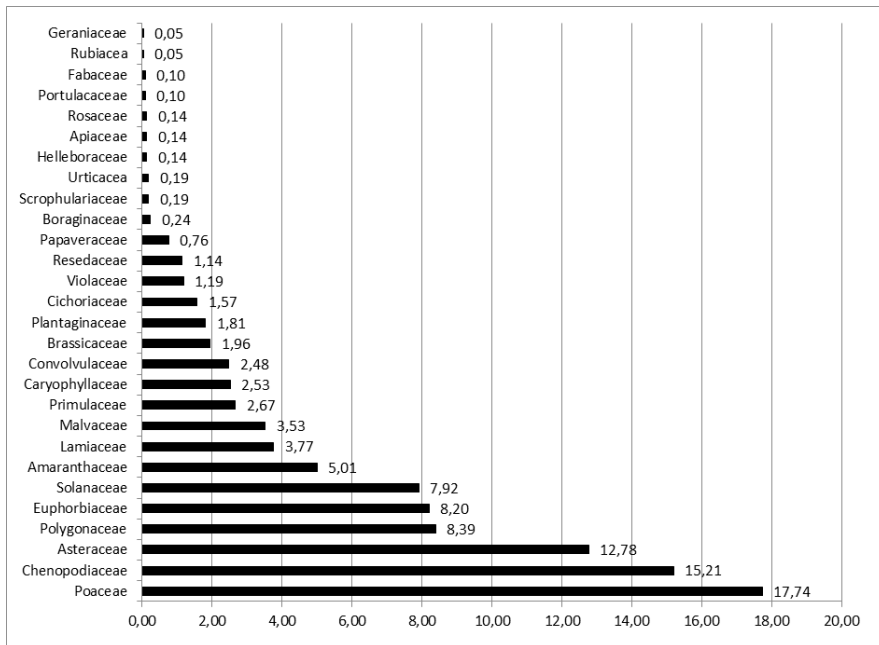
A 2016-ban elvégzett felvételezés eredményeiből következtethető, hogy a parlagfű előfordulása nem egyenletes a Csallóköz és Szigetköz tájegységekben. Csallóközben 332 mintaterületen 152 (45,78%) alkalommal jegyeztük fel a parlagfű előfordulását. Gyenge fertőzöttséget rögzítettünk 40 (12,04%) helyszínen, közepes 33 (9,93%), erős fertőzöttséget 25 (7,53%), és nagyon erős fertőzöttséget 54 (16,26%) kvadrátban. Az átlagos parlagfű egyedszám a fertőzöttségi kategóriák szerint rendre 14, 44, 69, és 182 darab 10 m²-enként. A 10 m²-en tapasztalt legmagasabb egyedszám elérte a 430 darabot Mad (Mad), illetve a 410 darabot Balvány községek határában. Szigetközben 59 felvételezési helyszínen 43 (72,88%) alkalommal jegyeztünk fel ürömlevelű parlagfű előfordulást. Gyenge fertőzést 25 (42,37%), közepes fertőzöttséget 13 (22,03%), erős fertőzést 3 (0,50%) és nagyon erős fertőzést 2 (0,33%) alkalommal jegyeztünk fel a vizsgálat során. A parlagfű tövek átlagos száma a fertőzöttségi minősítés szerint rendre 11, 39, 67 és 96,5 darab volt 10 m²-enként. A parlagfű legtömegesebb előfordulása Feketeerdő (112 darab/10m²) és Pásztorháza (81 darab/10m²) helységek határában volt megfigyelhető (4. ábra).



4. ábra. Az ürömlevelű parlagfű területi elterjedése és mennyiségi értékei 2D ábrázolással Csallóközben és Szigetközben 2016-ban

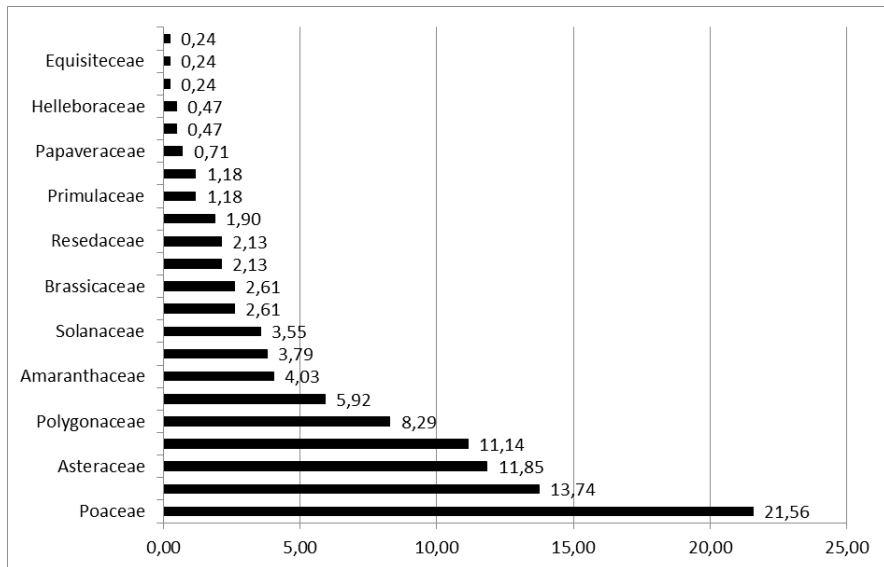
A részletes felmérés adataiból az is kitűnik, hogy voltak olyan területek, ahol a tarló egyáltalán nem gyomosodott ki és parlagfű sem volt rajta megtalálható. Ennek oka, hogy a megfelelő agrotechnikai eljárások (vetésforgó, mechanikai és kémiai gyomirtás) megakadályozzák a parlagfű megtelepedését a megfigyelt területen.

A felvételezés során feljegyeztük a kísérő gyomfajokat a vizsgált tájegységekben. Csallóközben 68 kísérő gyomfajt regisztráltunk, ami 28 növény családba sorolható, amelyeknek az előfordulási részesedését a 5. ábrán mutatjuk be. A csallóközi régióban a leggyakrabban előforduló kísérő gyomok a *Chenopodium album* (68,98%), *Mercurialis annua* (47,29%), *Setaria viridis* (41,87%), *Polygonum aviculare* (37,95%), *Datura stramonium* (34,04%), *Echinochloa crus-galli* (33,43%), *Chenopodium hybridum* (26,20%), *Amaranthus retroflexus* (24,70%), *Anagallis arvensis* (16,87%), *Abutilon theophrasti* (16,57%), és a *Stachys annua* (16,27%) voltak a vizsgált mintakvadrátokban. A kísérő gyomok növény családkba való besorolása alapján az előfordulási részesedést az 5. ábrán mutatjuk be.



5.ábra. A kísérő gyomnövénycsaládok előfordulási részesedése %-ban a Csalóközből 2016- ban

Szigetközben az 57 feljegyzett gyomfaj 22 növénycsaládba sorolható, amelyeknek az előfordulási részesedését a 6. ábrán mutatjuk be. A leggyakrabban előforduló kísérő gyomok a szigetközi felvételezés során a *Mercurialis annua* (75,44%), *Chenopodium album* (70,18%), *Setaria pumila* (40,35%), *Setaria viridis* (35,09%), *Polygonum aviculare* (35,09%), *Echinochloa crus-galli* (31,58%), *Amaranthus chlorostachys* (31,58%), *Chenopodium hybridum* (29,89%), *Panicum miliaceum* (29,89%) és a *Datura stramonium* (28,07 %) voltak.



6.ábra. A kísérő gyomnövénycsaládok előfordulási részesedése %-ban a Csallóközben 2016-ban

Megvitatás

A parlagfű jelenlétének regisztrálása és az ellene történő védekezés határokon átívelő feladat a Kárpát-medencében. A vizsgálat során kiderült, hogy Csallóközben és Szigetközben is egyaránt találhatók parlagfűvel fertőzött területek. Az itt bemutatott eljárás segíthetné a pollen előrejelzését a vizsgált tájegységekben. További vizsgálatokra lenne szükség a környező területek bevonásával. A térinformatikai elemzés nemcsak világosan megmutatja ezen invazív faj gyakoriságát és a dominanciáját a vizsgált területeken, de segít előrejelezni a parlagfű potenciális terjedését. A megközelítésünk segít a széllesebb nyilvánosság tájékoztatásában az ürömlevelű parlagfű jelenlétéről a vizsgált tájegységekben.

Hivatkozások

- Bassett, I. J., Crompton, C.W. 1975. The biology of Canadian weeds. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* Dc. Canadian Journal of Plant Science, 55: 463-476.
- Béres, I. 2003. Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedése, jelentősége és biológiája. Növényvédelem 39 (7): 293-302.

- Béres, I., Hunyadi, K. 1980. A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) biológiája. Növényvédelem, 16: 109-116.
- Bohren, C., Mermillod, G., Delabays, N. 2006. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Switzerland: development of a nationwide concerted action. Journal of Plant Diseases and Protection Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Special Issue/ Sonderheft 20., 497-503.
- Bordas-Le Floch, V., Le Mignon, M., Bouley, J., 2015. Identification of Novel Short Ragweed Pollen Allergens Using Combined Transcriptomic and Immunoproteomic Approaches. PLOS ONE 10 (8), Article Number: e0136258, DOI: 10.1371/journal.pone.0136258
- Csontos, P., Vitalos, M., Barina, Z., Kiss, L. 2010. Early distribution and spread of *Ambrosia artemisiifolia* in Central and Eastern Europe. Botanica Helvetica 120: 75–78.
- Dickerson, C. T. 1968. Studies on the germination, growth, development and control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Univ. Microfilms Inc. Ann. Arbor. Mich., 162.
- Dickerson, C.T., Sweet, R.D. 1971. Common ragweed ecotyp. Weed Science 19: 64-66.
- Gebben, A. I. 1965. The ecology of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in southeastern Michigan. Univ. Microfilms Inc., Ann. Arbor Mich. 234.
- Hunyadi, K., Béres, I., Kazinczi, G., 2011. Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Kazinczi G., Béres I. 2008. The effect of emergence time on the phenophases, pollen and seed production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) 1st Internat. Ragweed Conf., Budapest, Hungary, 18.
- Kazinczi G., Béres I., Varga P., Kovács I., Torma M. 2007. A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) és a kultúrnövények közötti versengés szabadföldi additív kísérletekben. Magyar Gyomkutatás és Technológia 7 (1): 41-47.
- Kiss L., Béres I. 2006. Anthropogenic factors behind the recent population expansion of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Eastern Europe: is there a correlation with political transitions? Journal of Biogeography 33: 2156–2157.
- Lehoczky, É. 2004. A gyomnövények szerepe a talaj- növény rendszer tápanyagforgalmában. MTA doktori értekezés. Keszthely, 146.
- Nádasy, E., Kazinczi, G. 2011. Growth of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) on different soils with various nitrogen supplies. 10th Slovenian Conference on Plant Protection, Podčetrtek, Slovenia 351-354.
- Reisinger, P. 1992. Talajtulajdonságok és a gyomnövények kapcsolata. Acta Ovariensis 34 (2): 17-23.

- Smith, M., Cecchi, L., Skjøth, C.A., Karrer, G., Šikoparija, B. 2013. Common ragweed: a threat to environmental health in Europe. *Environment International*, 61: 115–126.
- Taramarcaz, P., Lambelet, C., Clot, B., Keimer, C., Hauser, C. 2005. Verbreitung von *Ambrosia* (Gotterspeise) und das damit verbundene Gesundheitsrisiko: Wird die Schweiz dieser Invasion standhalten? *Schweizerische Ärztezeitung* 86: . 35, . 2062.
- Tibor, Zs., Navrátil, L., Banič, V., Rajský, D., Áč, P., Kmet', V. 2002. A Csallóköz Szívében, Dunaszerdahelyi járás. *Dunaszerdahely NAP Kiadó*, 351 , ISBN 80-85509-33-4.
- Zaťko, M. 2002. Primary landscape structure. *In*: T. Hrnčiarová (ed.), *Landscape atlas of the Slovak Republic*, 1st ed. Bratislava: Ministry of Environment of the Slovak Republic; Banská Bystrica: Slovak Environmental Agency, 2002, 344
- Wodehouse, R. P. 1971. *Hayfever plants*. Ed. 2. Hafner Publ. Co., New York., N. Y., 280.
- URL1 – www.eurovelo.com/en/eurovelos/eurovelo-6/countries/hungary
- URL2 – www.szigetkoz.biz/TK/TKujanyag/211eghajlat.htm
- URL3 – https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Žitný_ostrov_location_map.svg (Štefan Cifra: Mapa Mala-Nitra.jpg; módosítva Z. Domonkos, 2015)

Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy telepítési irányú szőlőültetvényben, a 2016-os évjáratban

Varga Péter*, Májer János és Németh Csaba

*NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Badacsonyi Kutató Állomás, 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, (egyes 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 NAIK Badacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben közel egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel, egy talajművelésmód összehasonlító kísérletsorozatot állítottunk be. 2016 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 megpróbálkoztunk. Az időszakos növénytakarás megvalósításához Őszi búzát, Triticálét, valamint a területre jellemző gyomösszetételt használtunk fel, továbbá Facélia sorköszvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Az idei évben (2016) 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, főként az olyan időjárási körülmények között, mint a 2016-os évjárat volt-amikor is a száraz periódus és a hirtelen lezúduló heves esőzések váltották egymást. Az erózió elleni védekezés alapja lehet a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás-mely kedvező, mind a talaj-, mind, pedig a növény számára (víz- és tápanyag-forgalom). Másik lehetséges megoldás a növénytakarás alkalmazása. Ezek közül is a speciális szárazságtűrő fűkeverék

és a pillangós keverék bizonyult a legalkalmasabbnak. A talaj nedvességtartalma, ásványi nitrogénellátottsága, és a termésátlag tekintetében kimagasló eredményt nyújtott a többi kezeléshez képest a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, valamint a pillangós keverék alkalmazása. 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 significant 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 comparative soil cultivation trials of a duration experiment nature have been conducted at the NAIC Viticulture and Oenology Research Institute Badacsony. During our trials in 2016 we 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 and Perennial ryegrass), and we also had trials using a legume seed mixture (Red clover, Crimson clover, White clover, Common vetch and 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 (2016) 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, especially in the weather conditions prevailing throughout 2016, when dry periods interchanged with sudden heavy rainfall. 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 special drought resistant grass mixture and the legume mixture. In comparison with the other treatments the treatment using mulching with organic plant

waste and the treatment using a legume mixture 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-hatások ellensúlyozására, 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 és mennyiségű 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 jelentések szerint a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb lesz a szárazság, magasabb lesz az átlaghőmérséklet, illetve gyakrabban várhatók heves esőzések (IPCC, 2001). A szárazság hatására csökken a levelek és a bogyók fotoszintetikus aktivitása (Konduras, et al. 2008). A nem megfelelő talajművelés hatására fellépő abiotikus stressz-hatások negatívan hatnak a tőkék növekedésére (Fardoss, 2001).

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 erózióvesztélt és megőrzik a nedvességet a kultúrnövény számára {Basler (1992); Boller et al., (1998); Varga (1994)}. A tavasztól őszig fedő takarónövények fő feladata a talaj védelme, illetve a gyomok elnyomása. A tenyészidőszakban azonban már számolni kell a takarónövények okozta víz- és tápanyag-konkurenciával is (Bauer et al., 2004). A növénytakaró lehengerezése esetén a hajtásnövekedés helyett a növény virágot hoz, vízfogyasztása kisebb lesz, a mulcsréteg védi a talajt a kiszáradástól. 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

fűvesítése javasolt. A takarónövény hatására a talaj nitrátszintje egész éven át beszabályozott, viszonylag alacsony marad, ezért csökken a nitrogén kimosódásának a veszélye (Zanathy, 1998). A tápanyagok felvétele függ a talaj nedvességtartalmától, tömörödöttségétől, biológiai aktivitásától (Bogoni et al., 1995). A tőkék vegetatív és generatív produktivitását nagyban befolyásolja a talajművelés (Gulick et al., 1994). Kísérleteinkben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk az időszak- 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 NAIK Badacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében közel egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel talajművelési kísérleteket állítottunk be. Ezen kísérletsorozat részeként 2016. évben kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal -Sás (*Carex sp.*), Nád (*Phragmites australis*), Kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis*) - történő talajtakarást (CAPHRAG), a tartós- és időszak- 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% Nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea L.*), továbbá egy pillangósokból álló keverék (FABAC) : Vörös here 25% (*Trifolium pratense*), Bíborhere, 25% (*Trifolium incarnatum L.*), Fehérhere 25% (*Trifolium repens L.*), Tavaszi bükköny, 25% (*Vicia sativa L.*), Takarmányborsó (*Pisum sativum L.*) vetésével is megpróbálkoztunk 2015-ben. Az időszak- növénytakarás megvalósításához Őszi búzát (TRIES) (*Triticum aestivum*), Triticálét (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*) sorközetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Kezelésként négy ismétlést alkalmaztunk, egy kezeléshez 5 sorköz tartozik, összesen 0,1 ha egy kezelés tenyészterülete. A terület erózióinak kitett (észak-déli lejtésű, 12-14%, hegy-völgy irányú telepítési rendszer). A célkitűzésben megfogalmazottak szerint az alábbi paramétereket vizsgáltuk: a talajnedvességi állapotokat (0-30 cm) tömeg százalékban, a talaj tápanyag-ellátottságát mg/kg-ban, ásványi N ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ 0-30 cm), a termésátlagot kg/m²-ben adjuk meg.

