



GEORGIKON
FOR
AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

Volume 20 2016 Number 1



GEORGIKON
FOR
AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

Volume 20

2016

Number 1

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

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

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

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

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

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

Editorial Board

Editor-in-Chief: J. Péter Polgár, PhD, Dean of the Faculty

Editor: Angéla Anda, DSc

Associate Editors: Alföldi, Z.; Husvéth, F.; Kocsis, L.; Tóth, G.

Georgikon is the predecessor of the Pannon University, Georgikon Faculty of Agriculture founded by Count G. Festetics in 1797. Georgikon was among the first regular agricultural colleges in Europe that time.

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

**Növényi szervek felületi fertőtlenítése stabil klór-dioxid oldattal:
Új lehetőség az obligát biotróf növényparazita gombák
in vitro kultúráinak létesítésére**

Tóth Endre Kristóf és Kiss Levente

MTA ATK Növényvédelmi Intézet

1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

e-mail: toth.endre@agrar.mta.hu; kiss.levente@agrar.mta.hu

Összefoglalás

A különféle növényfajok steril *in vitro* kultúrába vonásának első kritikus eleme az explantátumnak szánt növényi szervek, szövetek felületi fertőtlenítése. Nehezíti a feladatot, ha valamilyen kórokozóval fertőzött növényi rész tenyésztését szeretnénk úgy kialakítani, hogy a kórokozó is fennmaradjon. A leggyakoribb eljárás az oxidáló hatású vegyületekkel (hipokloritokkal) történő fertőtlenítés. Ez legtöbbször hatékony, használata után a növényi szövetek, szervek általában steril növényre regenerálódnak. Ugyanakkor a növénykórokozó gombák felszíni struktúrái is elpusztulnak, sőt pl. a hausztóriumok mentén beszívargó fertőtlenítőszer e képletek mellett a levél mezofillumát is károsíthatja.

2011-ben új, az eddigiektől eltérő hatásmechanizmusú fertőtlenítőszer került forgalomba, amelynek hatóanyaga különlegesen tiszta, stabil klór-dioxid. E vegyületre a különféle szervezetek érzékenysége különböző, erősen függ a sejtmérettől is, így joggal reméltük, hogy a baktériumok elpusztítása mellett ép gombaelemek maradnak a biológiai rendszerben s így obligát biotróf parazita gombákkal fertőzött, de más mikroorganizmusoktól mentes növénykultúrákat nyerünk.

A klór-dioxidos fertőtlenítés eredményességi adataiból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a fertőtlenítés hatékonysága általában megegyezik a kalcium-hipokloritos fertőtlenítés hatékonyságával, egyes esetekben (pl. nem sima felszínű magvak) elmarad attól.

A készítmény kíméletességét bizonyítja, hogy mindhárom kísérletbe vont gazda-parazita kapcsolatban levő növényfajból sikerült *in vitro* kultúrát indítani, igaz nagyon eltérő hatékonysággal.

A kísérletek eredményeképp olyan obligát biotróf parazitákat vizsgálhatunk akár biokémiai, akár molekuláris genetikai célból, amelyeknél a vizsgálatokat nem zavarják más mikroorganizmusok, ill. ezek genetikai elemei, enzimei, másodlagos anyagcseretermékei.

Kulcsszavak: felületi fertőtlenítés, *in vitro* szervkultúra, klór-dioxid, obligát parazita

Abstract

Surface disinfection procedure is the first critical step to establish sterile *in vitro* culture of plants. To make this task more complicated, sometimes we need to develop co-cultures of some plants and pathogens. The most common procedure is using oxidizing compounds (e.g. hypochlorites), which are effective disinfectants, so explants are able to regenerate into sterile plants. These treatments destroy fungal elements on the plant surface but infiltration of disinfectant along the haustoria can damage the mesophyll cells too.

In 2011, a new disinfectant product became available with a new mechanism of action. Its active ingredient is extremely clean, stabil chlorine dioxide. The sensitivity of organisms to this substance varies greatly and is strongly dependent on the cell size. Chlorine dioxide was expected to eliminate contaminating bacteria without destroying fungal structures on plant surfaces, and, thus, providing clean co-cultures of the host plant and a parasitic obligate biotrophic fungus inside the plant tissues. The disinfecting effectiveness data of chlorine dioxide showed that its performance was comparable to the disinfection efficacy of calcium hypochlorite, although in some cases (e.g. seeds with scabrous surface) it lagged somewhat behind.

The gentle effect of the product was proved by the facts that all three plant species infected with obligate biotrophic parasites survived disinfection treatment with chlorine dioxide and viable *in vitro* cultures have been established, albeit with different efficiencies.

The conclusion is that disinfection with chlorine dioxide enables us to investigate biochemical or molecular genetic parameters of obligate plant parasites without the risk of contaminations deriving from genetic elements, enzymes or secondary metabolites of other unwanted microorganisms.

Keywords: surface disinfection, *in vitro* organ culture, chlorine dioxide, obligate parasite

Bevezetés

A különféle növényfajok steril *in vitro* kultúrába vonásának („indítás”) több kritikus eleme van, az első ezek közül az explantátumnak szánt növényi szervek, szövetek felületi fertőtlenítése. Tovább nehezíti a feladatot, ha valamilyen kórokozóval fertőzött együttes tenyészetet szeretnénk kialakítani. Növényvírussal, viroiddal, fitoplazmával fertőzött növények felületi fertőtlenítése nem tér el lényegesen az egészséges növényekétől (Tóth, 2000). Baktériummal, vagy nekrotrof gombával való fertőzöttség esetén általában nem lehet együttes kultúrát előállítani, mivel ezek a szervezetek a táptalajon erőteljesen növekedni képesek és előbb-utóbb elpusztítják a növényi tenyészetet. Az obligát biotróf parazita gombákkal fertőzött növények esetében az adja a feladat nehézségét, hogy a hagyományos, drasztikus hatású fertőtlenítőszer alkalmazása elpusztítja a gombát a filloszféra egyéb organizmusával együtt. A leggyakoribb eljárás szerint az oxidáló hatású vegyületekkel (nátrium-, vagy kalcium-hipokloritokkal) történő fertőtlenítés hatékony, noha esetenként a növény is károsodik. Az életben maradó merisztomatikus szövetek és szervprimordiumok általában steril növényé regenerálódnak. A felszíni gombaelemek elpusztulnak, sőt a hausztóriumok mentén beszivárgó fertőtlenítőszer e képletek mellett a levél mezofillumát is károsíthatja.

2011-ben új, az eddigiektől eltérő hatásmechanizmusú fertőtlenítőszer került forgalomba. A különlegesen tiszta, stabil klór-dioxid oldat elsősorban a fogorvoslásban használatos, de kedvező tulajdonságai miatt egyre több területen válik be, így indokolt a növény-biotechnológiában történő kipróbálása is. A klór-dioxid csak négy aminosavval (a két kéntartalmú aminosav, a cisztein és a metionin, továbbá a tirozin és a triptofán) lép reakcióba, azokkal viszont igen gyorsan. Fertőtlenítő hatása ezen reakcióknak tulajdonítható. A különféle szervezetek érzékenysége különböző, erősen függ a sejtmérettől is (Noszticzius és mtsai, 2013), így joggal remélhettük, hogy a baktériumok elpusztítása mellett ép gombaelemek maradnak a biológiai rendszerben s így obligát biotróf parazita gombákkal fertőzött, más mikroorganizmusoktól mentes növénykultúrákat nyerünk.

Anyag és módszer

Az előkísérletek során a különlegesen tiszta, stabil klór-dioxid oldat (Solvocid, Solumium Kft. Budapest) különféle koncentrációit teszteltük, 0,1; 0,33; 0,5; 0,66; 1,0 % (v/v, a készítményre vonatkoztatva). Az oldatokhoz 0,1 % (v/v) Tween 20 (Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, USA) detergenset is adtunk. A kontroll kezeléseknél 7,0 % (m/v) kalcium-hipoklorit (Sigma-

Aldrich, Saint Louis, Missouri, USA) + 0,1 % Tween 20 oldat szerepelt. A behatási idő minden esetben 15 perc volt.