Eredmények

Az időjárás fontosabb elemeinek rövid ismertetése

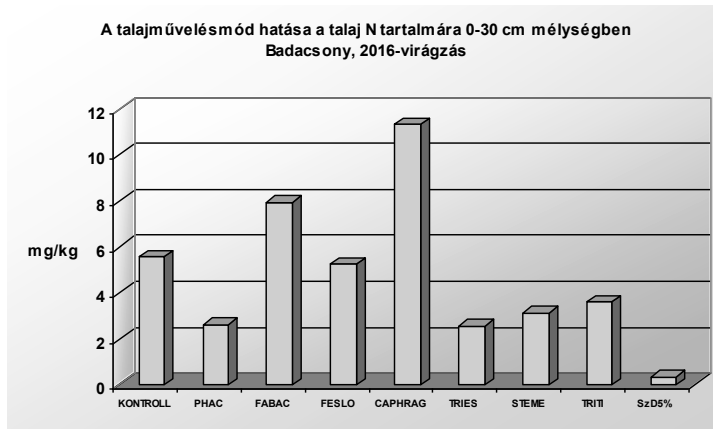
A 2016-os évben október 31-ig 665 mm csapadék hullott. A kis - és közepes csapadék-ellátottságú évjáratokkal ellentétben, amikor a vízmegőrzése volt a főszerep, az idei évjárat első felében a bőséges csapadék-ellátottságú időjárásnak köszönhetően az erózióvédelem és a talaj tápanyag-szolgáltató képességére gyakorolt hatás került előtérbe, az évjárat második felében a vízmegőrzése volt a főszerep, hiszen augusztus és szeptember negatív vízmérleggel zárt a sokéves átlaghoz képest. A vegetációs időszakban, májusban és júliusban előfordult, hogy hirtelen nagy mennyiségű jelentős csapadék hullott, majd utána augusztus és szeptember jelentős csapadékhiánnyal zárt a sokéves átlaghoz képest.

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

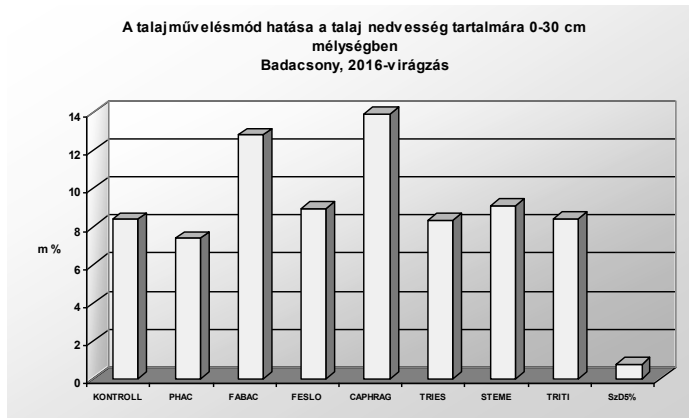
A talaj ásványi nitrogéntartalma 0-30 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben (1. ábra). A legalacsonyabb ásványi nitrogén tartalmat a facélia és az őszi búza által kialakított időszakos növénytakarás parcelláin mértük. Ezek a különbségek szignifikánsak (kivéve az őszi búza) az összes többi időszakos és tartós növénytakarás és a talajtakarás kezeléseikhez képest. A pillangós keverékkel bevetett és a kontroll parcellákon a második legmagasabb ásványi nitrogéntartalmat kaptunk mindkét talajmélységben. Ezen eredmény statisztikailag igazolhatóak a többi kezeléshez képest.



1. ábra. A talajminták ásványi ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N tartalmának alakulása a kezelések hatására 0-30 cm mélységben (Badacsony, 2016)

A talaj nedvességtartalmának vizsgálati eredménye

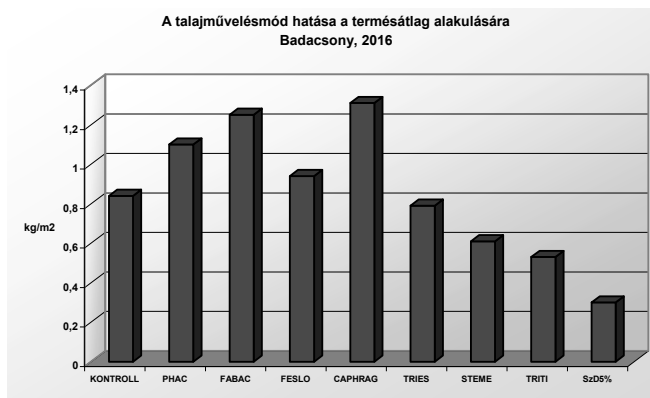
A legkedvezőbb talajnedvességi állapotot a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás hatására kaptuk, mely érték statisztikailag igazolt az összes többi kezeléshez képest (2. ábra). A második legmagasabb talajnedvességet biztosító kezelés a pillangós keverék parcellái voltak. Eredményében hasonló értékeket adott a gabonafélék és a kevés vízfogyasztású fűkeverék időszaki növénytakarása. Ezekhez képest igazoltan nagyobb vízigénnyel bírt a facéliával bevetett parcella.



2. ábra. A talajművelésmód hatása a talajnedvesség változására 0-30 cm mélységben
(Badacsony, 2016)

Termésátlag

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, valamint a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás által borított parcellák kezelései.



3. ábra. A talajművelésmód hatása a terméseredményekre (Badacsony, 2016)

Megvitatás

A vizsgált talajápolási módok közül a legkedvezőbb talajnedvességi állapotot a vegetációs időszakban a szerves növényi hulladékkal fedett sorközben mértünk. Ez az eltérés az összes kezeléshez képest statisztikailag igazolt.

Általánosságban megállapítható, hogy a 0-30 cm-es talajszintben a facélia általi időszakos növényborítottságot adó kezelések talajában kevesebb nedvesség maradt, mint a többi időszakos növénytakarás kezeléseiben mért érték. Ez a megállapítás statisztikailag is igazolható a kontroll parcellákhoz képest.

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

Az időszakos növénytakaráshoz tartozó gabonafélék kisebb vízigényűek voltak, mint a facélia által alkotott társulás, a második legkisebb vízigénnyel a pillangós keverék bírt.

Továbbá megállapítható, hogy a harmadik legjobban szereplő takarási mód az időszakos növénytakarás parcellái közül a nedvességmegőrzés szempontjából, a speciális kevés vizet fogyasztó szárazságtűrő keverék parcellája. Az itt mért adatok a facélia időszakos növénytakarás parcelláihoz pozitív értelemben szignifikánsak.

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 kontroll kezelésekhöz képest.

A szerves növényi hulladékkal takart parcellákon a magasabb nedvességtartalom (talajban és a páratartalom a levélzeti emelet szintjén) és a magasabb ásványi nitrogéntartalom miatt a növények bórszöveve lényegesen lazább, ezáltal fogékonyabbak a kórokozókra, így például jelen esetben a szürkepenész által okozott termés kiesés a nagyobb növényvédelmi kockázattal magyarázható.

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.

Hivatkozások

Bauer, K., Fox, R., Ziegler, B. 2004. Moderne Bodenpflege im Weinbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf 28-34.

- Basler P. 1992. Integrierte Production: Wiederherstellung des Ökosystems Boden. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau. 128. 12. 633-635.
- Bogoni, M., Panont, A., Valenti, L., Scienza, A. 1995. Effects of soil physical and chemical conditions on grapevine nutritional states. Acta Horticulturae 383. 299-303.
- 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 Ovonnaz. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop. 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.
- Fardoss, A. 2001. Einfluss von Stressfaktoren auf die Weinrebe. Der Winzer 2001. 1. 12-13.
- Gulick, S. H., D. W. Grimes, D. S. Munk, Goldhamer, D. A. 1994. Cover-crop-enhanced water infiltration of a slowly permeable fine sandy loam. Soil Sci. Soc. Am. J. 58. 1539-1546.
- IPCC, 2001. Climate change 2001. The scientific basis. In: Contribution of working group to the third assesment report of the intergoverimental panel on climate change. (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge. UK. 58-65.
- Konduras, S., Tsialtas, T., Zioziou, E., Nikolaou N. 2008. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine under contrasting water status: Leaf physiological and structural respronses, Agriculture, Ecosystems and Enviroment. 128. 86-96.
- Varga, I. 1994. A talajtakarás szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. Kandidátusi Értekezés, Eger. 1-112.
- Varga P. Májer J 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.

Impact of nitrogen topdressing on the quantity and quality of yield of wheat varieties

***Adnan Eser, Katalin Kassai M., Ákos Tarnawa, Ferenc Nyárai Horváth, Csaba
Horváth and Márton Jolánkai****

Szent István University, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1. Hungary

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

Abstract

Impacts of N topdressing applications were studied in a field experiment to determine water availability grain yield and protein formation interrelations. Five winter wheat varieties and six nitrogen application levels were applied in two crop years representing different precipitation and temperature patterns to evaluate yield, yield components and quality manifestation. The results obtained suggest, that precipitation patterns in relation with the wheat development phenophases had profound influence on the grain yield and the protein formation of wheat crop. Varietal differences were determined regarding yield, protein values in relation with plant nutrition and crop year impacts. There were no or minor differences between varieties, however plant nutrition treatments induced significant differences in both crop years.

Keywords: N topdressing, wheat, grain yield, protein yield, crop year

Összefoglalás

A nitrogén fejtrágyázás, a csapadék és a hőmérséklet szemtermésre és fehérje produkcióra gyakorolt hatását vizsgáltuk öt őszi búza fajtán hat N szinten két egymást követő, eltérő csapadék eloszlású és hőmérsékletű évjáratban. Vizsgáltuk a kísérleti tényezők termésre, terméselemekre és a minőségre gyakorolt hatását. A kapott eredmények alapján megállapítható volt, hogy a csapadék mennyisége és megoszlása, összefüggésben a búza fejlődési fenofázisaival meghatározó volt a fajták termésére és fehérje produkciójára. A vizsgált fajták között nem, vagy csak kismértékű, a tápanyagellátási kezelések között azonban szignifikáns különbségek voltak mindkét vizsgált évjáratban.

Kulcsszavak: N fejtrágyázás, búza, szemtermés, fehérje termék, évjárat

Introduction

Grain yield and yield quality of winter wheat *Triticum aestivum* L. is highly influenced by the meteorological conditions of the given crop year, especially the amount and distribution of precipitation and the actual temperature (Győri 2008, Pepó 2010). Weather conditions are evaluated and labelled favourable or non-favourable in relation with the optimum requirements of the crops' phenophases (Ványiné and Nagy 2012). Concerning precipitation, the most vulnerable periods during growth and development of winter wheat are the phenophases of heading and flowering. In relation with temperature, two critical periods can be detected. One is the vernalisation, and the other is the ripening stage (Kismányoky and Ragasits 2003). Crop yield and grain quality can also be influenced by agronomic applications. Plant nutrition in general and N topdressing in particular should be considered as the most effective treatments within the technologies of winter wheat production. The amount of nitrogen and the timing and distribution of the application have an impact on wheat quality, especially on the protein production of the crop (Győri 2006, Pepó 2010).

Material and method

A wide range of high milling and baking quality winter wheat *Triticum aestivum* L. varieties were examined under identical agronomic conditions in a long term field trial. The small plot trials were run at the Nagygyombos experimental field of the Szent István University, Crop Production Institute, Hungary. Soil type of the experimental field is chernozem (calciustoll). The experiments were conducted in a split-plot design with four replications. The size of each plot was 10 m². Plots were sown and harvested by plot machines (standard Wintersteiger cereal specific experimental plot machinery series). Various identical agronomic treatments were applied to plots. N topdressing variants were applied by single and repeated topdressings representing 6 levels: 0, 80, 80+40, 120, 120+40 and 160 kg/ha N in single and split applications. All plots were sown with identical series of wheat varieties for studying their performance in relation with agronomic impacts. The recent study presents the performance and evaluations of six winter wheat varieties (Alföld-90, Mv Magdaléna, Mv Suba, Mv Toborzó and Mv Toldi) of the 2013 and 2014 crop years. Wheat grain quality parameters: protein, and wet gluten contents were determined from grain samples, as well as quality characteristics at the Research

Laboratory of the SIU Crop Production Institute, and RET Regional Knowledge Centre laboratories according to Hungarian and EU standards (MSZ 1998; EK 2000). The protein figures were correlated with the treatments applied, and analyses were done by Microsoft Office 2003 statistical programmes (Horváth 2014). Phenological phases have been evaluated in accordance with the monthly precipitation and temperature figures of the respective crop years by the methods of Kismányoky and Ragasits (2003).

Results and discussion

Yield results of the trial are summarized in Figure 1 and 2. The total amount of grain yield (kg/ha) is indicated for the two respective crops years for all the wheat varieties examined. The results obtained suggest, that the two crop years examined had different levels of grain yield regardless to varieties. In 2013 grain yield amounts ranged from 2,9 to 7,5 t/ha with definite differences between N applications, while in 2014 this turned to be 4,8 to 7,3 showing less variations between plant nutrition treatments. In both crop years minor varietal differences were detected only.

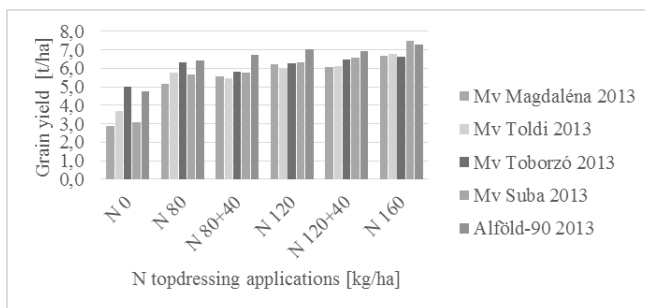


Figure 1. Total grain yields in favourable crop year. Nagygyombos 2013

Quality information is provided by in Figure 3 and 4. The total amount of protein yield (kg/ha) is indicated for the two respective crops years by all the wheat varieties examined. The results obtained highlight three factors.

The first of them is the difference between the amounts of protein yield. In 2013 the range of total amount of protein was between 412 and 1187 kg/ha. In 2014, a non favourable crop year resulted in 513 and 988 kg/ha protein yield values.

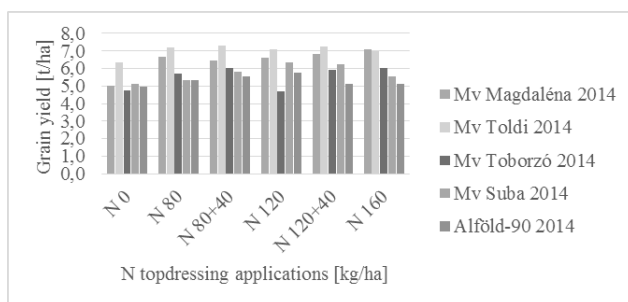


Figure 2. Total grain yields in non-favourable crop year. Nagyombos 2014

The second is the consequent differences between the impacts of N application levels. These differences were significantly bigger in the favourable crop year in comparison with those of the non-favourable vintage. The reason of such deviation was due to the amount of precipitation during the phenophases of flowering and grain filling of the respective crop years. The third factor detected was the performance of varieties. From among the five varieties examined three cultivars – Mv Suba, Mv Toborzó and Mv Toldi proved to be the most efficient regarding the amount of total protein yield production. The highest protein yields were obtained by Mv Toborzó in 2013, while in 2014 the Mv Toldi cultivar produced superior figures.

The results obtained suggest that strong correlation was detected between the total amount of protein and the experimental treatments, regardless to the impact of crop years' weather in accordance with the findings of Györi (2008) and Pepó (2010). Yield figures of the cultivars were in close correlation with plant nutrition with a few exceptions only. However this correlation proved to be stronger and at the same time more balanced in the favourable crop year.