A klór-dioxidos kezelés után nem, vagy csak egyszer öblítettük a növényi részeket steril desztillált vízzel, a kalcium-hipokloritos kontroll kezeléseket pedig háromszor.

Az előkísérletek eredményei alapján a főkísérletekben a 0,33 %-os (v/v) oldatot használtuk. Mivel a készítmény 3300 mgL⁻¹ hatóanyagot tartalmazott, így az általunk választott oldat 11 mgL⁻¹ klór-dioxid hatóanyag koncentrációjú volt.

A fertőtlenítési procedúra után a növényi szerveket lamináris boxban, steril papírvattán megszáritottuk, majd új szövet-metszlapokat készítettünk és Murashige-Skoog, vagy ½ koncentrációjú makroelemeket tartalmazó Murashige-Skoog típusú táptalajra helyeztük. 20 μm²s⁻¹ fotonfluxus-on (kb. 2500 lux) neveltük a növényeket, 16 óra megvilágítás, 8 óra sötét fotoperiódus mellett, 23 °C hőmérsékleten.

Az alábbi növényfajokon, illetve növény-kórokozó kapcsolatokon vizsgáltuk a klór-dioxid oldat fertőtlenítő hatását és a kórokozó túlélését:

NÖVÉNYFAJ	OBLIGÁT BIOTRÓF PARAZITA	NÖVÉNYI SZERV
Bab (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Orinoco	babrozsdá <i>Uromyces appendiculatus</i> F. Strauss	magonc hajtáscsúcsok 1-3 lomblevéllel (2 x 20-20 db)
Szőlő (<i>Vitis vinifera</i> L.) 540-es jelű vonal	szőlőlisztharmat <i>Erysiphe necator</i> Schwein.	zöld hajtásdarabok, 10-10 db
Paprika (<i>Capsicum annum</i> L.) cvs. L3; Total; Kard	paprikalisztharmat <i>Leveillula taurica</i> (Lév.) G. Arnaud	kifejlett levelek, 24 sorozatban összesen 500 levél
Fekete bodza (<i>Sambucus nigra</i> L.) klónok és cv. Sampo	-	zöld hajtáscsúcsok, összesen 94 db a kontroll kezelés 82 db
Sajmeggy x vadcsereesznye hibrid Ma x Ma 14 (<i>Prunus mahaleb</i> L. x <i>P. avium</i> L.)	-	félfás hajtásdarabok, összesen 62 db a kontroll kezelés 49 db
Réti szegfű (<i>Dianthus deltooides</i> L.)	-	30-30 mag
Közönséges búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) cv. Buzogány	-	4 x 10-10 szem

Eredmények

A bab-babrozsdá rendszerben a klór-dioxid hatékonysága megegyezett a kalcium-hipokloritos fertőtlenítésével. Két kísérletsorozatban, 20-20 levélből mindössze 1-1 szaprofiton gomba növekedése volt megfigyelhető. Jelentős különbség volt a babrozsdá túlélését illetően: míg a klór-dioxidos kezelés egyáltalán nem károsította a leveleket és 6 nap elteltével tömeges uredospóra szóródás volt tapasztalható, addig a kalcium-hipokloritos fertőtlenítés 1-4 mm-es, fehér nekrotikus levélfoltokat okozott és levelenként csak néhány rozsdapusztula képződött.

A szőlő-szőlőlisztharmat kapcsolatban a klór-dioxid hatékonysága szintén megegyezett a kalcium-hipokloritos kezeléssel, valamennyi szerv steril lett (10/10). Két alvórügy kihajtása nyomán észleltünk az *in vitro* leveleken lisztharmat-fertőzöttséget. A kórfolyamatban bőségesen keletkeztek konídiumok, amelyek steril ecsettel történő átvitel nyomán fertőzőképesek voltak. Egyéb mikroorganizmus nem volt kimutatható.

A paprika-paprikalisztharmat kapcsolat kísérleteiben jellemző volt, hogy mindkét fertőtlenítőszer hatékonysága nagyban függött a kiindulási növényanyag minőségétől, azaz fajtájától, a levelek korától, évszaktól, turgortól és más, ismeretlen tényezőktől. Ennek megfelelően a 24 kísérletben vizsgált 16-24 db (összesen 500 db) levélen tapasztalt fertőtlenítési hatások 0-100 % között váltakoztak. A kalcium-hidroxid alkalmazásakor megfigyelhető volt, hogy a lisztharmatos foltok barna nekrotikus levélfoltokká változtak s ezekből sohasem fejlődött ki a lisztharmat *in vitro*. A klór-dioxidos kezeléseket nyomán sterilnek bizonyuló levelek (átlagosan 20 %) általában 3 hétig voltak életben tarthatók *in vitro*. Ez általában nem elegendő a lisztharmat telepek újrafelődéséhez. Mindösszesen 4 levél esetében sikerült 4 hét után a lisztharmat konídiumképzéséig eljutni.

A fekete bodza hajtások fertőtlenítési eredménye hasonló: a klór-dioxidos kezeléssel 6,3 % maradt fertőzött (6/94 db), a kalcium-hipokloritos kezeléssel pedig 12,1 % (10/82 db).

Az M14 *Prunus*-hibrid esetében is a kalcium-hipokloritos kezelés bizonyult kissé előnytelenebbnek: 75 % maradt fertőzött (37/49 db), míg a klór-dioxidos kezeléssel ez az érték 70 % (44/62 db).

A réti szegfű magjai könnyen sterilizálhatók: a klór-dioxidos kezeléssel 3 % maradt fertőzött (1/30 mag), míg a kalcium-hipokloritos kezeléssel ez az érték 0 % (0/30 mag).

A búzaszemek esetében is jó hatékonyságot lehet elérni mindkét fertőtlenítőszerrel: a klór-dioxidos kezeléssel 2 szem maradt fertőzött a 4 x 10 szemet tartalmazó kezelés egyik ismétlésében (5 %), a kalcium-hipokloritos kezeléssel ez az érték 0 % (0/4 x 10 szem).

Megvitatás

A klór-dioxidos fertőtlenítés eredményességi adataiból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a fertőtlenítés hatékonysága általában megegyezik a kalcium-hipokloritos fertőtlenítés hatékonyságával, egyes esetekben (félfás szár, nem sima felszínű magvak) elmaradhat attól. Ugyanakkor minden esetben megmutatkozott a kéméletessége, azaz a 11 mgL^{-1} klór-dioxid hatóanyag koncentráció mellett, 15 perces behatási idő esetén a növényi részek egyáltalán nem károsodtak.

A készítmény kéméletességét bizonyítja, hogy mindhárom kísérletbe vont gazda-parazita kapcsolatban levő növényfajból lehetett *in vitro* kultúrát indítani, igaz nagyon eltérő hatékonysággal. A babrozsdával fertőzött növényekből sikerült nagy mennyiségű steril uredospórát nyerni az uredotelepek *in vitro* felszakadását követően. Lényeges, hogy az inokuláció után 3-4 nappal történjen a levél felületi fertőtlenítése, amikor az epidermisz még nem szakad fel. A szőlő-szőlőlisztharmat kapcsolat esetében a remélt módon 2 hajtásdarab alvórügyeiben maradt életképes gomba-micélium, így az alvórügyek *in vitro* kihajtása után a növénykékek levelei lisztharmat-fertőzöttek lettek. Steril ecsettel a gomba átvihető volt Sárfehér fajtájú *in vitro* szőlőnövényekre. A legnehezebb feladat a paprikalisztharmattal fertőzött *in vitro* paprikanövények előállítását volt. A *Leveillula taurica* hemiendoparazita, tehát joggal reménykedtünk, hogy a felületi fertőtlenítés után a táptalajra helyezett izolált leveleken a gomba újraképzési felszíni telepeit. A nehézséget itt az okozza, hogy a paprikanövény szövettényésztése több szempontból problematikus. A fertőtlenített, izolált leveleket legtöbbször nem sikerül addig életben tartani, ameddig a gomba konídiumképzése beindulhatna. Az 500 izolált levélből ez mindössze 4 esetben sikerült, a keletkezett konídiumokból steril ecsettel sikerült átvinni steril *in vitro* paprikamagoncokra a lisztharmatgombát. Ezeket azonban csak igen kevés konídium képződött, mivel a növények juvenilizáltak, a paprikalisztharmat viszont a már generatív stádiumba kerülő paprikanövényeken tud jól szaporodni. Idáig a világon csak 1-2 paprika genotípust sikerült az *in vitro* virágzásig eljuttatni, tehát a biológiai rendszer fejlesztésekor a paprika *in vitro* kondícióját kell sikeresen javítanunk s nem a fertőtlenítési technológián.