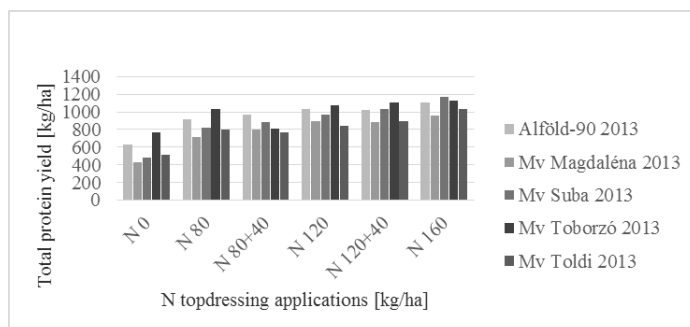


Figure 3. Total protein yields in the favourable crop year. Nagyombos 2013

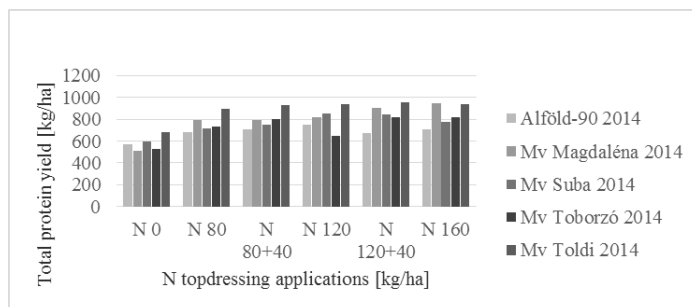


Figure 4. Total protein yields in non-favourable crop year. Nagyombos 2014

The correlations of crop yield components were much weaker in both crop years in comparison with those of yield and protein values. The most vulnerable phenological periods of winter wheat were the stages of heading and flowering in relation with precipitation and vernalisation and ripening concerning temperature performance in accordance with the results of Kismányoky and Ragasits (2003).

Acknowledgement

This research results were obtained from a trial supported by VKSZ and NVKP funds.

References

- Győri, Z. 2006. A trágyázás hatása az őszi búza minőségére. *Agrofórum*, 17. 9: 14-16.
- Győri, Z. 2008. Complex evaluation of the quality of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications*. 36. 2: 1907-1910.
- Horváth Cs. 2014. Storage proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 1. 2: 57-75.
- Kismányoky, T., Ragasits, I. 2003. Effects of organic and inorganic fertilization on wheat quality. *Acta Agronomica Hungarica*, 51. 1: 47-52.
- MSZ 6383:1998, 824/2000/EK Wheat quality standards.
- Pépó P. 2010. Adaptive capacity of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) crop models to ecological conditions. *Növénytermelés*. 59: Suppl. 325-328.
- Ványiné Sz.A., Nagy J. 2012. Effect of nutrition and water supply on the yield and grain protein content of maize hybrids. *Australian Journal of Crop Science*. 6. 3: 381-388.

A köles (*Panicum miliaceum* L.) mint gyomnövény szerepe a gabonavírusok epidemiológiájában

Henézi Ágnes*, Pásztor György és Takács András Péter

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

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

Összefoglalás

A köles (*Panicum miliaceum* L.) az egyik legősibb kultúrnövények egyike. Jelentős szerepe van másodveteményként. Fekete (1963) a kölest - mint hazai gyomnövényt - már a 1948-1961. évi Bábolna környéki gyomfelvételezés alkalmával említi. 1987-1988-ra országosan elterjedt, azóta kártétele tovább erősödött. A közeljövőben újabb *Panicum* fajok megjelenésére és terjedésére lehet számítani (*Panicum riparium*, *Panicum dichotomiflorum*).

A kísérlet során célul tűztük ki a szántóföldeken gyomnövényként megjelenő termesztett köles vírusfertőzöttségének vizsgálatát és a fontosabb gabonavírusok esetén epidemiológiai jelentőségük meghatározását.

2014 és 2015 szeptemberében 45 köles (*Panicum miliaceum* L.) levélmintát gyűjtöttünk. Lesencefalu határában fekvő gabonatermő területekről 35, a keszthelyi Fenyves allé közelében lévő területekről pedig 10 vírusfertőzés tüneteit mutató minta származott. A vírusfertőzés megállapítására DAS ELISA szerológiai módszert alkalmaztuk. A 45 mintából 19 esetben sikerült vírusfertőzést igazolni. Tíz mintában a búza csíkos mozaik vírust (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV), hat - hat mintában a búza törpülés vírust (*Wheat dwarf virus*, WDV) és az árpa csíkos mozaik vírust (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV), két mintában az árpa sárga törpeség vírust (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) és egy mintában a rozsnok csíkos mozaik vírust (*Brome streak mosaic virus*, BstMV) mutattuk ki. A rozsnok mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV) jelenlétét a rendelkezésre álló mintákból nem tudtuk igazolni. Négy komplex fertőzést állapítottunk meg, ebből három WDV és WSMV, valamint egy WDV, WSMV és BYMV volt.

Eredményeink rámutatnak, hogy a termesztett köles gyomosító alfajai a közvetlen kompetitív hatásokon túlmenően jelentős szerepet játszhatnak egyes gabonavírusok terjesztésében. Mindezek figyelembevételével kiemelt jelentőségű a gyomok elleni védekezés, a gyomköles fajok terjedésének megelőzése.

Kulcsszavak: köles, gabonavírusok, ELISA, járványtan

Abstract

The millet (*Panicum miliaceum*) is one of the oldest cultivated plants. It was mentioned as weed in 1948-1961 near Bábolna by Fekete (1963). New *Panicum* species might appear and spread in the near future.

The aim of experiment was virus infection of the millet as weed in the plough-land and the millet's role in spreading of the most important cereal viruses.

Natural virus infection in common millet (*Panicum miliaceum*) in surroundings of Keszthely and Lesencefalu was surveyed in September 2014 and 2015. The cereal viruses were tested by DAS ELISA serological methods.

Among the 45 collected leaf samples 19 gave positive results. 10 *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), 6 *Wheat dwarf virus* (WDV), 6 *Barley stripe mosaic virus* (BSMV), 2 *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) and 1 *Brome streak mosaic virus* (BstMV) infestations were observed. *Brome mosaic virus* (BMV) was not detected in the investigated plants. Three WDV and WSMV, and only one WDV, WSMV and BYDV complex infections were identified.

Our results indicate that millet as weed can play a role in the epidemiology of different cereal viruses.

Keywords: *Panicum miliaceum*, millet, cereal viruses, ELISA, epidemiology

Bevezetés

A gabonanövények világszerte meghatározó szerepet töltenek be az élelmiszeriparban és állati takarmányként egyaránt. Ezért is aggasztó, hogy a gabonák vírusos betegségeinek kártétele az elmúlt évek folyamán egyre inkább növekvő tendenciát mutat. A vírusok ellen az egyetlen lehetséges védekezés a prevenció.

A köles (*Panicum miliaceum* L.) az egyik legősibb kultúrnövények egyike, melyet elsőként Kínában termesztettek, majd innen terjedt tovább a Kaukázus környékére (Benécsné et al., 2005). Már a letelepedő nomád népek is kedvelték és termesztették a kölest, hiszen szélsőséges körülményekhez jól alkalmazkodó, rövid tenészciklusú növény. Az új gabonanövények (búza, rozs, árpa) térhódításával pozíciója veszélybe került. A XVIII- XIX. századra a köles csupán

takarmánynövényként került a termesztésbe, főleg másodvetésként (Gaál, 1978). Napjainkban vetésterülete és termésátlaga növekvő tendenciát mutat (Seres, Sárvári, 2014).

A kölest - mint hazai gyomnövényt - már a 1948-1961. évi Bábolna környéki gyomfelvételezés alkalmával említik (Fekete, 1963). 1987-1988-ra országosan elterjedt, jelenleg a kukorica 10 legfontosabb gyomnövénye között van (Magyar, 2014).

Korábban három faj (*Panicum miliaceum*, *Panicum miliaceum subsp. rudérale*, *Panicum capillare*) jelenlétéről számoltak be az országos gyomfelvételezések alkalmával, az utóbbi időben azonban új adventív fajok (*Panicum riparium*, *Panicum dichotomiflorum*) jelentek meg és váltak veszélyes gyomnövénné (Simon, 2001; Pásztor, Nádasyné, 2016).

A köles (*Panicum miliaceum* L.) - mint gyomnövény - kalászos gabonában a kompetitív károsítás mellett, a gabonavírusok terjesztésében is szerepet játszhat.

Anyag és módszer

A vizsgálat során 2014 és 2015 szeptemberében 45 köles (*Panicum miliaceum* L.) levélmintát gyűjtöttünk. Lesencefalu határában fekvő gabonatermő területekről 35, a keszthelyi Fenyves allé közelében lévő területekről pedig 10 vírusfertőzés tüneteit mutató minta származott. A laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséig a mintákat egyesével polietilén tasakokban csomagolva fagyaszttva tároltuk.

A növényvirológiában a leggyakrabban alkalmazott ún. duplaellenanyag-szendvics (double antibody sandwich, DAS ELISA) módszert alkalmaztuk a vírusfertőzések kimutatására.

A vizsgálatokhoz a LOEWE Biochemica rozsnoke mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV), rozsnoke csíkos mozaik vírus (*Brome streak mosaic virus*, BstMV), árpa csíkos mozaik vírus (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV), árpa sárga törpeség vírus (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV), búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) és búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV) reagenseit használtuk.

A minták színváltozásának mértékét Labsystems Multiscan RC ELISA readerrel 405 nm hullámhosszon értékeltük. Pozitívnak tekintettük azokat a mintákat, melyek extinkciós értékei a negatív kontroll extinkciós értékének a háromszorosát meghaladták.

Eredmények

A 45 mintából 19 esetében sikerült vírushatást igazolni. A vírus epidemiológiai vizsgálataink alapján súlyosabb fertőzést a búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) esetében diagnosztizáltunk, mintegy tíz esetben mutatunk ki vizsgálataink során a vírus tüneteket mutató 45 levélmintából. Hat-hat mintában búza törpülés vírust (*Wheat dwarf virus*, WDV) és árpa csíkos mozaik vírust (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV) azonosítottuk. Két árpa sárga törpesség vírussal (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) fertőzött növényt találtunk. A rozsok csíkos mozaik vírust (*Brome streak mosaic virus*, BstMV) egy minta esetében sikerült kimutatnunk. A rozsok mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV) jelenlétét egyetlen esetben sem diagnosztizáltuk a rendelkezésünkre álló mintákból.

Négy komplex fertőzést mutató mintát azonosítottunk a vírusdiagnosztikai vizsgálataink során. A búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV) és a búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) komplex fertőzését három mintában sikerült diagnosztizálnunk. Egy növény esetében kimutattunk a búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV), a búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) és az árpa sárga törpesség vírus (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) együttes jelenlétét.

Megvitatás

Eredményeink rámutatnak arra, hogy a termesztett köles gyomosító alfajai a közvetlen kompetitív hatásukon túlmenően jelentős szerepet játszhatnak egyes gabonavírusok terjesztésében. Mindezek figyelembevételével kiemelt jelentőségű a gyomok elleni védekezés, valamint a gyomként jelenlévő kölesfajok terjedésének megelőzése.

Az agrotechnika alkalmazásával csökkenhet a vektorként közreműködő kártevők felszaporodásának lehetősége. A tarlóhántás és az egyéb agrotechnikai műveletek időbeni elvégzése a védelem fontos eszköze. Az aratás utáni talajmunkák elhanyagolása komoly kockázatot jelenthet. Az árvakelések és a gyomos területek felszámolására herbicides kezelések alkalmazása javasolt. Ez megakadályozza a vírusok felszaporodását segítő gyomnövények terjedését. A lehetőségekhez képest, célszerű rezisztens fajtákat választani a növénytermesztés során. A vírusrezisztens fajták termesztésénél is fontos az optimális tápanyag ellátás és a tápelem arányok pontos betartása, ezzel ugyanis segíteni lehet a növény genetikailag determinált természetes védekezési mechanizmusát.

Az előrejelzésnek kiemelt szerepe van a vektorok elleni védekezésben. A kártevők tömeges elszaporodásának megelőzésével jelentősen csökkenthető a vírusátvitel.

A köles az utóbbi években megjelent a búzaállományokban. Kártétele elsősorban kukoricában jelentős, ezért a jövőben indokolt lehet a köles (*Panicum miliaceum* L.) vírusepidemiológiai láncban betöltött szerepének vizsgálata a kukorica csíkos mozaik vírus (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV), valamint az utóbbi időben terjedő inváziós kölesfajok (*Panicum riparium*, *Panicum dichotomiflorum*) vírusepidemiológiai láncban betöltött szerepének meghatározása kukorica- és gabonapatogén vírusok tekintetében.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk megköszönni a Növényvédelmi Intézet munkatársainak a kísérlet során nyújtott segítségét.

Hivatkozások

- Benécsné Bárdi G., Hartmann F., Radvány B., Szentey L. 2005. Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd. pp. 218-224.
- Fekete R. 1963. Változások a szántóföldi gyomnövényzetben. MTA Agrártudományi Osztály Közleménye, 22: 377-393.
- Gaál L. 1978. A magyar növénytermesztés múltja. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 637.
- Magyar L. 2014. Köles (*Panicum*) fajok a hazai szántóföldi gyomflórában, napjainkban. Agrofórum (Extra), 55: 104-110.
- Pásztor Gy, Nádasyné Ihárosi E. 2016. A köles fajok (*Panicum spp.*) hazai elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 17: 3-14.
- Seres E., Sárvári M. 2014. Termesztési tényezők hatása a köles (*Panicum miliaceum* L.) termésére és minőségére. Növénytermesztés, 2: 69-81.
- Simon T. 2001. A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok- virágos növények. Nemzeti tankönyvkiadó Rt., Budapest. pp. 848.

A dohánytripsz egyedszámváltozását befolyásoló tényezők a nyírségi és kunadaci dohányültetvényekben

Orosz Szilvia¹, Bujdos László², Varga Lajos³ és Fekete Tibor⁴

¹ NÉBIH, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság, Növény-egészségügyi és Molekuláris Biológiai Laboratóriuma, 1118 Budapest, Budaörsi út 141-145.

² SZSZBMKH. ÉBFF. Növény- és Talajvédelmi Osztály, 4400 Nyíregyháza Kótaji út 33.

³ Agroport-D Kft., 4033, Debrecen, Paptava u. 21.

⁴ ULT Magyarország Zrt. 4400. Nyíregyháza, Dugonics utca

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

Összefoglalás

2015-2016. években hét helyszínen dohányültetvényein folytak vizsgálatok, PALz csapdák segítségével annak megállapítására, hogy a dohánytripsz (*Thrips tabaci* Lindeman 1889., Thysanoptera: Thripidae) mely időpontokban és milyen egyedszámmal telepszik be a dohányültetvényekbe. A vizsgálatok elsődleges célja volt a védekezések megfelelő időzítése, továbbá annak megállapítása, hogy elsősorban milyen tényezők befolyásolják a dohánytripsz egyedszámváltozását.

Kulcsszavak: *Thrips tabaci*, dohánytripsz, dohány, egyedszámváltozás

Abstract

Studies were conducted in 2015 and 2016 with yellow sticky traps in seven tobacco plantations. The purpose was to determine when and in what numbers onion thrips individuals can settle into tobacco plantations. The primary objective of the study was to determine the proper timing of chemical treatments, furthermore, the determination of crucial factors that can influence the population dynamics of *T. tabaci*.

Keywords: *Thrips tabaci*, onion thrips, tobacco, population dynamics

Bevezetés

A dohánytripsz, (*Thrips tabaci* Lindeman 1889) (Thysanoptera: Thripidae) az egyik legjelentősebb kártevő tripszfaj mind hazánkban, mind világszerte. Rendkívül polifág, kártétele több száz növényfajon ismert. Hazánkban a dohány egyik legjelentősebb kártevője. A *T. tabaci* vírusvektor is, a paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) terjesztésében játszik szerepet (Jenser et al., 2005).

Hazánkban - elsősorban az ország északkeleti területein - a dohány évszázados kultúrával termesztett ipari növényünk. Az ország dohány termőterületének 81%-a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, 10%-a Bács-Kiskun megyében található. Bár a dohánytermesztés jelentősége napjainkra csökkent, termesztése több tízezer ember elhelyezkedését segíti a munkanélküliséggel különösen sújtott területeken (Lukács, 2002).

2015-2016. években, Kunadacson, Pócspetrin, Hajdúhadházán, Apagyon, Ófehértón, Debrecenben és Encsencsen folytak vizsgálatok PALz csapdák segítségével, annak megállapítására, hogy a paradicsom bronzfoltosság vírus átviteléért felelős dohánytripsz mely időpontokban és milyen egyedszámmal telepszik be a dohányültetvényekbe. A vizsgálatok elsődleges célja a védekezések megfelelő időzítése volt.

Emellett megfigyeltük egy jelentős, potenciális természetes ellenség, a dohánytripsz nimfákkal is táplálkozó ragadozó tripsz (*Aeolothrips intermedius* Bagnall 1920) egyedszámváltozását, a dohánytripsz egyedszámváltozásához viszonyítva. Az *A. intermedius*-t Bournier et al., (1978) , illetve Trdan et al. (2005) elsősorban a dohánytripsz predátoraként említi. Franco et al. (1999) szerint az *A. intermedius* kizárólag szabadföldön képes a fitofág tripszfajok egyedszámát lényegesen csökkenteni.

Anyag és módszer

Mintavételi helyenként (Kunadacson, Pócspetrin, Hajdúhadházán, Apagyon, Ófehértón, Debrecenben és Encsencsen) a növényzet magasságának megfelelő szinten, 3-3 PALz csapda került kihelyezésre. 2015. április 14-től július 28-ig, 15 héten keresztül, heti gyakorisággal, összesen 315 színcsapda fogási eredményei lettek számba véve, továbbá 2016. április 12-től augusztus 23-ig, 19 héten keresztül, szintén heti gyakorisággal, összesen 399 színcsapda fogási eredményeinek vizsgálatát végeztük el. A vizsgálatban Burley és Virginia dohányfajták szerepeltek. A színcsapdákat az ULT Zrt és a Nyírségi Dohánytermelői Csoport munkatársai hetenként cserélték, azokat továbbították a NÉBIH NTAI Növény-egészségügyi- és Molekuláris

Biológiai Laboratóriumába, ahol a csapdák által fogott dohánytripszek és ragadozó tripszek száma LEICA preparáló mikroszkóp segítségével lett megállapítva.

Eredmények

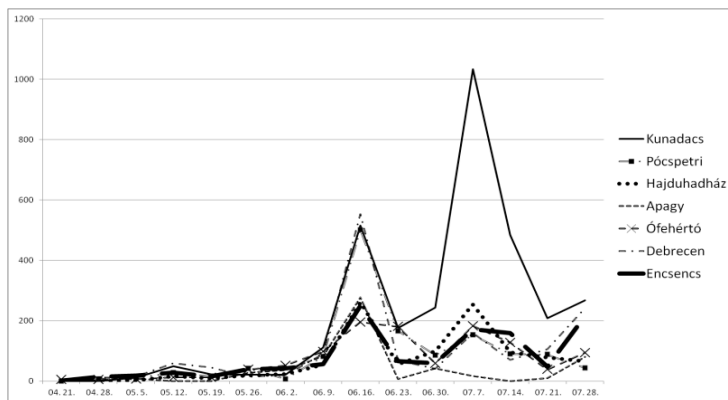
2015-ben, az értékelést a 315 csapda által fogott, 9906 dohánytripsz egyed alapján végeztük. Az előző évek fogási adataihoz viszonyítva ebben az évben volt a vizsgálati ültetvényekben a legmagasabb a betelepülő dohánytripszek és ragadozó tripszek egyedszáma. Ez a tendencia összefüggésbe hozható a vegetáció alatt tapasztalt szokatlanul aszályos, száraz meleg nyári időszakokkal. A meteorológiai adatok alapján, a 2015 nyara az előző öt évhez képest csapadéokban a legszegényebb, és a legmagasabb átlaghőmérsékletű volt. Így erősen megnövekedhetett a kockázata annak, hogy a betelepülés után az állományokban felszaporodó dohánytripsz, közvetlen (szívogatás) és közvetett (vírusátvitel) kártételével, a dohány minőségi és mennyiségi romlását eredményezze.

A kihelyezett csapdák adatai alapján, 2015-2016. években, a kunadaci dohányültetvénybe telepedett be a dohánytripsz a legnagyobb egyedszámban (1. és 2. táblázat). Ennek egyik feltételezett oka az, hogy a kunsági területek csapadéokban jóval szegényebbek, mint a nyírségiek, továbbá az érintett ültetvény és környéke jóval gyomosabb, elhanyagoltabb. Ezek a tényezők jelentősen elősegíthetik a dohánytripsz felszaporodását.

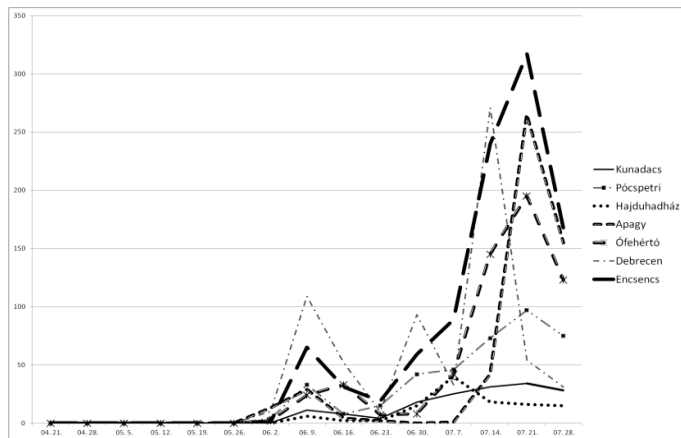
A különböző helyszínek összesített fogási adatait az 1. táblázat tartalmazza. Az 1. ábra adatai alapján látható, hogy a vizsgált ültetvényekben a dohánytripsz rajzása és betelepülése a vizsgálati időszak alatt egyöntetűen zajlott. Apagyon, Ófehértón és Encsencsen a csapdák már a kihelyezést (április 14.) követően megfogták az első berepülő példányokat. Valószínűleg a palántázási időszak alatt végzett védekezéseknek és a csapadéknak köszönhetően, június elejéig meglehetősen alacsony egyedszámban fogtak a csapdák.

1. táblázat. A vizsgálati helyszíneken kihelyezett színcsapdák fogási eredményei

Helyszín (2015)	<i>Thrips tabaci</i> összesített egyedszám	<i>Aeolothrips intermedius</i> összesített egyedszám
Kunadacs	3169	159
Pócspetri	1313	393
Hajdúhadház	1040	114
Apagy	592	511
Ófehértó	1114	456
Debrecen	1491	663
Encsencs	1187	989
Összesített fogási adat (n=15)	9906	3285



1. ábra. A *Thrips tabaci* rajzásdinamikája a mintavételi helyeken kihelyezett sárga színcsapdák fogási eredményei alapján (2015)



2. ábra. Az *Aeolothrips intermedius* rajzásdinamikája a mintavételi helyeken kihelyezett sárga színcsapdák fogási eredményei alapján (2015)

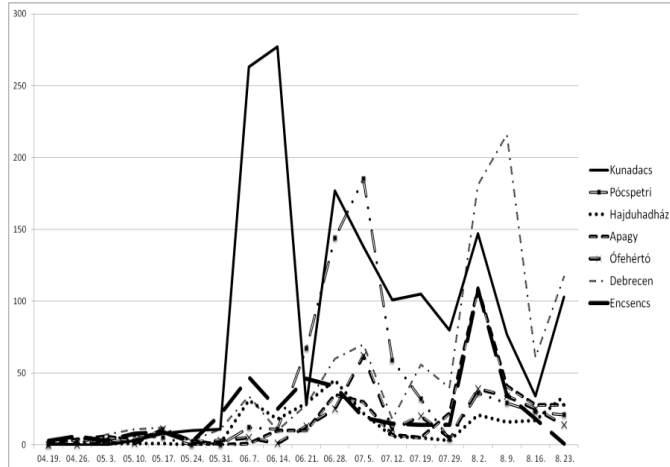
Június elejétől a hónap közepéig ugrásszerűen nőtt a berepülő egyedek száma, részben a csapadékokban viszonylagos hiánya, részben a magas átlaghőmérséklet miatt. Ebben a hónapban a legtöbb egyedet június 16-án, a debreceni ültetvényben fogták a csapdák, összesen 554 példányt. A június közepén végzett permetezéseknek köszönhetően június végéig visszaesett a csapdák által fogott tripszek száma, majd július közepéig, elsősorban a kunadaci ültetvényben, a betelepülők száma rohamosan növekedett. Az egyedszám maximumát július 7-én érte el, összesen 1033 db volt a kunadaci csapdákon számolt dohánytripszek száma. A többi vizsgált ültetvényben nem volt kiugróan magas ez alatt az időszak alatt az egyedszám-növekedés. Azonban a július közepén ismételt elvégzett beavatkozások sikeresen csökkentették az állományok tripsznépességét. Az 1. ábrán látható, hogy a dohánytripsz egyedszáma július végétől ismét emelkedésnek indult, de a dohánylevelek betakarítása miatt ezek az egyedek várhatóan folyamatosan további tápnövényekre fognak áttelepedni.

A csapdák fogási eredménye alapján, 2015-ben a *T. tabaci* egyedszámának egyharmada volt az *A. intermedius* egyedszáma (1. táblázat). A ragadozó tripsz június elejétől július végéig fordult elő nagy számban az ültetvényekben. Az egyedszámcsúcs július második harmadában volt tapasztalható. Legnagyobb számban Encsencsen, Ófehértón és Apagyon fogták a csapdák (2. ábra). Bár július 28-án befejeződött a terepi vizsgálat, a 2. ábra adatai alapján, az *A. intermedius* augusztusban is előfordulhatott az ültetvényekben. Kunadacson volt a ragadozó tripsz aránya a legkisebb a dohánytripszhez viszonyítva, és ezen a településen volt a legmagasabb a *T. tabaci* egyedszáma július közepén (1. ábra).

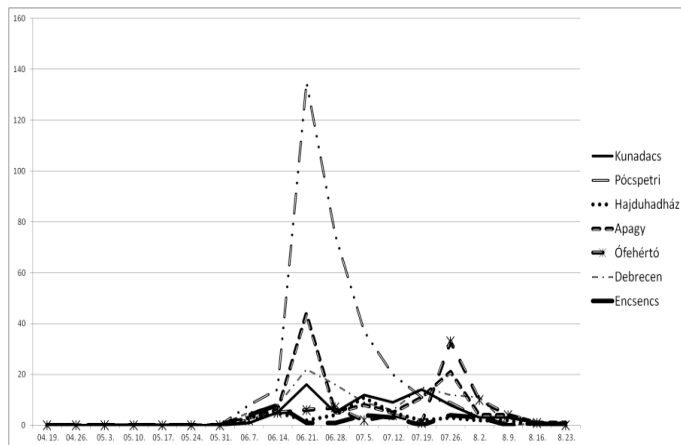
Az 1. és a 2. ábra adatai alapján látható, hogy az *A. intermedius* egyedszáma júliusban a júniusi érték háromszorosára növekedett, ezzel párhuzamban a *T. tabaci* egyedszáma - Kunadacs kivételével- az összes vizsgálati helyen a júniusi értékekhez képest feleannyira lecsökkent.

2. táblázat. A vizsgálati helyszíneken kihelyezett színcsapdák fogási eredményei

Helyszín (2016)	<i>Thrips tabaci</i> összegyedszám	<i>Aeolothrips</i> <i>intermedius</i> összegyedszám
Kunadacs	1563	78
Pócspetri	640	316
Hajdúhadház	251	40
Apagy	352	113
Ófehértó	274	75
Debrecen	935	105
Encsencs	435	29
Összesített fogási adat (n=19)	4450	756



3. ábra. A *Thrips tabaci* rajzásdinamikája a mintavételi helyeken kihelyezett sárga színcsapdák fogási eredményei alapján (2016)



4. ábra. Az *Aeolothrips intermedius* rajzásdinamikája a mintavételi helyeken kihelyezett sárga színcsapdák fogási eredményei alapján (2016)

2016-ban az értékelést 399 csapda által fogott 4450 dohánytripsz egyede alapján végeztük (2. táblázat).

A csapdák által fogott dohánytripsz egyedszáma az előző évhez képest a harmadára esett vissza, köszönhetően a valamivel hűvösebb, csapadékosabb nyári időszaknak, továbbá a hatékonyabb védekezésnek. Az április 19-én kihelyezett csapdák Kunadacson és Encsencsen már megfogták az első példányokat. Április utolsó - május első napjaitól fogva, már az összes vizsgálati helyen megjelent a dohánytripsz. A 3. ábra adatai alapján látható, hogy a vizsgált ültetvényekbe a dohánytripsz rajzása és betelepődése a faj fejlődésmenetének megfelelően és az egységesen végzett kéimai beavatkozásoknak köszönhetően, javarészt egyöntetűen zajlott. A palánták szabadföldi kiültetését követően, az egyedszám a vizsgálati helyszíneken egységesen növekedésnek indult. A csapdák fogási adatai alapján június, július és augusztus első hetében voltak az egyedszámcúcsok. Az előző évhez hasonlóan, 2016-ban is a kunadacsi ültetvénybe telepedett be a dohánytripsz a legnagyobb számban. Kunadacson a nyírségi helyszíneken tapasztalt eredményektől eltérően, május végén ugrásszerűen megemelkedett az egyedszám, amely a többi helyszínhez képest folyamatosan a legmagasabb értéket képviselte egészen a dohány betakarításáig. A Nyírségi területeken Debrecenben és Pócspetrin volt a legtöbb, Hajdúhadházon és Ófehértón a legkevesebb a dohánytripsz egyedszáma. A 3. ábrán látható, hogy a dohánytripsz egyedszáma augusztus végétől ismét emelkedésnek indult a vizsgálati helyeken,

de a dohánylevelek betakarítása miatt ezek az egyedek várhatóan folyamatosan további tápnövényekre fognak áttelepedni.

A csapdák fogási eredménye alapján, 2016-ben a *T. tabaci* egyedszámának egyhatoda az *A. intermedius* egyedszáma (2. táblázat). A ragadozó tripsz június elejétől augusztus közepéig fordult elő az ültetvényekben. Az egyedszámcúcs június második harmadában volt tapasztalható. Pócspetrin volt a legmagasabb a ragadozó tripszek száma. Az itt kihelyezett csapdákon számlált dohánytripsz – ragadozó tripsz egyedszám arány június végén 1:1 volt (4. ábra). Ez a jelenség is közrejátszhatott abban, hogy ezen a vizsgálati helyen július közepe után a dohánytripsz egyedszám rohamosan csökkenni kezdett. Az előző évvel megegyezően ismét Kunadacson volt a ragadozó tripsz aránya a legkisebb a dohánytripszhez viszonyítva. és ezen a településen volt a legmagasabb a *T. tabaci* egyedszáma június-július folyamán (4. ábra).

Megvitatás

A dohányültetvényekbe berepülő egyedek nagy része hozzájárul a tápnövényen populáció felszaporodáshoz, ezáltal a várható közvetlen és közvetett kártételhez. Azonban több tripszfaj, így a dohánytripsz rajzására, migrációjára jellemző, hogy csapadékos időszakban búvóhelyet keresnek, ezért a talajfelszíntől mért kb. egy-két méteres magasságban az esős időszakot közvetlenül megelőző időszakban, nagyobb számban, erőteljesebben mehet végbe a rajzás. Ebből adódóan nem minden betelepülő egyed válik valós kártevővé az adott ültetvényen belül, ott nem szaporodik, hanem később tovább migrál, másik tápnövény után kutatva. A dohánytripsz egy erősen polifág, azaz sok tápnövénnyel rendelkező faj. A környező gyomnövények, egyéb tápnövények, illetve a dohányültetvények közötti migráció a teljes vegetáció idején folyamatos, így a faj időnként rendkívül nagy egyedszámmal rajzik (Lewis, 1973).

A fentiek értelmében tehát feltételezhető, hogy a csapdák fogási eredménye alapján a megnövekedett egyedszám nem feltétlenül jár együtt az ültetvényekben a kártétel mértékének növekedésével. Erre utal az a tény is, hogy noha a kihelyezett csapdák adatai alapján, Apagyon volt a legalacsonyabb a dohánytripsz egyedszáma (1. táblázat), a 2015. szeptember 1-én végzett vizuális vizsgálatok szerint, ezen az ültetvényen hozzávetőlegesen 30-40%-os volt a leveleken a tripsz szívogatásából eredő közvetlen kártétel.

A csapdák adatai alapján, 2015-2016 években a kunadaci dohányültetvénybe telepedett be a dohánytripsz a legnagyobb számban (1, 2. táblázat). Ennek egyik feltételezett oka az, hogy a kunsági területek csapadékban jóval szegényebbek, mint a nyírségi területek, továbbá az érintett

ültetvény és környéke jóval gyomosabb, elhanyagoltabb. Ezek a tényezők jelentősen elősegíthették a *T. tabaci* felszaporodását.