A klór-dioxidos fertőtlenítés további előnye, hogy – mivel a klór-dioxid illékony – általában nem szükséges steril vízzel öblíteni a fertőtlenített növényi részeket, elég steril papírvattát megszáritani. Kevésbé ismeretes, hogy a hagyományos fertőtlenítőszer után szükséges 3-5 alkalommal történő steril vizes öblítés az egyik jelentős hibaforrása ezen eljárásoknak. Különösen megmutatkozik ez akkor, amikor egyidejűleg kell nagyszámú klónt, vagy külön

kezelendő magoncot indítani, ilyenkor nagyon sok, steril vízzel töltött edényt szükséges a lamináris boxba zsúfolni.

Az eddig elvégzett kísérletek eredményei biztatóak és azt mutatják, hogy a növényi részek felületi fertőtlenítése stabil klór-dioxid oldattal kéméletes, hatékony eljárás, melynek eredményeképp olyan obligát biotróf paraziták izolátumait vizsgálhatjuk akár biokémiai, akár molekuláris genetikai célból, amelynél a méréseket nem zavarják más mikroorganizmusok, valamint ezek anyagcseretermékei, genetikai elemei, enzimeik.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton is köszönik Prof. Dr. Noszticzius Zoltán segítségét, a stabil, a különleges tisztaságú klór-dioxid oldat rendelkezésre bocsájtását és tanácsait, Dr. Móricz Ágnesnek a babrozsdá kísérlethez nyújtott segítségét.

Hivatkozások

Noszticzius Z., Wittmann M., Kály-Kullai K., Beregvári Z., Kiss I., Rosivall L. and Szegedi J. 2013. Chlorine Dioxide Is a Size-Selective Antimicrobial Agent . PLoS ONE 8(11): e79157.

doi:10.1371/journal.pone.007915157

Tóth, E. K. 2000. A felületi fertőtlenítés lehetőségei a növényházi kertészet és a növény-biotechnológia területén. Növényvédelem 36: (4) 189-203.

A növényi védekezőképesség fokozása egy természetes eredetű vegyülettel

Oláh Csilla*, Rácz Iлона és Rudnóy Szabolcs

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Növényélettani és Molekuláris
Növénybiológia Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter Sétány 1/C*

*e-mail: olahcsilla5@gmail.com

Összefoglalás

Trópusi eredetéből kifolyólag, a kukorica különösen érzékeny a hidegstressz által okozott károsodásra, amely képes csökkenteni a terméshozamot. Természetes eredetű vegyületek használata növelheti a hideggel és más stresszorokkal szembeni toleranciát. Ilyen fontos stresszvédő vegyületek az S-metilmethionin (SMM) és a szalicilsav (SA). A két hatóanyagot kombináltuk 1:1 arányban, remélve, hogy az új vegyület, az S-metilmethionin-szalicilát (MMS) ötvözi a kiindulási komponensek tulajdonságait. Az MMS hatását hidegstressznek kitett kukorica csíranövényeken vizsgáltuk. A változásokat több szinten detektáltuk: fiziológiai szinten a PSII kvantumhatékonyosságát és antioxidáns enzimek aktivitását; génexpressziós szinten a fenilpropanoid útvonalon jelenlévő enzimek kifejeződését; metabolit szinten a fenilpropanoid útvonalon keletkező, stresszvédelemben jelentős szerepet betöltő fenoloidok és antociánok mennyiségét.

Kulcsszavak: hidegstressz, kukorica, S-metilmethionin-szalicilát, stresszkivédés, tolerancia

Abstract

Maize, due to its tropical origin, is sensitive to cold temperatures. Chilling stress can damage metabolic processes and limit the productivity. Naturally occurring compounds are able to increase the tolerance against cold and other stresses. Such important stress protective compounds are S-methylmethionine (SMM) and salicylic acid (SA). We combined the active agents in 1:1 ratio, hoping the new compound; the S-methylmethionine-salicylate (MMS) is even more effective. We examined the protective effect of MMS in cold-stressed maize. We detected the changes at multiple levels: at physiological level we monitored the PSII functionality and

activity of antioxidant enzymes; at the level of gene expression we followed the changes in gene expression of the enzymes of phenylpropanoid pathway; at metabolic level we measured the amount of phenolic compounds and anthocyanins.

Keywords: cold stress, maize, S-methylmethionine-salicylate, stress protection, tolerance

Bevezetés

A stresszorok megjelenése gátolhatja a növények fejlődését, szaporodását és alapvető életfolyamatait. A stressztényezőket csoportosíthatjuk abiotikus (pl. hőmérsékleti, szárazság, só, tápanyaghiány stb.) és biotikus (elsősorban patogének) mivoltuk alapján. A hidegstressz komoly károkat okozhat a növények fiziológiájában, lecsökkentve ezzel a terméshozamot. Természetes eredetű vegyületek használatával növelhető a tolerancia a hideg és más stresszorok károsító hatásai ellen. Az S-metilmethionin (SMM) egy nem-proteinogén aminosav, melynek pozitív hatását bizonyították már, éppen hidegstressz fellépésekor (Rácz és mtsai, 2008; Páldi és mtsai, 2014), ezenfelül vírusfertőzés esetén is csökkent károsodást mértek a vegyülettel előkezelt növényekben (Ludmerszki és mtsai, 2011). A másik alapkivétel a szalicilsav (SA), ami egy növényi hormonszerű anyag; fontos szignalizációs molekula, amelynek jelentőségét először a biotikus stresszek esetén mutatták ki, majd abiotikus stresszek fellépésekor is, például alacsony hőmérsékleti stressz megjelenésekor. Az exogén módon adott SA serkentette a fenilpropanoid bioszintézis útvonalát és az antioxidáns védőenzimek aktivitását (Horváth és mtsai, 2007). Ezen eredmények tudatában kombináltuk a két komponenst 1:1 arányban, remélve, hogy az új szintetizált vegyület (S-metilmethionin-szalicilát - MMS) még fokozottabban képes növelni a növények védekezőképességét hidegstresszrel szemben.

Anyag és módszer

Növénynevelés: A kísérlethez MV350 fajtájú takarmány kukoricát (*Zea mays*, cv. Mv350) használtunk. A nevelés körülményei: 23°C-os állandó hőmérséklet, 14 óra megvilágítási periódussal ($200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), ~75% relatív páratartalom. A növényeket normál ¼-es Hoagland tápoldaton neveltük. A csíranövényeket 9 napos korukban kezeltük MMS-sel. A vegyületet a kukoricák tápoldatához adtuk 0,05 mM koncentrációban. 24 óra elteltével ¼-es Hoaglandra cseréltük a tápoldatot, ezután a növényeket 4, ill. 24 órás, 6°C-os hidegstressznek tettük ki, ezt követően vizsgáltuk az alacsony hőmérséklet hatására bekövetkező károsodások mértékét.

Fluoreszcencia indukció mérése: A fotoszintetikus aktivitás mérésére PAM-101-102-103 fluorométert (Walz, Effeltrich, Németország) használtunk, amellyel képet kaphatunk a PSII kvantumhatékonyságáról, ill. a stresszorok hatását csökkentő védekezőmechanizmusokról.

Antioxidáns enzimek aktivitásmérése: a reaktív oxigénformák hatástalanításában fontos szerepet játszik az aszkorbát-peroxidáz (APX) és a glutation-reduktáz (GR). Az izolálás során 0,5 g növényi anyagot dörzsöltünk el 2,5 ml jéghideg 0,5 mM TRIS pufferben (pH 7,4), 3 mM MgCl₂ és 1 mM EDTA jelenlétében, dörzsmozsárban. A homogenátumot 20 percig centrifugáltuk 15000 g-vel (Szalai 2009 alapján). Az enzimek aktivitásváltozását fotometrián mérjük, az APX esetében 270 nm-en, a GR mérésekor pedig 412 nm-en.

Génexpresszió-változás: a fenilpropanoid útvonalon számos, a stresszvédelemben jelentős vegyület szintetizálódik. Az útvonal fontos enzimei közül a fahéjsav-4-hidroxiláz (C4H) és a kalkon-szintáz (CHS) génjének expressziós változását mértük Real-time PCR-rel egy kezeletlen kontroll csoporthoz képest, a C4H expresszióját levélben, míg a CHS kifejeződését szárban. A reakcióhoz 0,1 g növényi mintából indultunk ki, amiből összes RNS-t nyertünk ki a MagJet Plant RNA Kit (ThermoFisher Scientific, Waltham, USA) használatával, majd cDNS-t szintetizáltunk 500 ng RNS-ből kiindulva reverz transzkriptáz (*RevertAid*TM (ThermoFisher Scientific, Waltham, USA)) segítségével. A keletkezett cDNS-ekből vizsgáltuk az enzimek génjeinek relatív expressziós változását Real-time PCR módszerrel, SybrGreen-alapú detektálással (ThermoFisher Scientific, Waltham, USA).

Fenoloidtartalom-vizsgálat: A növények összes fenoloid- és antocián-tartalmát metanolos extraktumból vizsgáltuk. A mintavétel 0,5 g növényi mintából történt, amelyet 5 ml metanol:víz:sósav 79:20:1 arányú keverékében dörzsöltünk el. (Páldi és mtsai, 2014). A fenoloidtartalom esetében a minták abszorpcióját spektrofotométerrel 254, 270, 290, 300 és 330 nm-en mértük, amit μM galluszsav ekvivalensben (GAE) adtuk meg. A növények antocián-tartalmának változásait 530 nm-en mértük és μM cianidin-3-glikozidra (C3GE) vonatkoztatva adtuk meg.

Eredmények

A kutatás során arra kerestük a választ, hogy az MMS valóban képes-e csökkenteni a hidegstressz esetén fellépő károsodást?

A PSII aktuális kvantumhatékonyságát már a 4 órás hideg is jelentősen csökkentette (a $\Delta F/F_m'$ értéke $0,727 \pm 0,041$ -ről $0,588 \pm 0,0264$ -ra változott), majd a további hidegstressz még inkább visszavetette a fotoszintetikus aktivitást ($0,384 \pm 0,004$). Mindkét esetben azt kaptuk

eredményül, hogy MMS-előkezelés esetén kisebb volt ez a visszaesés (4 óra után $0,630 \pm 0,027$; 24 órás hidegkezelés után $0,525 \pm 0,098$ a $\Delta F/F_m'$ értéke). A PSII reakciócentrumok hatékonyságának esetében ugyancsak azt tapasztaltuk, hogy az MMS-előkezelte növényeknél kisebb volt a károsodás mértéke. A nem-fotokémiai kioltás három paraméterből tevődik össze: a ΔpH és xantofill-függő nem-fotokémiai kioltásból, a state-tranzíció függő nem-fotokémiai kioltásból és a fotoinhibíció-függő nem-fotokémiai kioltásból (D'Ambrosio és mtsai, 2008). Ezek a mechanizmusok fontos szerepet játszanak a PSII védelmében. Eredményeinkben láthatjuk, hogyan csökken a kioltás mértéke a hidegkezelések hatására, noha szignifikáns csökkenést csak a 24 órás hidegstressz esetében mértünk (az NPQ paramétere $0,132 \pm 0,068$ -ról 4 órás hideg után $0,049 \pm 0,056$ -re; 24 órás hideg után $0,023 \pm 0,03$ -ra esett vissza). Maga az MMS-kezelés nincs káros hatással növényekre, sőt a 24 órás hidegkezelésnél az előkezelte növényeknél magasabb mértékű volt a nem-fotokémiai kioltás mértéke (ekkor $0,035 \pm 0,011$ volt a nem-fotokémiai kioltások értéke). A fluoreszcens alapú és konstitutív hődisszipáció mértékéből szintén következtethetünk a hideg hatására bekövetkező károsodás mértékére. Minél magasabb ez a paraméter, annál kevésbé fordítódik az energia az elektrontranszportlánc működésére. A hidegkezelések hatására számottevően megnőtt a hődisszipáció ($0,211 \pm 0,029$ -ről 4 óra után $0,295 \pm 0,005$ -re; az MMS-sel előkezelte egyedek esetében $0,289 \pm 0,015$ -re). 24 óra elteltével az MMS-előkezelés stresszvédő hatása már megmutatkozik (a csak hidegkezelte növényeknél a hődisszipáció paramétere $0,334 \pm 0,003$; míg az MMS-előkezelteknél $0,311 \pm 0,039$ volt). Az inaktíválódott PSII reakciócentrumok energiadisszipációja szintén a károsodás mértékét szemlélteti, ekkor is szignifikánsan nőtt a kibocsátás mértéke a hideg hatására, és ebben az esetben is megmutatkozik az MMS jótékony hatása a 24 órás hidegkezelés esetén (24 óra utáni hidegkezelteknél az inaktíválódott PSII reakciócentrumok energia disszipációja $0,122 \pm 0,02$ -ről 4-szeresére változott; míg a vegyülettel előkezelte növényeknél csak 3-szorosára).

Az antioxidáns enzimek aktivitásának mérésekor gyökérben a GR-nál hidegstressz hatására nem tapasztaltunk számottevő változást, APX esetében kismértékű csökkenést észleltünk az aktivitásban. Az MMS-előkezelte növényeknél ezzel ellentétben emelkedést tapasztaltunk, 24 órás hidegkezelésnél pedig az MMS-előkezelte növények értékei jelentősen magasabbak voltak, mint MMS nélkül (GR esetében 6-szoros; APX esetén pedig duplája volt az abszorpciós változás/perc/g/ml fehérje mértéke). Levelekben nem kaptunk jelentős változást (1. diagram).

A fahéjsav-4-hidroxiláz a fenilpropanoid útvonal kezdeti szakaszán működő enzim. A 4 órás hidegkezelés hatására emelkedett az enzim génjének expressziója (10-szeres volt az expressziós változás), viszont a 24 órás hidegstressz hatására csökkenést tapasztaltunk (alacsonyabb értéket kaptunk, mint a kiindulási expressziós szint), ezzel szemben az MMS-előkezelte növényeknél a 24

órás hidegkezelés hatására nőtt meg leginkább az expresszió (14-szeres volt a génexpresszió). A kalcion-szintáz kulcsenzim a flavonoidok, majd az abból kialakuló antociánok szintézisének útvonalán is. Az MMS-előkezelte növényeknél már a 4 órás hideg hatására is szignifikáns különbséget kaptunk (közel 150-szeres emelkedés), a csak hidegkezelést kapott növényekhez képest. A tovább fennálló hidegstresszt követően ez a különbség még látványosabb volt (540-szeresére emelkedett a CHS expressziója). A fenilpropanoid útvonalon képződő metabolitok vizsgálatának eredménye alátámasztotta a génexpressziós eredményeket, miszerint a fenoloidtartalom vizsgálatánál csak a 24 órás hidegkezelés hatására kaptunk magasabb eredményt az MMS-sel előkezelte növényeknél (10 μM -rel magasabb volt a fenoloidtartalom, 1. táblázat). Az antocián-tartalom mérése esetében pedig mind a 4 és 24 órás hidegstresszt követően is jelentősen magasabb értékeket kaptunk a vegyülettel előkezelte növényeknél (mindkét esetben közel a dupláját mértük, 1. táblázat).