Tekintettel arra, hogy a dohánytripsz a ruderalis területek növényein telel át, továbbá a vegetáció idején is folyamatos a környező gyomnövényekről a dohányra történő betelepődése, ezért rendkívül fontos követelmény a palántanevelő fóliasátrak környezetének gyommentesen tartása (Jenser et al., 2005).

Megfigyeléseink alapján, valószínű, hogy szabadföldi dohányültvényekben az *A. intermedius* predátor tevékenysége is jelentősen hozzájárul a *T. tabaci* egyedszámának csökkentéséhez. Ezt alátámasztja Franco et al. (1999) megállapítása, miszerint az *A. intermedius* kizárólag szabadföldön képes a fitofág tripszfajok egyedszámát lényegesen csökkenteni.

Hivatkozások

- Bournier, A., Lacasa, A., Pivot, Y. 1978. Biologie d'un thrips prédateur *Aeolothrips intermedius* (Thysanoptera: Aeolothripidae). Entomophaga, 23: 403-410.
- Franco, S., Beignet, P., Rat, E., Thibout, E. 1999. The effect of thrips on wild and cultivated alliaceous plants in France. Phytoma. 514: 41-44.
- Jenser G., Gáborjányi R., Fekete T., Szénási Á., Bujdos L., Almási A. 2005. A paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) járványok és megelőzésük lehetősége a magyarországi dohányültvényekben. Növényvédelem 41 (11). 505-507.
- Lewis, T. 1973. Thrips, their biology, ecology and economic importance. Academic Press, London and New York.pp. 143-158.
- Lukács A. 2002. Az uniós előírásoknak megfelelő cigaretta jövedéki adó bevezetésének következményei. Magyar dohányújság 110 (1-2) 7-12.
- Trdan, S., Andjus, A., Raspudic, E., Kac, M. 2005. Distribution of *Aeolothrips intermedius* Bagnall (Thysanoptera: Aeolothripidae) and its potential prey Thysanoptera species on different cultivated host plants. J. Pest Sci. 78: 217-226.

Az őszi káposztarepce tavaszi kártevőinek felmérése a Dunántúl déli megyéiben

Kutas János

Zala Megyei Kormányhivatal, 8900 Zalaegerszeg, Kinizsi u. 81.

e-mail: Kutas.Janos@zala.gov.hu

Összefoglalás

A három megyére (Baranya, Somogy és Zala) kiterjedő vizsgálat során március elejétől, két hónapig sárga tálak segítségével, folyamatosan gyűjtöttük a repceállományokban fellelhető kártevő rovarokat. A következő négy faj rajzásdinamikáját tanulmányoztuk: repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham, 1802), nagy repceormányos (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837), repce-fénybogár (*Meligethes aeneus* Fabricius, 1775) és repcebecő-ormányos (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham, 1802). Céljaink között szerepelt a kevésbé ismert, nagy repceormányos előfordulásának, dominancia viszonyainak tisztázása. Megállapítottuk, hogy a nagy repceormányos a vizsgált megyékben általánosan előfordul, de egyedszámát tekintve jelentősen elmarad a repceszár-ormányoshoz képest. Megerősítést nyert továbbá, hogy a legnagyobb egyedszámban a *Meligethes* fajcsoport egyedei kerültek a csapdákbba, így a védekezést is célszerű a bimbókártevőkre fókuszálni.

Kulcsszavak: őszi káposztarepce, tavaszi kártevők, sárgatálás csapdázás, rajzásdinamika

Abstract

Insect pests of oilseed rape were being trapped in Moericke yellow dishes from the beginning of March until the end of April in three counties (Baranya, Somogy and Zala) of Hungary. The flight activities of the following four species were examined: cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham, 1802), rape stem weevil (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837), common pollen beetle (*Meligethes aeneus* Fabricius, 1775) and cabbage seedpod weevil (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham, 1802). One of the aims of this study was to determine the distribution and density parameters of the rape stem weevil. Our results show that the rape stem weevil is present in the studied counties but the more common cabbage stem weevil greatly

outnumbers it. It was also verified that among the four species the individuals of *Meligethes spp.* were trapped in the highest numbers so chemical control should be timed against pollen beetles.

Keywords: oilseed rape, insect pests, Moericke yellow dish, flight activity

Bevezetés

A hazánkban termesztett kultúrnövények között egyre fontosabbá válik az őszi káposztarepce. Termesztésének sikeressége nagyban függ a tavaszi kártevők elleni védekezések hatékonyságától. A kémiai védekezések megfelelő időzítéséhez ismerni kell a kártevő fajok rajzásdinamikáját, amihez egy hatékony előrejelzési módszer a sárgatálás csapdázás (Lőrincné és Sáringer, 2006).

A sárga színű, vizes tálak által fogott rovarok közül négy kártevő került kiválasztásra: repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham, 1802), nagy repceormányos (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837), repce-fénybogár (*Meligethes aeneus* Fabricius, 1775) és repcebecő-ormányos (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham, 1802). A kisebb jelentőségűnek tartott szárkártevő, a nagy repceormányos fokozódó kártétele 2007 óta ismert Nyugat-Magyarországon (Farkas, 2009), és mivel kártétele, telelési helye, védekezési küszöbértéke eltér a repceszár-ormányostól, ezért külön kezelése indokolt. Jelen felmérés egyik célja, hogy megismerjük a Dunántúl déli megyéiben a nagy repceormányos előfordulásának jellemzőit. A repce-fénybogár helyett helyesebb a repce-fénybogarak (*Meligethes* fajcsoport) kifejezést használni, mivel a *M. aeneus* fajon kívül még előfordulhat gazdaságilag nem jelentős kárt okozva a *M. coracinus*, *M. picipes* és *M. viridescens* is (Hertelendy, 2009). Az említett fajcsoportba tartozó fajok szétválasztása vizsgálatunk során nem történt meg.

Anyag és módszer

A repce tavaszi kártevőinek gyűjtéséhez sárgatálás csapdázást alkalmaztunk. A sárga színű, vizes tálakat régóta használják a repcekártevők előrejelzésére. A felmérés során repcetáblánként mindig 6 darab sárga tálat (hármat sorirányban, hármat pedig azzal merőlegesen) helyeztünk ki a tábla erdőszelhez közelebbi felére 1-2 „forgónyira” a tábla szélétől. A tálakat mindig a növény magasságában tartottuk a gyűjtési időszak alatt. A tálak vizét a fagyás elkerülése végett sóztuk, illetve a felületi feszültség csökkentése érdekében néhány csepp mosogatószerrel kevertük. A tálak által fogott anyagot hetente kétszer ellenőriztük, a tálak vizét átszűrtük, a rovarokat

laboratóriumban, sztereomikroszkóp alatt határoztuk, számoltuk. A gyűjtési időszakok március elején kezdődtek és a repce virágzásának végéig tartottak.

Eredmények

A tavaszi kártevők rajzásdinamikai vizsgálatára három különböző évben és három különböző megyében (2010 Baranya, 2012 Somogy és 2016 Zala) került sor. Mindhárom megyében két helyszínen végeztük a csapdázást, de jelen publikációban megyénként csak egy helyszín fogási eredményei kerülnek közzé. (A két helyszín közül mindig a fogott fajokat magasabb egyedszámban reprezentálót választottuk.)

A 2010 tavaszán Baranya megyében (a Pécs melletti 24 ha-os repcetábla jellemzői: fajta: Elektra, vetésidő: 2009.09.03., távolság az előző évi repcetáblától: 200 m, GPS koordináta: 45°59'18,86"É, 18°12'09,05"K) végzett felmérésünk eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. 2010-ben Pécs melletti repcetáblán végzett sárgatálas csapdázás fogási adatai

Fajok/időpontok	3.19.	3.23.	3.26.	3.29.	4.1.	4.6.	4.12.	4.15.	4.19.	4.22.	4.26.
repceszár-ormányos	10	219	287	5	2	12	6	1	0	2	3
nagy repceormányos	7	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0
repce-fénybogár	6	279	1620	77	164	30	17	2	5	8	13
repcebecő-ormányos	0	0	0	0	3	2	26	1	1	2	5

(6 csapda által fogott összesített egyedszámok üritési időpontonként)

A csapdák csak március közepe után fogtak először rovarokat 2010 tavaszán. Az első fogás már jelentősebb (>5) mennyiségben tartalmazott szárormányost, nagy repceormányost és fénybogarat is. A szárormányosok és fénybogarak száma március 26-ig megsokszorozódott, amikor is egy vegyszeres védekezés a populációkat megtizedelte. Becőormányost áprilisban kezdtek fogni a csapdák április közepi csúccsal.

A 2. táblázat 2012-ben Somogy megyében (a Gyékényes melletti 40 ha-os tábla jellemzői: fajta: PR46W14, vetésidő: 2011.09.03., távolság az előző évi repcetáblától: 3000 m, GPS koordináta: 46°13'54.84"É, 16°59'06.33K) végzett csapdázás eredményeit mutatja.

2. táblázat. 2012-ben Gyékényes melletti repcetáblán végzett sárgatálás csapdázás fogási adatai

Fajok/ídőpontok	3.15.	3.19.	3.22.	3.27.	3.30.	4.3.	4.7.	4.12.	4.19.	4.25.	5.1.	5.9.
repceszár-ormányos	1	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nagy repceormányos	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
repce-fénybogár	2	8	32	25	28	29	18	28	26	17	26	4
repcebecő-ormányos	0	0	0	9	1	4	14	1	0	0	1	0

(6 csapda által fogott összesített egyedszámok üritési időpontonként)

A kártevők rajzása március közepén indult, de a korán elvégzett (03.16) vegyszeres védekezésnek is köszönhetően egyedszámuk később sem szaporodott fel túlságosan. A szárományosok március végi eltűnésével megjelentek a becőormányosok, de egyedszámukat egy április eleji inszekticides permetezés alacsonyan tartotta.

A Zala megyei (a Zalaegerszeg melletti 12 ha-os repcetábla jellemzői: fajta: Pioneer W14, vetésidő: 2015.08.30., távolság az előző évi repcetáblától: 100 m-nél nagyobb, GPS koordináta: 46°54'33,59"É, 16°50'59,26"K) fogási adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. 2016-ban Zalaegerszeg melletti repcetáblán végzett sárgatálás csapdázás fogási adatai

Fajok/ídőpontok	3.11.	3.16.	3.18.	3.22.	3.25.	3.29.	4.1.	4.4.	4.6.	4.11.	4.14.	4.18.	4.22.
repceszár-ormányos	2	1	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
nagy repceormányos	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
repce fénybogár	0	0	3	164	1	256	64	145	84	108	142	119	9
repcebecő-ormányos	0	0	0	0	0	0	0	7	1	6	6	0	0

(6 csapda által fogott összesített egyedszámok üritési időpontonként)

Az első repceszár-ormányosokat március 11-én fogták a csapdák, míg nagy repceormányost és fénybogarat csak egy héttel később. A továbbiakban a kártevők felszaporodása egy március 23-án elvégzett védekezés miatt megtorpant. Az április ötödikei második permetezés hatását a fénybogár és becőormányos egyedszámok is mutatják.

Megvitatás

Három megyére kiterjedő felmérésünk során beigazolódott, hogy a nagy repceormányos a Dunántúl déli megyéiben általánosan elterjedt, viszont egyedszáma és kártétele elmarad a repceszár-ormányoshoz képest. Ellentétben tehát a Vas és Győr-Moson-Sopron megyei tapasztalatokkal (Farkas, Havasréti és Szántóné, 2012), ahol évek óta a nagy repceormányos dominál, a vizsgált megyékben jelentősége egyelőre kisebb. Farkas (2011) szerint a két faj egyszerre jelenik meg a csapdákban, de a nagy repceormányos tömeges betelepődése általában néhány nappal megelőzi a repceszár-ormányosét. Ezt alátámasztani látszik a Baranya megyei csapdázás adatai, de a másik két megyében valószínűleg a lényegesen alacsonyabb egyedszámok miatt a nagy repceormányos első megjelenését nem sikerült nyomon követni, tömeges betelepődésről pedig nem beszélhetünk. Adatsorainkból is jól látszik, hogy a különböző kártevőfajok megjelenése, tömeges felszaporodása megyénként és évjáratonként eltérő, így az ellenük való védekezés időzítéséhez rajzásmenetük ismerete elengedhetetlen, amihez megfelelő módszer a Moericke-féle sárga tálak alkalmazása (Marczali, 2015).

Hivatkozások

- Hertelendy L. 2009. Kártételi veszélyhelyzetek előrejelzése őszi káposztarepcében. Agrofórum Extra, 29: 45-53.
- Farkas I. 2009. Kora tavaszi szárkártevők repcében (repceszár-ormányos és nagy repceormányos) – hogyan tovább? Agrofórum Extra, 29: 58-60.
- Farkas I. 2011. A repce tavaszi kártevői – gyakorlati áttekintés. Agrofórum Extra, 39: 78-81.
- Farkas I., Havasréti B., Szántóné Veszélka M. 2012. A 2010/11. évi repceszezon kártevőiről. Agrofórum Extra, 44: 116-121.
- Lőrincné Izsányi G., Sáringer Gy. 2006. Az őszi káposztarepce védelme. Növényvédelem, 42 (9): 495-513.
- Marczali Zs. 2015. Repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* MARSHAM, 1802). Veszélyes kártevők (III./7.) Agrofórum, 26 (7): 14-18.

Burgonya gyomirtása metribuzin hatóanyagú gyomirtó szerrel

Vojnich Viktor József*, Hüvely Attila, Pölös Endre és Ágoston János

Pallasz Athéné Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, 6000 Kecskemét,

Mészöly Gyula tér 1-3.

**e-mail: vojnich.viktor@kfk.kefo.hu*

Összefoglalás

A burgonya (*Solanum tuberosum*) az egyik legfontosabb élelmisznőnövényünk Európában. Kísérletünkben a Balatoni rózsa fajtát vizsgáltuk. A fajta kiváló minőségű étkezésű burgonya, magas rezisztenciával bír a burgonya Y vírus (PVY), a burgonya A vírus (PVA), a burgonya X vírus (PVX) és a burgonya levélsodródó vírusok (PLRV) ellen. A Balatoni rózsa fajta néhány hibáját sikerült megtapasztalni. A ritka lombja miatt a homok felforrósodik és égeti a növény szárának a tövét, emiatt teljes szárpusztulás is bekövetkezhet. Vizsgálatunkban a Sencor 600 EC metribuzin hatóanyagú gyomirtó szert alkalmaztuk.

Kulcsszavak: Balatoni rózsa, gyomirtó szer, Sencor 600 EC, kezelések, tömeg (kg)

Abstract

The potato (*Solanum tuberosum*) is a major food in Europe. In our experiment we studied the Balatoni rózsa cultivar. This type is a high-quality potato and has high resistance of Potato virus Y (PVY), Potato virus A (PVA), Potato virus X (PVX) and Potato leaf roll virus (PLRV). The cultivar Balatoni rózsa has same less desirable qualities, for example because the sparse foliage the sand gets hot and burns the base of the plant, causing the death of the shoot. During the experiment, the active substance metribuzin herbicide (Sencor 600 EC) was employed.

Keywords: Balatoni rózsa, herbicide, Sencor 600 EC, treatments, mass (kg)

Bevezetés

A burgonya géncentruma Közép - Amerika és Dél - Amerika, ott is a nagy tengerszint feletti magasságokon elhelyezkedő területek (hegyvidékek), mint például Mexikó, Chile, Peru, Bolívia (Antal, 2005). Európába az 1600-as években hozták be, mint dísznövény. Élelmiszerként gumóját csak a XVII. század végén és a XVIII. század elején kezdték fogyasztani és ezután gyorsult fel az elterjedése. Magyarországra a burgonya bekerülése és a termesztésbe vonása is mintegy fél évszázados késéssel történt a nyugat-európai államokhoz képest (Czímber, 2001).

Magyarországon 23 ezer hektáron termesztnek burgonyát. Hazánkban a május – június - július hónapokra jellemző, hogy nincs elegendő hazai előállítású burgonya a piacon. Így a magyarországi termésátlagok lényegesen alacsonyabbak, mint amit az ökológiai adottságaink lehetővé tennének. Öntözött körülmények között a 45 tonnás hektáronkénti üzemi termésátlag is elérhető, szemben az országos 20-25 t/ha burgonya eredményekkel (Kosztolányi, 2007).

Gumótermésének nagyságát a tenyészidő alatt megtermelt szárazanyag és a fajta növekedési típusa határozza meg. Kétféle növekedési típusa van: 1. rövid tenyészidejű: gyors korai gumónövekedés, visszafogott lombfejlődés, kevés lomb, magas harvest index (a gumó szárazanyag-tartalma osztva az összes megtermelt szárazanyag mennyiségével), de kisebb termés; 2. hosszú tenyészidejű: sok lomb, későbbi gumókötés, de a hosszabb tenyészidő és nagy lombtömeg végeredménye a nagyobb termés.

Nagy terméshez fontos a nagy lombfelület, szükséges a jó víz- és tápanyag ellátás, valamint az optimális (nem túl magas) hőmérséklet. Fotoszintézis optimuma: 20-25 °C nappali és 10-12 °C éjszakai hőmérséklet, optimális napi átlag: 15-19 °C. Kedvező hőmérsékleten csak 20-25% a légzési veszteség, de magas hőmérsékleten már jelentős. Potenciális termése frissen: 100 t/ha (Kruppa, 2007; Hoffmann, 2011).

Kísérletünkben a Balatoni rózsa burgonya fajta termesztése során alkalmazott Sencor 600 EC metribuzin hatóanyagú (Ocskó, 2015) gyomirtó szer hatását vizsgáltuk.

Anyag és módszer

A kísérletet Nyírbátor (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) mezőgazdasági területén végeztük el. Elővetemény görögdinnye volt, a terület erősen gyomosodott a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) és az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) miatt. A burgonya szaporítóanyaga a Balatoni rózsa fajta vetőméretű burgonyagumó. A Balatoni rózsa érzékeny a metribuzin hatóanyagra, de nem vizsgálták, hogy a különböző dózisokra hogyan reagál e fajta.

A Balatoni rózsza fajta jellemzői: Állami minősítés éve: 2007; Tenyésztő: korai; Gumó jellemzők: Szárazanyag-tartalma: közepes (19-20%); Lombozat: erős szárú, matt, zöld levelekkel; Virágzat: Közepesen dús, halványlila; Felhasználási érték: B főzési típusú, nem lisztes, finom hús szerkezetű fajta; Termesztési jellemzők: Bőtermő, 8-10 db-os kötőszámmal; Alaktartása és stressz tűrő képessége kiváló. Rezisztenciák: Magas fokon rezisztens (immunis) a burgonya Y, X, A vírusokkal szemben. A levélsodródás vírussal szemben magas szántóföldi rezisztenciával rendelkezik. A burgonyarák (*Solanum endobioticum*) 1-es pato típusával szemben rezisztens. Gumóvarasodással, valamint a burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával szemben rezisztens ([http¹](http://)).

Sencor 600 SC gyomirtó szer jellemzése: Hatóanyaga: 600 g/l metribuzin; Kiszerezés: 1 liter, 5 liter; Dózis: 0,55-0,9 l/ha, 250-300 liter vízzel kijuttatva. Sencor gyomirtó szerre (metribuzin) érzékeny, javasolt szermennyiség alapkezelésbe maximum 80, lombkezelésre 15-20 cm magasságig maximum 35 dk/ha (NÉBIH, 2014). A Sencor 600 SC kitűnő hatású a legtöbb kétszikű és számos egyszikű gyomnövény ellen. Nagy hatékonyságú, széles hatásspektrumú szelektív gyomirtó szer. A Sencor a nehezen irtható gyomok ellen is hatékony: *Amaranthaceae*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Echinochloa crus-galli*.

A bakhát készítése 2015. április 24-én történt. A burgonyagumó ültetése május 4-én volt. A kísérletben 4 kezelést alkalmaztunk, 4 ismétlésben. A kezeléseket randomizált blokk elrendezésben hajtottuk végre.

A kezelések a következők: 1. kezelés: kezeletlen kontroll; 2. kezelés 0,3 liter/hektár Sencor 600 SC; 3. kezelés 0,6 liter/hektár Sencor 600 SC; 4. kezelés 0,9 liter/hektár Sencor 600 SC. Egy parcella mérete 10 m², a teljes kísérlet terület 160 m² volt. A statisztikai vizsgálatokat Tukey-HSD módszerrel végeztük (Huzsvai, 2004).

Eredmények

A kísérleti területről 2015. november 11-én takarítottuk be a burgonyát. Az 1. táblázatban az étkezési burgonya kezelésenkénti tömeg (kg) eredményeit láthatjuk. A 2. táblázat prezentálja a Tukey-HSD módszerrel számolt szignifikancia értékeket.

1. táblázat. Az étkezési burgonya kezelésenkénti tömeg (kg) értéke (Saját vizsgálat)

Kezelések	Ismétlés	Átlagtömeg (kg/ha)	Szórás	Hiba	Min. érték (kg)	Max. érték (kg)
1. Kezeletlen Kontroll	4	7.650	2,475	1,237	5,0	10,0
2. 0,3 l/ha Sencor 600 EC	4	13.850	0,700	0,350	13,0	14,6
3. 0,6 l/ha Sencor 600 EC	4	13.100	2,706	1,353	11,0	17,0
4. 0,9 l/ha Sencor 600 EC	4	8.850	2,516	1,258	6,2	11,0

2. táblázat. Az étkezési burgonya kezelések közötti szignifikancia értéke (Saját vizsgálat)

Kezelés (A)	Kezelések (B)	Kezelések átlag különbsége (A-B)	Szórás	Szignifikancia
1. Kontroll	2. 0,3 l/ha Sencor 600 SC	-6,2000*	1,591	0,010
	3. 0,6 l/ha Sencor 600 SC	-5,4500*	1,591	0,023
	4. 0,9 l/ha Sencor 600 SC	-1,2000 n.s.	1,591	0,873

*A szignifikancia értéke 0,05

n.s.=nem szignifikáns

Az összes burgonya (étkezési, apró) tömeg értékeket a 3. táblázat mutatja. A legnagyobb tömeg értéket a 3. kezelés (0,6 l/ha Sencor 600 SC), míg a legkisebb értéket a kontroll és a 4. kezelés adta.

3. táblázat. Az összes burgonya kezelésenkénti tömeg (kg) értéke (Saját vizsgálat)

Kezelések	Ismétlés	Átlagtömeg (kg/ha)	Szórás	Hiba	Min. érték (kg)	Max. érték (kg)
1. Kezeletlen Kontroll	4	18.050	2,821	1,410	14,4	21,0
2. 0,3 l/ha Sencor 600 EC	4	21.750	2,235	1,117	19,8	24,0
3. 0,6 l/ha Sencor 600 EC	4	21.200	2,898	1,449	18,4	25,0
4. 0,9 l/ha Sencor 600 EC	4	19.250	2,886	1,443	15,4	22,0

Az összes burgonya (étkezési, apró) kezelések közötti szignifikancia értékeket az 4. táblázat mutatja. A kontrollhoz viszonyítva egyik kezelés sem szignifikáns.

4. táblázat. Az összes burgonya kezelésenkénti szignifikancia értéke (Saját vizsgálat)

Kezelés (A)	Kezelések (B)	Kezelések átlag különbsége (A-B)	Szórás	Szignifikancia
1. Kontroll	2. 0,3 l/ha Sencor 600 SC	-3,7000 n.s.	1,926	0,270
	3. 0,6 l/ha Sencor 600 SC	-3,1500 n.s.	1,926	0,397
	4. 0,9 l/ha Sencor 600 SC	-1,2000 n.s.	1,926	0,923

*A szignifikancia értéke 0,05

n.s.=nem szignifikáns

Megvitatás

Nagy eltéréseket eredményezett a Balatoni rózsza tömeg értékében (kg) a különböző metribuzin hatóanyagú gyomirtó szer kezelések. A Sencor 600 SC dózisa fordítottan arányos a bekötött gumószámmal, minél nagyobb dózis kerül alkalmazásra, annál kevesebb és apróbb burgonyagumók fejlődnek. Ezzel magyarázható, hogy a 4. kezelés (0,9 l/ha Sencor 600 SC) értékei közel azonosak a kontroll értékeivel.

A 3. kezelés (0,6 l/ha Sencor 600 SC) esetében mértük a legnagyobb gumótermés mennyiséget. Ez azzal magyarázható, hogy ekkora dózisonál még kevésbé érvényesült a gyomirtó szer toxikus hatása a Balatoni rózsára, viszont néhány veszélyes gyomfaj fejlődését megakadályozta. Mind az élelmiszer (52,4 kg), mind az összes (84,8 kg) burgonya tömeg értékét tekintve a második legnagyobb eredmény mutatta a 0,6 l/ha Sencor 600 SC kezelést.

A 2. kezelés (0,3 l/ha Sencor 600 SC) eredményei alapján az élelmiszer burgonya adta a legtöbb tömeg értéket (55,4 kg) és az összes burgonya értéket (87,0 kg).

A 0,9 l/ha Sencor 600 SC (4. kezelés) is viszonylag magas gumótermés mennyiséget eredményezett, de a gyomirtó szer a legnagyobb tartamhatást érte el, emiatt maradt legtovább gyommentes a terület.

A kontroll parcellák voltak a leggyomosabbak, míg a legtisztábbak a 4. kezelés területei. Ahogy növeltük a gyomirtó szer mennyiségét (0,3 l/ha; 0,6 l/ha; 0,9 l/ha), úgy lettek egyre gyommentesebbek a kezelt parcelláink.

Hivatkozások

- Antal, J. 2005. Növénytermesztéstan 2. Gyökér- és gumós növények. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Czímber, Gy. 2001. Növényrendszertan. Mezőgazdasági növénytan, Mezőgazda Kiadó, Budapest. 325-329.
- Hoffmann, S. 2011. Ipari- és takarmánynövények termesztése, TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt, Tananyag fejlesztés, Keszthely.
- Huzsvai, L. 2004. Biometria módszerek az SPSS-ben. SPSS alkalmazások. Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen.
- Kosztolányi, A. 2007. Helyzetkép a hazai burgonyatermesztésről. Agroforum, 18(10):52-54.
- Kruppa, J. 2007. Az évjárat hatása a burgonyára és az öntözés jelentősége. Agroforum, 18(10):60.

NÉBIH, 2014. Sencor gyomirtó permetezőszer. Budapest.

Ocskó, Z. 2015. Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok I., Földművelésügyi Minisztérium, Budapest.

<http://www.burgonyakutatas.hu>, last access 13/06/2016

Burgonyakutatói Központ, Pannon Egyetem, Agrártudományi Centrum, Keszthely.

Glifozát hatóanyagú (Glialka Star) gyomirtó szer és a réz-szulfát egyedi és együttes méreg hatásának teratológiai vizsgálata csirkeembriókban

**Budai Péter¹*, Kormos Éva¹, Szemerédi Géza¹, Somody Gergő¹, Szabó Rita¹,
Farkas Vivien¹ és Lehel József²**

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

²Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

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

Összefoglalás

A glifozát hatóanyagú Glialka Star herbicid és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát, fejlődő csirkeembriókra gyakorolt egyedi és együttes méreg hatását tanulmányoztuk. Kísérleti anyagként 0,01%-os réz-szulfát-oldatot és a Glialka Star (360 g/l glifozát) herbicid 2%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemerítéses kezeléseket a keltetés megkezdése előtt, a tojások feldolgozását a keltetés 19. napján végeztük el. A kórbonctani vizsgálat alkalmával feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos deformításokat, majd lemértük az élő embriók testtömegét. A testtömeg adatokat egytényezős varianciaanalízissel értékeltük, az embriómortalitás és a fejlődési rendellenességek statisztikai értékeléséhez a Fisher-féle egzakt tesztet használtuk. A kísérleti anyagokkal elvégzett egyedi és együttes kezelések során, a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei kisebbek voltak a kontroll értékekhez viszonyítva, de statisztikailag csak a Glialka Star gyomirtó szerrel egyedileg, valamint a Glialka Star herbiciddel és a réz-szulfát-oldattal együttesen kezelt csoportokban volt ez igazolható. Az embrióletalitás mértéke minden kezelt csoport esetében enyhén emelkedett, az eltérések azonban statisztikailag nem voltak igazolhatóak. A makroszkópos deformitást mutató embriók előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt valamennyi kezelt csoportban. A kísérletünkben felhasznált réz-szulfát-oldat és a Glialka Star herbicid egyedi méreg hatása embriótoxikus volt a tojásban fejlődő háziyúk embriókra. Teratogén hatás nem volt igazolható. Ugyanakkor a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés mellett (mely önmagában kismértékben embriótoxikus lehet) a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Glialka Star herbicides kezelés nem fokozta az embriótoxicitást.

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

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Glialka Star herbicide (glyphosate 360 g/l) and copper sulphate on the development of chicken embryos. The chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of the test materials for 30 minutes on the first day of incubation. The applied concentration of copper sulphate was 0.01% and of herbicide Glialka Star was 2%. The chicken embryos were examined on day 19 by the followings: rate of embryo mortality, body mass, type of developmental anomalies by macroscopic examination. The body mass was evaluated statistically by the one-way ANOVA, the embryo mortality and the developmental anomalies was analysed by Fisher test. Our teratogenicity study revealed that, the individual toxic effect of copper sulphate and glyphosate containing herbicide formulation (Glialka Star) were embryotoxic but not teratogenic in chicken. The combined administration of Glialka Star and copper sulphate did not increase the embryotoxic effect.

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

Bevezetés

A mezőgazdasági termelésen belül a kémiai növényvédelem tekinthető a leginkább környezetszennyező területnek. A vegyszeres növényvédelmi munkák során felhasznált növényvédő szerek a kijuttatás területén, továbbá a kijuttatás területéről elsodródva a nem célszervezeteken is kifejthetik hatásaikat, amelynek következtében a keltetés időszakában a vadon élő madarak tojásaira kerülő permetléből bejutó hatóanyag megzavarhatja az embriók fejlődését (Fejes, 2005). 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 környezetbe jutó testidegen kémiai anyagok mérgező hatása nemcsak egyedileg érvényesülhet, hanem a különböző xenobiotikumok együttes méreghatása révén megváltozhat azok egyedi toxicitása, mely gyakran eredményezi a károsító hatások fokozódását (Thompson, 1996). A

tojásba bejutó testidegen kémiai anyag mennyiségét döntően befolyásolhatja a tojások mészhéjának áteresztő képessége, mely fajra jellemző bélyeg, de nagymértékben függ a mészhéjképződéskor jelenlévő környezeti tényezőktől is, amelynek következtében az ugyanazon egyedtől származó, egymást követő tojások mészhéj-porozitása is eltérő lehet (Tullett és Deeming, 1982; Tyler, 1955).

Vizsgálatunkban egy glifozát hatóanyagú herbicid (Glialka Star) és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreg hatását vizsgáltuk bemelegítési kezelési módot alkalmazva. A gyakorlatban használatos ökotoxikológiai vizsgálati módszerek elsősorban csak az egyedi méreg hatás vizsgálatára szorítkoznak, ezért a növényvédő szerek interakciós hatásaira vonatkozó adatok különösen madárszervezetben hiánypótlónak tekinthetők.

Anyag és módszer

A környezeti rézterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldatot (Reanal-Ker Kft., Magyarország) használtunk. A 360 g/l glifozát hatóanyagú Glialka Star (Monsanto Hungaria Kft., Magyarország) gyomirtó szert, mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (2%) alkalmaztuk. A vizsgálatban felhasznált 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=40/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 folyadék lecsepegtetése után indítottuk a keltetést. A várható kelés előtt 2 nappal, a 19. napon került sor a tojások feldolgozására. A kórbonctani feldolgozás során jegyzőkönyvben rögzítettük az élő embriók testtömegét, az elhalt embriók számát és a makroszkópos magzati deformitásokat. Az élő embriók testtömeg adatainak eloszlását grafikusan Comparison-Quantile Plot-tal ellenőriztük, majd a statisztikai értékelést egytényezős varianciaanalízissel végeztük. Az embrió mortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometria értékeléséhez a Fisher-féle egzakt tesztet használtuk. A statisztikai értékelés során a szignifikancia minimumértékének a $p < 0,05$ szintet tekintettük.