Megvitatás

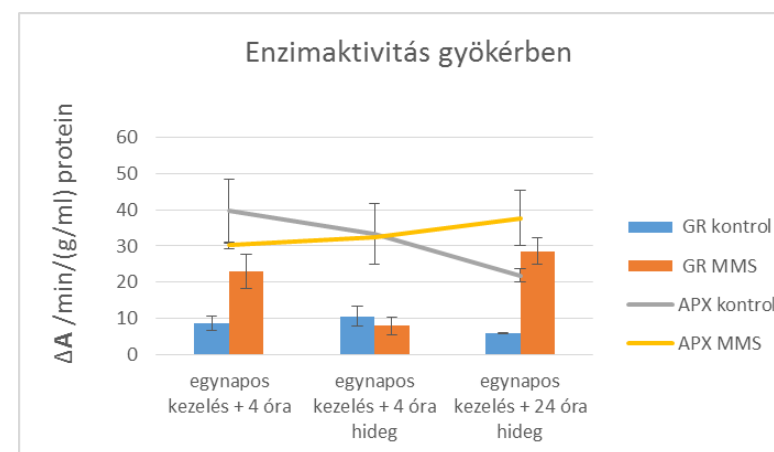
Kutatásunk korábbi vizsgálatok eredményeire épül, ahol bizonyították két, természetes eredetű vegyület pozitív hatását stresszorok fellépése esetén. Ez a két vegyület: az S-metilmethionin és a szalicilsav. Kombináltuk a két vegyületet 1:1 arányban, abból a célból, hogy létrehozzunk egy még hatékonyabb stresszvédő komponenst. A hidegstressz gátolja a fotoszintetikus aktivitást, azáltal, hogy redukálja az energiahasznosítás kapacitását (Teocharis és mtsai, 2012). Eredményeink alátámasztották, hogy alacsony hőmérséklet hatására csökkent a PSII aktuális kvantumhatékonysága, ill. a nem-fotokémiai kioltás mértéke, és nőtt a PSII inaktív reakciócentrumainak az energiadiSSIPációjá, emellett emelkedett a hődiSSIPáció mértéke. Az MMS-előkezelte növényeknél kimutatható volt a vegyület pozitív hatása, ugyanis kisebb volt a csökkenés a fotoszintetikus elektrontranszportlánc működési hatékonyságában. Másodlagos stresszként gyakran lép fel oxidatív stressz, mely tovább károsítja a növények életfolyamatait. Hideg stressz esetén nő az antioxidáns enzimek aktivitása, emellett Foyer magasabb fehérje tartalmat is tapasztalt (Foyer és mtsai, 2002). Az aszkorbát-peroxidáz és a glutation-reduktáz részt vesznek a hidrogén-peroxid vízzé való alakításában, megakadályozva, hogy a még reaktívabb hidroxil-gyökké alakuljon (Parvaiz, 2014). Ezzel szemben egynapos hidegkezelés hatására csak az MMS-előkezelte növények esetében tapasztaltunk enzimaktivitás-növekedést gyökér esetén. Kósa és munkatársai (2009) szintén nem mértek jelentős emelkedést rövidtávú hidegkezelés esetén levélben, viszont szintén magasabb abszorpciós értékeket kaptak, a kiindulási vegyülettel, S-metilmethionnal előkezelte növények esetében. A fenilpropanoid

útvonalon számos vegyület képződik, amelyek részt vesznek a stresszorok esetén a tolerancia növelésében (Vogt, 2010). Génexpresszió és metabolit szinten is tapasztaltuk, hogy az MMS serkentette ezen útvonalon jelenlévő enzimek génjeinek expresszióját, a fahéjsav-4-hidroxiláz és a kalcion-szintáz, illetve az enzimek működését, hiszen az MMS és a hideg kombinált hatására magasabb metabolitszintet mértünk. A mérések során igazoltuk, hogy az MMS szintén képes csökkenteni a hidegstressz negatív hatásait.

1. táblázat. Fenoloid és antocián- tartalom változás.. A fenoloidtartalom μM galluszsav ekvivalensben, az antocián-tartalom μM cianidin-3-glikozidra vonatkoztatva. Színessel jelölve, ahol magasabb értékeket kaptunk az MMS előkezelés hatására.

KO:kontrol növények; MMS:S-metilemionin-szaliciláttal előkezelte növények

kezelés		egynapos kezelés	egynapos kezelés + 4 órás hidegstressz	egynapos kezelés + 24 órás hidegstressz
fenoloid	KO	50,377 \pm 6,771	43,180 \pm 9,078	38,738 \pm 11,281
	MMS	43,950 \pm 3,955	43,692 \pm 5,125	47,542 \pm 13,153
antocián	KO	4,303 \pm 1,041	4,967 \pm 0,761	3,697 \pm 0,961
	MMS	4,873 \pm 0,811	7,750 \pm 0,906*	7,138 \pm 0,557*



1. ábra. Glutation-reduktáz (GR) és aszkorbát-preoxidáz (APX) aktivitás változása gyökérben. A GR esetében 412 nm, az APX-nél 270 nm-en mértük az abszorpciós változást ($\Delta\text{A}/\text{min}/\text{g}/\text{ml}$)fehérje. KO: kontrol növények; MMS:S-metilmethionin-szaliciláttal előkezelte növények

Köszönetnyilvánítás

A munka megvalósulását a K108834 OTKA pályázat segítette.

Hivatkozások

- D'Ambrosio N., Guadagno C.R. and Virzo de Santo A. 2008. Is qE Always the Major Component of Non-photochemical Quenching? In: Allen F.J., Gantt E., Golbeck H.J., Osmond B. (eds.) Photosynthesis. Energy from the Sun. Springer 1001-1004. ISBN: 978-1-4020-6707-5
- Foyer C.H., Vanacker H., Gomez D.L. and Harbinson J. 2002. Regulation of photosynthesis and antioxidant metabolism in maize leaves at optimal and chilling temperatures: review. *Plant Physiology Biochemistry* 40, 659–668.
- Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Induction of Abiotic Stress Tolerance by Salicylic Acid Signaling. *Journal Plant Growth Regulation*. 26, 290–300.
- Kósa, E., Szegő, D. and Horváth, E. 2009. Relationship between S-methylmethionine treatment and activities of antioxidant enzymes in maize (*Zea mays* L.) leaves at chilling temperatures. *Acta Agronomica Hungarica*. 57(4) 461–469.
- Ludmerszki, E., Rudnóy, Sz., Almási, A., Szigeti, Z. and Rácz, I. 2011. The beneficial effects of S-methyl-methionine in maize in the case of Maize dwarf mosaic virus infection. *Acta Biologica Szegediensis*. 55 (1), 109-112.
- Páldi, K., Rácz, I., Szigeti, Z. and Rudnóy, S. 2014. S-methylmethionine alleviates the cold stress by protection of the photosynthetic apparatus and stimulation of the phenylpropanoid pathway. *Biologia Plantarum* 58 (1), 189-194.
- Parvaiz A. 2014. *Oxidative Damage to Plant Antioxidant Networks and Signaling*. Elsevier ISBN: 978-0-12-799963-0
- Rácz, I., Páldi, E., Szalai, G., Janda T., Pál, M. and Lásztity, D. 2008. S-methylmethionine reduces cell membrane damage in higher plants exposed to low-temperature stress. *Journal of Plant Physiology*. 165, 1483-1490.
- Szalai, G. 2009. A szalicilsav szerepe gazdasági növények stressztűrő képességében. Akadémia Doktori értekezés
- Theocharis, A., Clement, C. and Barka, E. 2012. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. *Planta*. 235, 1091–1105.
- Vogt, T. 2010. Phenylpropanoid Biosynthesis. *Molecular Plant*. 3, 2–20.

Sárgarozsda rezisztenciagének azonosítása szegedi és külföldi búzafajtákban molekuláris markerek segítségével

Kapás Mariann^{1,2*}, Csősz Lászlóné¹, Tar Melinda³ és Purnhauser László¹

¹Gabonakutató Nonprofit Kft., 6726 Szeged, Alsó Kikötő sor 9.

²Szent István Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola, 2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1.

³NAIK Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály, 6726 Szeged, Alsó Kikötő sor 9.