Eredmények

A réz-szulfát 0,01%-os oldatával történt egyedi bemerítéses kezelés eredményeként a madárembriók testtömeg értékei (átlag 20,26 g) kisebbek voltak a kontroll értékekhez (átlag 20,97 g) viszonyítva, de az eltérés statisztikailag nem volt igazolható. A glifozát hatóanyagú Glialka Star gyomirtó szer egyedi toxicitásának vizsgálatakor a készítményt a növényvédelemben felhasznált töménységben alkalmazva, a bemerítéses kezelés eredményeként szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb testtömeg értékeket (átlag 19,89 g) mértünk a kontroll csoportban mért értékekhez (átlag 20,97 g) képest. A réz-szulfát és a glifozát hatóanyagú Glialka Star herbicid együttes méreghatásának vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy az együttes kezelés hatására szignifikáns ($p < 0,01$) mértékben csökkentek az élő embriók testtömegei (átlag 19,61) a kontroll csoport adataihoz (átlag 20,97 g) viszonyítva. Hasonló csökkenő tendencia volt megfigyelhető a réz-szulfát-oldattal és a Glialka Star készítménnyel egyedileg kezelt csoportok testtömeg értékeihez (átlag 20,26 g és 19,89 g) viszonyítva, az eltérések azonban nem voltak szignifikáns mértékűek. Az egyedi méreghatás és az interakciós vizsgálat során tapasztalt embriómortalitási adatok alapján elmondható, hogy a 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban az elpusztult embriók aránya (7,9%) a kontroll csoportban megfigyelt elhullásokhoz (5,3%) képest kis mértékben emelkedett. A glifozát hatóanyagú Glialka Star gyomirtó szer egyedi toxicitásának vizsgálatakor a kezelés hatására kis mértékben fokozódott az embriómortalitás, mértéke 10,1%-os volt. A réz-szulfát és a Glialka Star herbicid együttes méreghatásának vizsgálata során az embriómortalitás aránya 13,5% volt.

A kontroll csoportban nem fordult elő fejlődési rendellenességet mutató embrió. A 0,01%-os réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban egy rendellenes fejlődésű embriót (növekedési visszamaradás) diagnosztizáltunk (1/35). A glifozát hatóanyagú Glialka Star készítménnyel egyedileg kezelt csoportban az élő embriók közül egy embrió mutatott makroszkópos fejlődési rendellenességet (1/33), amelynek típusa hibás lábállás és növekedési visszamaradás volt. A réz-szulfát 0,01%-os oldatával és a Glialka Star 2%-os koncentrációjú emulziójával együttesen kezelt csoportban egy élő embriónál (1/32) tapasztaltunk deformitást, a fejlődési rendellenességek típusa növekedési visszamaradás és hibás lábállás volt.

Megvitatás

A réz-szulfát-oldat koncentráció-sorozatának (1,0%, 0,1%, 0,01%, 0,001%) háziyúk embriókon elvégzett madárteratológiai vizsgálatában Fejes (2005) azt tapasztalta, hogy a 0,01%-

os koncentrációjú réz-szulfát-oldattal elvégzett injekciós kezelés hatására az embriók testtömegei szignifikáns mértékben kisebbek voltak, az embrióelhalás és a fejlődési rendellenességet mutató embriók aránya nőtt a kontrollhoz viszonyítva. Különböző réz-sók vemhes hörcsögökön elvégzett teratológiai vizsgálatában megállapították, hogy a réz-szulfát nagy dózisban fokozza a méhen belüli elhalásokat és a fejlődési rendellenességet mutató embriók arányát, a magzati deformitások közül a szívrendellenességek tekinthetők a rézvegyületek specifikus mérgező hatásának (Ferm, 1974).

Dallegrave és munkatársai (2003) vemhes patkányokon tanulmányozták a glifozát hatóanyagú Roundup herbicid 500, 750 és 1000 mg/kg dózisainak teratogén hatását. Kísérleti eredményeikből megállapították, hogy a glifozát hatóanyagú Roundup készítmény alkalmazott dózisa fokozták az embriómortalitást, amely a legmagasabb dózisnál elérte az 50%-ot. A kezelések teratogén hatásúak voltak, mivel fokozták a magzati csontvázfejlődési rendellenességek előfordulását.

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat és a 2%-os Glialka Star gyomirtó szer egyedi méreghatása embriótoxikus volt a tojásban fejlődő házityúk szervezetre. Teratogén hatás nem volt igazolható. Ugyanakkor a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti rézterhelés (mely önmagában kismértékben embriótoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Glialka Star herbicides kezelés nem fokozta az embriótoxicitást. Az általunk házityúkon elvégzett madárteratológiai vizsgálat eredményei felhasználhatóak a vadmadarak mérgezési veszélyének jellemzésére (Fejes és mtsai, 2004). Azonban a madárfajok között megnyilvánuló érzékenységbeli különbségekből adódóan javasoljuk ugyanezen vizsgálatok vadkacsa vagy fácán tojásokon történő elvégzését. A vadkacsa tojások méshéjának a tyúktojáséhoz viszonyított nagyobb fajlagos felülete és porüstérfogata fokozhatja a tojásban fejlődő embriót érő expozíció mértékét (Kertész, 2001). A környezetszennyező nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes hatásainak madárteratológiai vizsgálatával az élővilágra gyakorolt antropogén hatás és veszély jobban megismerhető, továbbá a kapott eredmények értékelése nagyban hozzásegíthet ahhoz, hogy a környezeti élő szervezetek védelmét a lehető legmagasabb szinten tudjuk biztosítani.

Hivatkozások

Dallegrave E., Mantese F. D., Coelho R. S., Pereira J. D., Dalsenter P. R., Langeloh A. 2003. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicology Letters*, 142: 45-52.

- Fejes S., Budai P., Szabó R., Molnár T. 2004. Eltérő kezelési módok eredményeinek összehasonlítása egy nehézfém és egy peszticid toxikológiai vizsgálatában. *Acta Kaposváriensis*, 8 (2). 33-40.
- Fejes S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreg hatásának vizsgálata madárteratológiai teszten. PhD. értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely. 39-42., 83-84.
- Ferm V. H., Hanlon D. P. 1974. Toxicity of copper salts in hamster embryonic development. *Biology of Reproduction*, 11. 97-101.
- 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.
- Kertész V. 2001. Nehézfémek és PAH-vegyületek embrionális fejlődésre gyakorolt hatása madarakon. PhD. értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. 80.
- Thompson H. M. 1996. Interactions between pesticides; A review of reported effects and their implications for wildlife risk assessment. *Ecotoxicology*, 5 (2). 59-81.
- Tullett S. G. , Deeming D. C. 1982. The relationship between egg shell porosity and oxygen consumption of the embryo in domestic fowl. *Comp. Biochem. Physiol.*, 72 (A). 529-533.
- Tyler C. 1955. Studies on egg shells. VI. - The distribution of pores in egg shell. *J. Sci. Food. Agric.*, 6. 170-176.

A termesztett köles, mint gyomnövény (*Panicum miliaceum* L.) csírázásának gátlása növényi kivonatokkal

Szabó Rita*, Fábián Gábor, Menyhárt László, Pásztor György és Cseh Eszter

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

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

Összefoglalás

Az allelopátiával rendelkező növények sokféle biológiailag aktív hatóanyagot tartalmaznak a hagyományos gyomirtó szerekhez képest. Az ilyen típusú vegyületek jelentős potenciállal bírnak. Lehetséges, hogy a jövőben alternatívái lesznek a szintetikus gyomirtó szereknek, mivel előnyeik között említhető, hogy általuk megkerülhető a herbicidekkel szemben ellenálló gyomok kialakulása. Hátrányaik miatt azonban biztosan nem fogják teljesen leváltani a jelenleg elterjedt gyomirtó szereket, mivel ipari előállításuk és használatuk nehézkes, hatásuk nem olyan biztos és hatástartamuk is rövidebb.

Célkitűzésünk annak megállapítása volt, hogy termesztett növények - nevezetesen: orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.), orvosi székfű (*Matricaria recutita* L.), kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.), citromfű (*Melissa officinalis* L.), tárkony (*Artemisia dracunculus* L.), rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.), borsmenta (*Mentha x piperita* L.) – vizes kivonatai milyen hatással vannak a termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) csírázására. Megfelelő előkészítés után, 7 napig 25°C-on csíráztattuk a magvakat Petri-csészékben, termosztátba helyezve.

Az elvégzett kísérlet alapján elmondható, hogy gyakorlatilag nem csírázásgátló hatású a citromfű (*Melissa officinalis* L.), a rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) és az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) vizes kivonata. Gyenge csírázásgátló hatású a borsmenta (*Mentha x piperita* L.) és a kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.). Közepes csírázásgátló hatású a tárkony (*Artemisia dracunculus* L.) és erős hatású a kamilla (*Matricaria recutita* L.) vizes kivonata. A kivonatok befolyásolták a hajtás- és gyökérnövekedés mértékét.

Kulcsszavak: allelopátia, gyomirtó szer, kivonat, csírázásgátlás, hajtás- és gyökérnövekedés

Abstract

The plants, which have allelopathic effects, contain manifold biologically active ingredients compared to conventional herbicides. These types of compounds may have significant potential. It is possible that they will become an alternative to synthetic herbicides in the future, since their outstanding advantage is to prevent the development of herbicide-resistant weed species. However, due to their disadvantages, they certainly will not fully replace the herbicides used widespread nowadays, namely that their production in large amounts and their use is difficult, their effectiveness may be unsure and the duration of their effectiveness can be shorter.

Our aim was to determine the effects of aqueous extracts of some cultivated plants – in particular, common sage (*Salvia officinalis* L.), chamomile (*Matricaria recutita* L.), garden thyme (*Thymus vulgaris* L.), lemongrass (*Melissa officinalis* L.), tarragon (*Artemisia dracunculus* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), peppermint (*Mentha x piperita* L.) – on the germination of common millet (*Panicum miliaceum* L.). After appropriate preparation, the seeds have been germinated for 7 days in Petri-dishes, placed in thermostat at 25°C.

Based on our experiment, it can be established that aqueous extract of lemongrass (*Melissa officinalis* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.) do not show any effect on the germination of common millet. Aqueous extract of peppermint (*Mentha x piperita* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) have low effect on its germination. Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) showed medium while chamomile (*Matricaria recutita* L.) showed strong inhibitory effect on germination. The extracts influenced the extent of shoot and root growth.

Keywords: allelopathy, herbicide, aqueous extract, inhibition of germination, shoot and root growth

Bevezetés

Korunkban egyre nagyobb hangsúly helyeződik a környezetkímélő növényvédelmi módszerek és eszközök kutatására, fejlesztésére és alkalmazására. A hagyományos, vegyszeres növényvédelem mellett megjelent az integrált termesztés és feltörekvőben van a bio- és ökotermesztésben alkalmazható növényvédő szerek kutatása is.

A gyomok világszerte a termés kiesés kb. 34%-áért felelősek és a herbicidek elleni rezisztenciájuk is folyamatosan fejlődik (Khawar és mtsai, 2015). A gyomirtó szerek helytelen

menyiségben, fenológiai stádiumban és nem megfelelő időjárási körülmények között történő kijuttatása gyorsítja ezt a folyamatot. A herbicid-rezisztencia folyamatos fejlődése mind újabb és újabb hatóanyagokat követel, de ezek száma véges, emellett a jelenleg elterjedt herbicidek a biológiai termesztésben nem engedélyezettek (Soltys és mtsai, 2013). Emiatt fontos, hogy minél több eszköz és technológia álljon rendelkezésre a gyomok kártételének mérsékléséhez. Az allelopátia segítségével megkerülhetjük a gyomok rezisztenciáját és csökkenthetjük a környezet növényvédőszer-terhelését.

Az allelopátia jelenségét számos kísérlet során vizsgálták. Az allelokemikáliákat a növények gyökereiken, rizómáikon, leveleiken, szárúkon, kérgükön, virágaikon, terméseiken és magvaikon keresztül juttatják a környezetbe. A legtöbb ilyen vegyület negatív hatású, de léteznek pozitív hatással bírók is. Ezek a vegyületek a csírázás vagy növekedés zavarát okozzák a fotoszintézis, légzés, vízháztartás és hormonális egyensúly megzavarásával. Ez a jelenség jellemzően enzimek működésének gátlásán alapul. Lehetséges olyan allelopatikus kapcsolat is, amelyben a növény által kibocsátott vegyületeket a talaj mikroorganizmusai közvetítik vagy alakítják át fitotoxikus vegyületekké. Ez az egyik oka a talajuntság kialakulásának is (Soltys és mtsai, 2013).

A kísérlethez választott gyógy- és fűszernövények Magyarországon könnyen elérhetők és külföldi kutatások (Dudai és mtsai, 1999) már vizsgálták egyes, a tanulmányban használt gyógy- és fűszernövénynek vagy közeli rokonának csírázásgátló hatását. Ennek nyomán használtuk fel a gyógy- és fűszernövények vizes kivonatait a hazai kukoricatermesztés egyik legfontosabb gyomnövénye, a köles (Magyar, 2014) csírázásának gátlására.

Anyag és módszer

Növényi anyagok

A kísérletünkben használt gyógy- és fűszernövényeket a Georgikon Kar Kertészeti Tanszékének tangazdasága bocsátotta rendelkezésre. A növényi anyagokat 2013 júniusában gyűjtöttük, amelyek szedés után azonnal szárításra kerültek a tangazdaság erre a célra kialakított részében. A növényi anyagokat jól szellőző, fedett helyen, szobahőmérsékleten, szárítókeretekre terítve szárítottuk meg. Száradás után papírzacsókba csomagolva napfénytől védett száraz helyen, szobahőmérsékleten tároltuk felhasználásig. Begyűjtésre került: *Menthae piperitae folium*, *Melissae folium*, *Thymi herba*, *Matricariae flos*, *Rosmarini folium*, *Dracunculi herba*, *Salviae officinalis folium*. A csíráztatási próbához szükséges köles (*Panicum miliaceum* L.) magvakat, eszközöket és berendezéseket a Növényvédelmi Intézet biztosította.

Kivonatok készítése

A növények drogjaiból desztillált vízzel meleg vizes kivonatot készítettünk két koncentrációban (1%; 5%). A desztillált vizet előzőleg 50°C-ra melegítettük, ez után adagoltuk a morzsolt droghoz, majd lefedve, 24 órán át állni hagytuk szobahőmérsékleten, ezt követően leszűrtük. A szűrt kivonatok a szűrés napján felhasználásra kerültek.

Csíráztatás

A köles magvakat Petri-csészékben két szűrőpapír réteg közé helyezve, termosztátban, sötétben csíráztattuk 25°C-os állandó hőmérsékleten. A szűrőpapírt átitattuk 15 ml kivonattal, illetve a kontroll esetében desztillált vízzel. Minden Petri-csészébe 50 db mag került. A kísérletet 4 ismétlésben végeztük, tehát összesen 60 db Petri-csésze került a termosztátba. A csíráztatás időtartama 7 nap volt, a 3. napon csírázási százalékot mértünk, a 7. napon pedig a csírázó magvak hajtás- és gyökérnövekedését mértük meg és rögzítettük az eredményeket (Vizsgálati módszer: MSZ 6354-3: 2008; MSZ 6354-9: 1996).

Az adatok elemzése

A hajtásadatok eloszlásának vizsgálatát a Shapiro-Wilk teszttel végeztük. A teszt alapján a normalitás nem valósult meg. A szórások homogenitásának vizsgálatához a Levene tesztet alkalmaztuk, azonban a szórás-homogenitás nem teljesült. Az egyes kezelések esetén az eloszlások ellentétesen ferdének bizonyultak. Ezek alapján a hajtásadatok statisztikai értékeléséhez a Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztuk, majd a páronkénti összehasonlítást az SPSS-be épített Bonferroni korrekcióval végeztük.

A gyökéradatok értékelésénél az 1%-os kezelések esetében az egytényezős varianciaanalízist alkalmaztuk. A páronkénti összehasonlítást a Dunnett teszttel végeztük.

Az 5%-os kezelések esetében a gyökéradatok eloszlásának vizsgálatához a Shapiro-Wilk tesztet használtuk. A teszt szerint a normalitás nem valósult meg. A szórások homogenitásának vizsgálatához a Levene tesztet alkalmaztuk, viszont a szórás homogenitás nem teljesült. Az egyes kezelések esetén az eloszlások ellentétesen ferdének bizonyultak. Így a gyökéradatok statisztikai értékelésénél az 5%-os kezelések esetében a Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztuk, majd a páronkénti összehasonlítást az SPSS-be épített Bonferroni korrekcióval végeztük.

Eredmények

A kísérlet elsődleges célja a szűrővizsgálat volt. Azt tanulmányoztuk, hogy a fent leírt módon elkészített kivonatok rendelkeznek-e csírázásgátló képességgel és közülük melyek a leghatásosabbak.