*e-mail: mariannkapas@gmail.com

Összefoglalás

A búza sárgarozsda (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) a búza egyik legfontosabb kórokozója. Bár Magyarországon átlagosan csupán 12 évenként számíthatunk nagyobb járványra, azonban e betegség az utóbbi három egymást követő évben is megjelent. A legerősebb járványt 2014-ben figyeltük meg, amikor a vizsgált fajták természetes fertőzöttsége a 90%-ot, a termésveszteség pedig a 70%-ot is elérte. A sárgarozsda rezisztenciagének (*Yr*) hatékony felhasználásához fontos megismerni az ellenállóság genetikai hátterét. Ebben a tanulmányban 34, főképp Közép-Európában termesztett őszi búzafajtát teszteltünk, hogy megállapítsuk három fontos *Yr* gén (*Yr9*, *Yr17* és *Yr18*) gyakoriságát, illetve e gének hatását a sárgarozsda fertőzöttség mértékére. E fajtákból háromban azonosítottuk az *Yr9*, négyenél az *Yr17* és ötnél az *Yr18* sárgarozsda rezisztenciagént. A tenyészkerti felvételezés alapján az *Yr9* gén hatástalan volt, az *Yr18* pedig gyenge védelmet nyújtott. A vizsgált fajták közül 11 volt ellenálló (0-10% fertőzöttség), és ezek közül 4 hordozta az *Yr17*-es gént; így a maradék hét fajtában a rezisztenciát minden bizonnyal más hatékony *Yr* gének okozták. A fajták több mint 50%-a fogékony volt, ezért további hatékony *Yr* gének beépítése szükséges az ellenállóképesség javításához. A molekuláris markerek segítségével könnyen azonosíthatóak a sárgarozsda rezisztenciagének, amely segítségével meggyorsítható a rezisztens búzafajták előállítása.

Kulcsszavak: molekuláris markerek, *Puccinia striiformis*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr18*

Abstract

Yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) is one of the most important diseases of wheat. Although this disease was rare in Hungary, heavy epidemics occurred here in the last three successive years. In the year of 2014, we observed 70% yield loss in the most susceptible cultivars. To effectively use yellow rust resistance genes (*Yr*), it is important for breeders to know the resistant genotypes in current cultivars. In this study some winter wheat cultivars (mainly in Central Europe) were investigated using molecular markers to determine the presence and absence of three important *Yr* genes (*Yr9*, *Yr17* and *Yr18*). Among the cultivars three carried yellow rust resistance gene *Yr9*, four had *Yr17*, and *Yr18* was found in five cultivars. Severity of the natural infection changed from 0% to 90% during 2014. Field scoring data demonstrated the *Yr9* to be ineffective, while *Yr18* provided some protection. Among entries 11 proved to be resistant, and all four cultivars carrying *Yr17* belonged to this group. Therefore, the rest of resistant cultivars might have other effective *Yr* genes. As more than fifty percent of cultivars investigated proved to be susceptible to yellow rust there is a need to introduce new, effective *Yr* genes into new wheat cultivars. The use of molecular markers is a convenient approach to identify effective yellow rust resistance genes in cultivars, and marker assisted selection can be efficiently applied to develop resistant wheat cultivars.

Keywords: molecular markers, *Puccinia striiformis*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr18*

Bevezetés

A búza sárgarozsda (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) a búza egyik legfontosabb kórokozója. Bár Magyarországon átlagosan csupán 12 évenként számíthatunk nagyobb járványra (Szunics *et al.* 2000; Csósz *et al.* 2002), azonban e betegség az utóbbi három egymást követő évben is megjelent. A legerősebb járványt 2014-ben figyeltük meg, amikor a vizsgált fajták természetes fertőzöttsége a 90%-ot, a termésvesztés pedig a 70%-ot is elérte. Ebben az évben ugyanis a rozsdának kedvező időjárási körülmények alakultak ki Magyarországon (enyhe téli, hűvös és csapadékos tavaszi, kora nyári időjárás), így a gomba átteleléséhez és gyors felszaporodásához a feltételek adottak voltak. Európai megfigyelések alapján e járványt valószínűleg a 'Warrior', 'Kranich', és egy a tritikálékát is fertőző sárgarozsda rasszok okozták (Bayles 2014). Míg a tritikálékkal szemben agresszív rassz 2006 óta van jelen Európában, addig a 'Warrior' és a 'Kranich' rasszok 2011-ben jelentek meg először (Hovmöller *et al.* 2015). A 'Warrior' rassz

rendkívül agresszív, számos korábban rezisztens búzafajta veszítette el ellenálló képességét miatta (Hodson 2015). A szelekció lehetőségének hiánya és a rozsdarasszok változékonysága miatt, a fajták sárgarozsda ellenállóságáról sajnos kevés információ állt rendelkezésünkre.

A molekuláris markerek alkalmazása lényegesen felgyorsíthatja a rezisztens fajták előállítását. A búzában több mint 60 *Yr* gént írtak le (McIntosh *et al.* 2013). E génekkel kapcsolt molekuláris markerek segítségével a búzafajtákban található sárgarozsda rezisztenciagének könnyen azonosíthatók. Célul tűztük ki három fontos sárgarozsda rezisztenciagén (*Yr9*, *Yr17* és *Yr18*) jelenlétének kimutatását szegedi és fontosabb európai búzafajtákban, valamint e gének hatékonyságának megállapítását.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkba 34, főképp Közép-Európában termesztett őszi búzafajtát vontunk be, közülük 15 szegedi, 11 szerb, 5 osztrák, 2 német és egy francia volt. Az adott génekkel kapcsoltan öröklődő markereket az irodalomban leírt módszerek alapján azonosítottuk: így az *Yr9* gént az OPH 20 (Francis *et al.* 1995); az *Yr17*-et a Ventriup/LN2-vel (Helguera *et al.* 2003); az *Yr18*-at pedig a CsLV 34 (Lagudah *et al.* 2006) markerrel. A PCR vizsgálathoz csíranövényekből izoláltunk DNS-t Rogers és Bendich (1985) CTAB módszerének módosított változata szerint. A termékek elválasztásához és kimutatásához 1,5%-os agaróz gélt és etidium-bromidos festést használtunk. A szántóföldi felvételezés 2014 májusában történt a Gabonakutató Nonprofit Kft. Szeged-Kecskés telepi nemesítő állomásán. A fertőzöttség mértékét százalékban adtuk meg, amely alapján a fajtákat négy csoportba soroltuk: fogékony (70-90%), mérsékelten fogékony (50-60%), mérsékelten rezisztens (30-40%), rezisztens (0-10%).

Eredmények

Molekuláris vizsgálataink során a vizsgált 34 fajtából háromban azonosítottuk az *Yr9* (kettő szegedi és egy német fajta), négyben az *Yr17* (kettő szerb, egy osztrák és egy francia fajta esetében) és ötben az *Yr18* rezisztenciagént (három szerb és kettő szegedi fajta). A fajták közül 22 pedig egyik tanulmányozott gént sem tartalmazta.

2014-ben a vizsgált fajták természetes fertőzöttsége 0-90% között változott. A 34 fajtából 11 (hat szerb, négy osztrák, egy francia) rezisztens, 5 fajta (három szegedi, egy szerb és egy német) pedig mérsékelten rezisztens volt. A 18 fogékony fajtából 10 (hat szegedi, három szerb és egy német) a mérsékelten fogékony, 8 (hat szegedi, egy szerb és egy osztrák) pedig a fogékony

csoportba tartozott. A vizsgált géneket tartalmazó fajták átlagos fertőzöttsége alapján az *Yr9* gén nem volt hatékony (e gént hordozó fajták átlagos fertőzöttsége: 53%; n=3), míg az *Yr18* gén kismértékű védelmet biztosított (átlagos fertőzöttsége: 34%; n=5). Az *Yr17* gént tartalmazó fajták (n=4) átlagos fertőzöttsége csupán 1% volt.

A fajták ellenállósága származási országok szerint is eltérő volt. Amíg a nyugat-európai fajtáknak 75%-a, a szerbiaiaknak pedig 64%-a volt rezisztens vagy mérsékelten rezisztens, addig a vizsgált szegedi fajtáknak csak 20%-uk volt mérsékelten rezisztens.