Csírázás

A kísérlet 3. napján a kontroll 96%-ban csírázott ki, tehát a magok megfelelő csírázási képességgel rendelkeztek a kísérlet elvégzéséhez. Az 1%-os koncentrációjú kivonatokkal kezelt magok átlagos csírázási aránya 87,14% volt. Ezek közül a legkisebb csírázási arányt a kamilla kivonattal kezelt magok mutatták, 70%-ot, a borsmenta kivonat kisebb hatást gyakorolt, a kezelt magok 80,5%-a csírázott ki. A többi kivonat nem fejtett ki számottevő hatást a magok csírázási képességére.

Az 5%-os koncentrációjú kivonatok jóval hatásosabbnak bizonyultak. Az átlagos csírázási arány 55,41% volt. A borsmenta (31%), a kamilla (19,5%) és a tárkony (24%) erős csírázásgátló hatást mutatott. Közepes gátló hatást fejtett ki a zsálya (48,5%) és gyenge hatást a kakukkfű (70%). Igen gyenge csírázásgátló hatása volt a citromfű (86,5%) kivonata, a rozmaring (93%) kivonata pedig gyakorlatilag semmilyen hatással nem bírt.

A kísérlet befejezésekor (az előző mérés után eltelt négy nap alatt) a magok döntő többsége kicsírázott. Az 1%-os koncentrációjú oldatok a kamilla (74,5%) kivételével gyakorlatilag nem csírázásgátlók.

Az 5%-os koncentrációjú kivonatok esetében a 3. nap eredményei alapján erős csírázásgátló hatásúnak ítélt borsmenta (74%) a kísérlet lezárásakor csak gyenge csírázásgátló hatással bírt. Gyenge hatást mutatott még a kakukkfű (81%). A szintén erős hatásúnak ítélt tárkony (63,5%) a 7. napon csak közepes csírázásgátló hatást mutatott. A kamilla (22,5%) továbbra is erős csírázásgátló hatásúnak bizonyult. A citromfű, a rozmaring és a zsálya a 7. napon sem mutatott csírázásgátló hatást.

Gyökér- és hajtáshossz

A kísérlet végén, 7 nap csírázás után mért átlagos hajtáshosszakat kivonatonként és koncentrációkra bontva átlagoltuk. A kontroll csoportban a hajtások átlagos hossza 22,92 mm volt. Az 1%-os koncentrációjú kivonatok - a kamilla kivételével - szignifikánsan serkentették a hajtások növekedését. Átlagosan több mint kétszeres hajtáshosszt értek el borsmenta (átlag 54,21 mm; $p < 0,001$), a citromfű (átlag 46,57 mm; $p < 0,001$), a tárkony (átlag 53,31 mm; $p < 0,001$) és a

zsálya (átlag 53,83 mm; $p < 0,001$) kivonatóval kezelt magok hajtáshosszai. A kakukkfű (átlag 30,76 mm; $p < 0,01$) és a rozmaring (átlag 40,04 mm; $p < 0,001$) kivonata is jelentősen hosszabb hajtásokat indukált. A kamilla kivonat (átlag 20,89 mm) minimálisan csökkentette az átlagos hajtáshosszt, de ez a csökkenés nem volt szignifikáns mértékű.

Az 5%-os koncentrációjú kivonatok részben csökkentették az átlagos hajtáshosszt (átlag 22,92 mm). A borsmenta (átlag 8,75 mm; $p < 0,001$) és a kakukkfű (átlag 14,53 mm; $p < 0,001$) jelentősen csökkentette a hajtáshosszt. A tárkony (átlag 3,71 mm; $p < 0,001$) erősen visszavetette a csírák növekedését. A nagyobb hatást azonban a kamilla érte el: az átlagos hajtáshossz mindössze 0,71 mm ($p < 0,001$) volt. A rozmaring (átlag 30,48 mm; $p < 0,01$) és a zsálya (átlag 27,48 mm; $p < 0,001$) viszont ebben a koncentrációban is növelte a hajtások hosszát a kontrollhoz képest. A citromfű kivonata a saját 1% koncentrációjú kivonatát is „túlteljesítette”: a hajtások átlagos hossza 49,49 mm volt ($p < 0,001$).

A statisztikai elemzés szerint az 1%-os koncentrációjú kivonatok hajtáshossz növelő hatása szignifikáns ($p < 0,001$, kakukkfű esetében ($p < 0,01$)) a kontrollhoz képest, kivéve a kamillát, aminek hatására nem szignifikáns módon csökkent a hajtások hossza a kontroll értékhez viszonyítva. Az 5%-os koncentrációjú kivonatok esetén megoszlottak az eredmények. A borsmenta ($p < 0,001$), a kakukkfű ($p < 0,001$), a kamilla ($p < 0,001$) és a tárkony ($p < 0,001$) kivonatai szignifikánsan csökkentették a hajtáshosszt a kontrollhoz képest. Ellenben a citromfű ($p < 0,001$), a rozmaring ($p < 0,01$) és a zsálya ($p < 0,001$) kivonatának hatására szignifikánsan nőtt a hajtások hossza.

A statisztikai értékelés során az egyes kezeléseket egymással összehasonlítva megállapítható, hogy a borsmenta, a kakukkfű és a tárkony 1% és 5%-os kezelései szignifikánsan különböztek egymástól ($p < 0,001$), ellenben az 1%-os koncentráció növelte, míg az 5%-os csökkentette a hajtáshosszakat. Rozmaring és zsálya esetében is szignifikánsan különbözik ($p < 0,001$) a két kezelés egymástól, mindkettő növelte a köles hajtáshosszait. A kamilla kezelései ugyancsak szignifikánsan különböztek egymástól ($p < 0,001$), mindkét kezelés csökkentette a hajtáshosszakat. A citromfű esetében a két kezelés nem különbözött egymástól szignifikánsan, de alapvetően mindkettő növelte a hajtások hosszát.

A kísérlet végén, 7 nap csírázás után mért átlagos gyökérhosszakat kivonatonként és koncentrációkra bontva átlagoltuk. A kontroll csoportban a hajtások átlagos hossza 29,45 mm volt. Az 1%-os koncentrációjú kivonatok - a kamilla, és a kakukkfű kivételével- szignifikánsan serkentették a gyökerek növekedését. Ez a növekedés azonban nem volt olyan mértékű, mint a hajtásoknál. A kakukkfű növelte ugyan a gyökérhosszakat (átlag 30,11 mm), de nem volt szignifikáns mértékű ez a növekedés. A borsmenta (átlag 36,07 mm; $p < 0,001$), a citromfű (átlag

36,76 mm; $p < 0,001$), a rozmaring (átlag 35,57 mm; $p < 0,01$) , a tárkony (átlag 35,99 mm; $p < 0,001$) és a zsálya (átlag 37,18; $p < 0,001$) kivonatával kezelt magok gyökérhosszai nagyrészt azonos mértékben fejlődtek. A kamilla kivonat (átlag 22,38 mm) szignifikánsan csökkentette az átlagos gyökérhosszakat.

Az 5%-os koncentrációjú kivonatok részben csökkentették az átlagos gyökérhosszt (átlag 29,45 mm). A borsmenta (átlag 8,62 mm; $p < 0,001$) és a kakukkfű (átlag 19,80 mm; $p < 0,001$) jelentősen csökkentette a gyökérhosszt. A tárkony (átlag 4,17 mm; $p < 0,001$) erősen visszavetette a csírák növekedését. A legnagyobb hatást azonban a kamilla érte el: az átlagos gyökérhossz mindössze 0,23 mm ($p < 0,001$) volt. A rozmaring (átlag 25,70 mm) és a zsálya (átlag 25,50 mm) csökkentette ugyan a gyökerek hosszát, de a csökkenés nem volt szignifikáns mértékű. A citromfű kivonata ebben a koncentrációban is növelte a gyökerek hosszát (átlag 30,77 mm) a kontrollhoz képest (átlag 29,45 mm).

A statisztikai elemzés szerint az 1%-os koncentrációjú kivonatok gyökérhossz növelő hatása szignifikáns ($p < 0,001$, rozmaring esetében $p < 0,01$) a kontrollhoz képest. A kakukkfűvel történt kezelés hatására nőtt ugyan a gyökerek hossza, de ez a növekedés nem volt szignifikáns mértékű. Kivételt képez a kamilla kivonata, aminek hatására szignifikáns módon csökkent ($p < 0,001$) a gyökerek hossza a kontroll értékhez viszonyítva. Az 5%-os koncentrációjú kivonatok esetén megoszlottak az eredmények. A borsmenta ($p < 0,001$), a kakukkfű ($p < 0,001$), a kamilla ($p < 0,001$) és a tárkony ($p < 0,001$) kivonatai szignifikánsan csökkentették a gyökérhosszt a kontrollhoz képest. A rozmaring és a zsálya kivonatának hatására ugyancsak csökkent a gyökerek hossza, de ez nem bizonyult szignifikáns mértékűnek. A citromfű ellenben nem szignifikáns módon növelte a gyökerek növekedését.

A statisztikai értékelés során az egyes kezeléseket egymással összehasonlítva megállapítható, hogy az összes növény 1% és 5%-os kezelése szignifikánsan különböztek egymástól ($p < 0,001$). A borsmenta, a rozmaring, a tárkony és a zsálya 1%-os koncentrációjú kivonata növelte, míg az 5%-os csökkentette a gyökérhosszakat. A kamilla mindkét koncentrációban csökkentette a gyökérhosszakat. A kakukkfű 1%-os oldata növelte, az 5%-os csökkentette a köles gyökérhosszait. A citromfű esetében mindkét kezelés növelte a tesztnövény gyökereinek hosszát.

Megvitatás

Az allelopátia jelensége a jövőben segítségünkre lehet a gyomszabályozásban és valós alternatívája lehet a szintetikus gyomirtó szereknek. Allelopatikus hatású növényi kivonatokkal képesek lehetünk megkerülni a gyomnövények hagyományos gyomirtó szerek elleni

rezisztenciáját. Azonban az allelopátikus készítmények nagy mennyiségű előállítás, alkalmazása jelenleg nehézkes, valamint hatásuk kevésbé biztos és hatástartamuk is rövidebb, mint a jelenleg elterjedten használt gyomirtó szereké. A múltban végzett kutatások azt mutatják, hogy sok kiaknázatlan lehetőség van az allelopátikus hatású növényekben és allelokemikáliákban. Az ilyen hatású készítmények többsége viszonylag könnyen előállítható, alapanyaguk lehet termesztett haszonnövény, a belőlük készült illóolaj, dísnövény vagy ipari melléktermék is és egyes hatóanyagok hatásai vetekedhetnek a modern gyomirtó szerekével.

Az általunk elvégzett kísérlet eredményei alapján kijelenthető, hogy a vizsgált növényi kivonatok közül a kamilla kivonata rendelkezik jelentős csírázásgátló hatással. A többi vizsgált növényi kivonat csak kisebb mértékben csökkenti a csírázási arányt (borsmenta, kakukkfű, tárkony) vagy semmilyen jelentős hatással nem bír (citromfű, rozmaring, zsálya). A kivonatok befolyásolták a hajtás és gyökér növekedését. 1%-os koncentrációban a kamilla kivételével minden növény kivonata serkentette a hajtás és a gyökér növekedését is. 5%-os koncentrációban azonban egyes növények (borsmenta, kakukkfű, tárkony) már növekedés gátló hatásúak voltak, valamint a rozmaring és zsálya növekedést serkentő hatása is mérséklődött. A citromfű nagy koncentrációban is megőrizte jelentős serkentő hatását. A legszembetűnőbb eredményt itt is a kamilla kivonata mutatta. Az elvégzett kísérlet alapján elmondható, hogy a kamilla vizes kivonatának jelentős csírázásgátló hatása van. Valószínűsíthető, hogy szeszkviterpén lakton hatóanyaga eredményezi a növekedésgátló hatást.

Jelen kísérlet eredményei alapján nem állapítható meg biztosan, hogy a kivonatok mely hatóanyagai felelősek a csírázásgátló hatásért. A fent leírt módszerrel készült kivonatok további, részletesebb vizsgálatát javasoljuk.

Hivatkozások

- Magyar L. 2014. Köles (*Panicum*) fajok a hazai szántóföldi gyomflórában, napjainkban. Agrofórum extra 55. 104-109.
- Khawar, J., Gulshan, M., Virender, S., Bhagirath, S. C. 2015. INTERNET 1: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415000782> Allelopathy for weed control in agricultural systems
- Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R. and Gniazdowska, A. 2013. Allelochemicals as bioherbicides. Present and perspectives. 517-542.
- Dudai, N., Poljakoff-Mayber, A., Mayer, A. M., Putievsky, E., Lerner, H. R. 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. Journal of Chemical Ecology, Vol. 25, No. 5. 1079-1089.

Tartalomjegyzék

A növények élettani állapotának hatása a nekrotróf és a biotróf kórokozó fertőzésekre adott válaszaikra

Barna Balázs, Máté Gabriella és Manninger Sándorné 1

Feromonkutató: mit hoz a holnap?

Szőcs Gábor 9

Virológia vizsgálatok étkezési és fűszerpaprikán előforduló uborka mozaik vírussal

Tóbiás István, Almási Asztéria, Csilléry Gábor, Timár Zoltán, Nemes Katalin és Salánki Katalin 16

Fitoplazma fertőzöttség vizsgálata kajszi ültetvényekben

Czotter Nikoletta, Oláh Beatrix, Petres Martin, Baráth Dániel, Szabó Luca, Kirilla Zoltán, Kocsisné Molnár Gitta, Kocsis László, Preininger Éva, Lakatos Tamás, Szabó Zoltán és Várallyay Éva 22

Transzlációhoz kapcsolt mRNS minőségellenőrző rendszerek szerepének áttekintése normál és patogénnel szembeni működés során

Szádeczky-Kardoss István 27

A *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr kórokozó gomba fejlődésének hőmérsékleti optimuma különböző típusú táptalajon

Kovács Gabriella Enikő és Radócz László 38

Atkák agrár-ökoszisztémákban: a Macrochelidae (Mesostigmata) család szerepe a növényvédelemben

Kontschán Jenő, Ács Anita, Bozsik Gábor, Kerezsi Viktor, Szederjesi Tímea és Szőcs Gábor 45

Kis növényvédelmi etimológia: Vegyszer-e a növényvédő szer?

Bozsik András 52

Kis növényvédelmi etimológia: „agrozoológia”? „agrozoológus”?

Bozsik András és Huzián László

60

Repcebecő-ormányos *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera: Curculionidae) imágókon végzett piretroid (lambda-cihalotrin) rezisztencia vizsgálat

Gombai Balázs, Szántóné Veszélka Mária, Farkas István, Havasréti Béla, Hegedűsné Baranyai Nóra és Marczali Zsolt

67

A csonthéjasok európai sárgasága (European stone fruit yellows, ESFY) és a vektorának (*Cacopsylla pruni*, Scopoli) jelenléte Borsod-Abaúj-Zemplén megyében

Bodnár Dominika és Tarcali Gábor

73

Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) előfordulásának felmérése 2016-ban Csallóközben és Szigetközben

Domonkos Zsolt, Farkas Anikó, Szabó–Szigeti Veronika, Pinke Gyula, Reisinger Péter, Enzsöl Erzsébet és Peter Tóth

89

Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy telepítési irányú szőlőültetvényben, a 2016-os évjáratban

Varga Péter, Májer János és Németh Csaba

100

Impact of nitrogen topdressing on the quantity and quality of yield of wheat varieties

Eser Adnan, Kassai M. Katalin, Tarnawa Ákos, Nyárai Horváth Ferenc, Horváth Csaba és Jolánkai Márton

109

A köles (*Panicum miliaceum* L.) mint gyomnövény szerepe a gabonavírusok epidemiológiájában

Henézi Ágnes, Pásztor György és Takács András Péter

114

A dohánytripsz egyedszámváltozását befolyásoló tényezők a nyírségi és kunadacsi dohányültetvényekben

Orosz Szilvia, Bujdos László, Varga Lajos és Fekete Tibor

119

Az őszi káposztarepce tavaszi kártevőinek felmérése a Dunántúl déli megyéiben	
Kutas János	128
Burgonya gyomirtása metribuzin hatóanyagú gyomirtó szerrel	
Vojnich Viktor József, Hüvely Attila, Pölös Endre és Ágoston János	133
Glifozát hatóanyagú (Glialka Star) gyomirtó szer és a réz-szulfát egyedi és együttes méreg hatásának teratológiai vizsgálata csirkeembriókban	
Budai Péter, Kormos Éva, Szemerédy Géza, Somody Gergő, Szabó Rita, Farkas Vivien és Lehel József	139
A termesztett köles, mint gyomnövény (<i>Panicum miliaceum</i> L.) csírázásának gátlása növényi kivonatokkal	
Szabó Rita, Fábián Gábor, Menyhárt László, Pásztor György és Cseh Eszter	145

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: 13,65 A/5-ös ív