Megvitatás

Az *Yr9* és az *Yr18* génekkel szemben az *Yr17* sárgarozsda rezisztenciáján igen hatásosnak bizonyult Magyarországon a 2014. évi járványos évben. A 11 rezisztens fajtából négyben találtuk meg az *Yr17* gént, a többi rezisztens fajtában minden bizonnyal más hatékony *Yr* génnek vagy géneknek kell jelen lenniük. Mivel az Európában igen elterjedt 'Warrior' sárgarozsda rassz virulens az *Yr17* génnel szemben, ezért ez a rassz nem okozhatta a 2014 évi járványt hazánkban. A szegedi fajták sárgarozsda ellenállósága nem kielégítő, amit az *Yr17* gén hiánya is magyarázhat. Mindezt figyelembe véve az *Yr17* gén hazai fajtákban való elterjesztése kívánatos lehet, annál is inkább mert e génnel az *Lr37* levélrozsdá rezisztenciáján is szoros kapcsoltságban öröklődik. Azonban a 'Warrior' rassz esetleges megjelenése miatt a gén jelenléte sem jelenthet hosszú távú megoldást.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgált nyugat-európai fajták a CORNET_6_08_WHEATSTR' NKTH (OM-00887/2009), a vizsgált szerb fajták pedig a BIOCEREAL (HUSRB/1002/214/045) pályázat fajtái közül kerültek ki.

Hivatkozások

Bayles, R. 2014. Update on 2014 Yellow rust situation – Focus on races. Agrii Internal document, 08: 1-3.
Csósz L-né, Matuz J., Kertész Z. és Mesterházy A. 2002. A 2001. évi sárgarozsda-járvány tapasztalatai. Gyakorlati Agrofórum, 13(5): 14-16.

Francis, H.A., Leitch, A.R. and Koebner, R.M.D. 1995. Conversion of a RAPD-Generated PCR product, containing a novel dispersed repetitive element, into a fast and robust assay for the presence of rye chromatin in wheat. – Theoretical and Applied Genetics 90: 636-642.
Helguera, M., Khan, I. A., Kolmer, J., Lijavetzky, D., Zhong-Qi, L. and Dubcovsky J. 2003. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. – Crop Science 43: 1839-1847.
Hodson, D. 2015. CAUTION – Increasing Risk of Stripe (Yellow) Rust Outbreaks North Africa to South Asia - <http://rusttracker.cimmyt.org/?p=6600>.
Hovmöller, M.S., Walter, S., Bayles, R.A., Hubbard, A., Flath, K., Sommerfeldt, N., Leconte, M., Czembor, P., Rodriguez-Algaba, J., Thach, T., Hansen, J.G., Lassen, P., Justesen, A.F., Ali, S. and de Vallavieille-Pope, C. 2015. Replacement of the European Wheat Yellow Rust Population by New Races from the Centre of Diversity in the Near-Himalayan Region. – Plant Pathology. Doi: 10.1111/ppa.12433
Lagudah, E.S., Mcfadden, H., Singh, R.P., Huerta-Espino, J., Bariana, H.S. and Spielmeier, W. 2006. Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat. – Theoretical and Applied Genetics 114: 21-30.
McIntosh, R.A., Dubcovsky, J., Rogers, W.J., Morris, C., Appels, R. and Xia, X.C. 2013. Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2013-2014 Supplement. <http://wheat.pw.usda.gov/GG3/pubs>
Rogers, S.O. and Bendich, A.J. 1985. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant-tissues. – Plant Molecular Biology. 5: 69-76.
Szunics, L., Pocsai, E., Szunics, Lu. and Vida, G. 2000. Viral Diseases on Cereals in Central Hungary. Acta Agr. Hung. 48(3): 237-250.

Effect of carbon sequestration of wheat (*Triticum aestivum* L) varieties on soil organic matter

Mária Katalin Kassai, Ákos Tarnawa, Ferenc Nyárai Horváth, Barnabás Pósa
and Márton Jolánkai*

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

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

Abstract

Soil fertility is often related to soil organic matter (SOM) in general. Various crop species and varieties, as well as plant nutrition applications may have an impact on the amount of soil organic matter.

In a series of small plot field experiments run at the Nagygyombos experimental site of the Szent István University, Hungary, the most characteristic agronomic impacts (biological bases, plant nutrition and crop year effects) influencing the efficiency of carbon sequestration of wheat *Triticum aestivum* L. has been studied. The aim of the research was to observe, identify and quantify agronomic impacts and their interactions that may have an influence on organic matter formation and so on carbon sequestration. The present paper provides information concerning the results of the trial. Crop variety and plant nutrition proved to be powerful factors influencing organic matter production. Interactions have been found between crop plant genotypes and N levels applied. Wheat straw by-products represent a considerable source for soil organic carbon.

Keywords: carbon sequestration, winter wheat, plant nutrition, soil organic matter

Összefoglalás

A talaj szervesanyag tartalma (SOM) a talaj termőképességének egyik legáltalánosabb mutatószáma. Növényfajok és fajták termesztése, valamint a növények tápanyagellátása befolyással lehet a talaj szervesanyagtartalmára.

A Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézetének kísérleti terén, Nagygyomboson egy többéves kisparcellás kísérletsorozat keretei között vizsgáltuk az őszi búza *Triticum aestivum* L. fajták szénmegkötését befolyásoló legjellemzőbb tényezők (biológiai alapok, tápanyagellátás,

évjárat) hatását. A kutatás célja a szénmegkötésre ható az agrotechnikai elemek meghatározása, a hatás mértékének megállapítása, illetve a kölcsönhatások megfigyelése volt. Jelen dolgozat e kísérletek eredményeit foglalja össze. Vizsgálataink szerint a növényfajták, valamint a tápanyagellátás jelentős mértékben befolyásolták a szervesanyag képződést. A vizsgált genotípusok és az alkalmazott N adagok között kölcsönhatások is igazolhatók voltak. A kapott eredmények szerint a búzaszalma jelentős szénforrást biztosít a talajok szervesanyag-tartalom-képződéséhez.

Kulcsszavak: szénmegkötés, őszi búza, növénytáplálás, talaj szervesanyag

Introduction

Human activities are significantly altering the natural carbon cycle (Lal 2004). Long-term rise in atmospheric CO₂ highlights crop production regarding both adaptation and mitigation (Jolánkai et al 2005). The negative effects of climate change can be limited by changes in crops and crop varieties, improved water-management and irrigation systems, adapted plant nutrition, protection and tillage practices, and better watershed management and land-use planning (Pepó 2010). The global potential of carbon sequestration through crop production, land use and soil management practices may offset one-fourth to one-third of the annual increase in atmospheric CO₂, a most endangering GHG (Lawlor 2005).

Soil organic matter (SOM) is a result of carbon sequestration based on the photosynthetic activities of plants. Any organic matter manufactured by plants is originated from atmospheric CO₂. Plants (crop plants and natural vegetation) capture C and produce vegetative material, a biomass that comprises yield and by products. The prior one is regularly taken away from the crop site however the latter remains there providing a resource for SOM formation. Recent land use technologies aim the removal of plant residues in favour of using them as biofuels and so endangering soil remediation. The pool of organic C exists in dynamic equilibrium between gains and losses; soil may therefore serve as either a sink or source of C, through sequestration or greenhouse gas emissions respectively, depending on exogenous factors (Lal 2004). As vegetal material undergoes decomposition, some microbial resistant compounds are formed. These include modified lignins, oils, fats and waxes. Also, some new compounds are synthesized, like polysaccharides and polyuronids. These materials form the basis for humus (Brady 1984).

When plant residues are returned to the soil, various organic compounds undergo decomposition. Decomposition is a biological process that includes the physical breakdown and

biochemical transformation of complex organic molecules of dead material into simpler organic and inorganic molecules (Juma, 1999).

The continual addition of decaying plant residues to the soil surface contributes to the biological activity and the carbon cycling process in the soil. Breakdown of soil organic matter and root growth and decay also contribute to these processes. Carbon cycling is the continuous transformation of organic and inorganic carbon compounds by plants and micro- and macro-organisms between the soil, plants and the atmosphere. Decomposition of organic matter is largely a biological process that occurs naturally and determined by three factors: soil organisms, the physical environment and the quality of the organic matter (Brussaard, 2012; Jolánkai et al 2013). Soil organic carbon (SOM) contains approximately 58 % C, therefore a factor of 1.72 can be used to convert organic carbon (OC) to SOM. There is more inorganic C in calcareous soils in general (Edwards et al. 1999). Non appropriate land use methods and some false renewable energy concepts often result in soil organic matter losses (Birkás et al 2012; Mesic et al. 2014).

The aim of the present study was to observe, identify and quantify agronomic impacts and their interactions that may have an influence on organic matter formation and so on carbon sequestration.

Material and method

The Szent István University Crop Production Institute started a research programme exploring the most characteristic agronomic impacts (biological bases, production sites, plant nutrition and crop year effects) influencing the efficiency of carbon sequestration of winter wheat *Triticum aestivum* L. The aim of the research was to observe, identify and quantify agronomic impacts and their interactions that may have an influence on organic matter formation and so on carbon sequestration.

The trials were set up at the Nagygyombos experimental site in a three years consecutive series between 2007-2010. Five wheat varieties (Mv Magdaléna, Alföld 90, Mv Suba, Mv Csárdás, Mv Toborzó) were exposed to ascending levels of nitrogen applications. 10 m² plots were designed in randomized blocks in split-plot arrangement for wheat crop with four replications. The nitrogen applications were as follows: N 0, N 80 kg/ha, and N 120 kg/ha respectively. Basic plant nutrition and plant protection treatments were identical and appropriate regarding the agronomic requirements of the experimental field and providing ceteris paribus conditions to the trial.

Phenological, herbological, phytosanitary observations and yield characteristics have been evaluated. Yield samples were analysed for quality features (protein, carbohydrate, starch,

cellulose, fat, ash etc). Carbon sequestration values were estimated on the basis of grain yield and total above ground biomass dry matter production. The paper presents three years average data of the experiment

Results and discussion

The results obtained suggest that crop variety and plant nutrition proved to be the most powerful factors influencing organic matter production. Interactions have been found between crop plant genotypes and N levels applied. Table 1 comprises values of grain yield, plant dry matter and C content of above ground biomass.

Table 1. Carbon sequestration of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties, kg/m², Nagygyombos 2007-2010

0 N variety	Grain yield kg/m ²	Plant dry matter kg/m ²	AG biomass C content estimate, kg
Mv Magdaléna	0.54	0.59	0.45
Alföld 90	0.68	0.75	0.55
Mv Suba	0.76	0.83	0.62
Mv Csárdás	0.69	0.76	0.58
Mv Toborzó	0.70	0.75	0.58

80 N variety	Grain yield, kg/m ²	Plant dry matter, kg/m ²	AG biomass C content estimate, kg
Mv Magdaléna	0.74	0.85	0.64
Alföld 90	0.71	0.77	0.59
Mv Suba	0.80	0.89	0.68
Mv Csárdás	0.81	0.88	0.65
Mv Toborzó	0.84	0.91	0.69

120 N variety	Grain yield, kg/m ²	Plant dry matter, kg/m ²	AG biomass C content estimate, kg
Mv Magdaléna	0.78	0.85	0.65
Alföld 90	0.84	0.84	0.67
Mv Suba	0.75	0.82	0.63
Mv Csárdás	0.79	0.75	0.62
Mv Toborzó	0.80	0.86	0.66

C value LSD_{0.05} Variety 0.092
Nitrogen 0.067

The photosynthetic activities of plants determine soil organic matter (SOM). The organic matter manufactured by plants is originated from atmospheric CO₂. All plants, like winter wheat in this study capture C and produce vegetative material, a biomass that comprises yield and by products. Figure 1 provides information on the magnitude of carbon sequestration in relation with the ascending N supply applied. Since there were no major differences between crop years, three years average results were processed in this study. Wheat varieties regardless to the yield differences of the crops produced almost identical amount of C within the above ground biomass.

Wheat straw had a higher C content in higher N applications, and as a result of that expected SOM has shown differences. The results suggest, that wheat by-products may provide a considerable source of soil organic matter within a range of 0,17 to 0,20 kg/m².

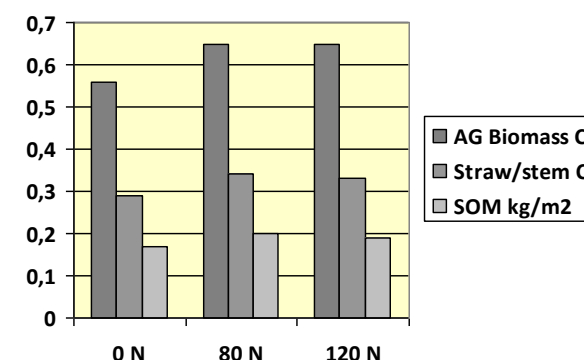


Figure 1. Average carbon content of above ground biomass, straw/stem residues, and the possibly derived soil organic matter by N application levels, kg/m²

Conclusions

Wheat varieties and plant nutrition proved to be powerful factors influencing organic matter production. Interactions have been found between crop plant genotypes and N levels applied. Atmospheric C budget can be balanced by photosynthetic dry matter production of natural vegetation and agricultural crops. The latter can be influenced by agronomic applications. Soil organic matter is based on the sequestration of C derived from plant residues. Wheat straw by-products represent a considerable source for soil organic carbon.

Acknowledgement

The authors are indebted regarding the financial support of VKSZ, TÁMOP and KTIA funds of the Government of Hungary.

References

- Birkás M., Pósa B. and Sallai A. 2012. Conditions of sustainable soil quality vs. energetic use of field-land by-products. *Hungarian Agricultural Engineering*. 24. 9-12.
- Brady, N. C. 1984. *The Nature and Properties of Soils*. New York. MacMillan Publ.
- Brussaard L. 2012. Ecosystem services provided by the soil biota. In: *Soil ecology and ecosystem services*. Eds: Wall D.H. et al. Oxford University Press. 45-58.
- Edwards, J.H., Wood, C.H., Thurlow, D.I. and Ruf M.E. 1999. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludalf soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56. 1577-1582.
- Jolánkai M., Kassai K., Nyárai H.F., Tarnawa Á., Balla I. and Szentpétery Zs. 2013. Carbon sequestration of grain crop species influenced by nitrogen fertilization. *Hungarian Agricultural Engineering*. 24. 23-26 pp.
- Jolánkai M., Máté A. and Nyárai H.F. 2005. The carbon cycle: a sink-source role of crop plants. *Cereal Research Communications*. 33(1): 13-17.
- Juma, N. G. 1999. *Introduction to Soil Science and Soil Resources, Volume 1 of the Series "The Pedosphere and Its Dynamics: A Systems Approach to Soil Science"*. Salman Productions Inc.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. 123: 1-22.
- Lawlor D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany* 53: 773-787.
- Mesic M., Birkas M., Zgorelec Z., Kistic I., Sestak I., Jurisic A. and Husnjak S. 2014. Soil carbon variability in some Hungarian and Croatian soils. In: *Soil carbon*. Hartemink A. – McSweeney K /Eds/. Dordrecht, Springer. 419-426.
- Pepó P. 2010. Adaptive capacity of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) crop models to ecological conditions. *Növénytermelés*. 59. Suppl. 325-328.

Virologiai vizsgálatok a dél-alföldi régióban termesztett paprika fajtákon. A dohány enyhe zöld mozaik vírus (*Tobacco mild green mosaic virus*, TMGMV) molekuláris azonosítása

Nemes Katalin¹, Csilléry Gábor², Almási Asztéria¹, Salánki Katalin¹ és Tóbiás István^{1*}

¹MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézete, Budapest

²Budakert Kft., Budapest

*e-mail: tobias.istvan@agrar.mta.hu

Összefoglalás

A dél-alföldi régióban Hó F1 és Nirvin F1 paprikafajtákon enyhe mozaik tüneteket figyeltünk meg 2015 tavaszán. A bogyókon jól látható növekedésgátlás, egyenetlen színeződés, foltosodás, nekrotikus foltok és csikozottság volt észlelhető. A kórokozó meghatározása céljából tesztnövény vizsgálatokat végeztünk *Nicotiana tabacum* cv. Samsun, *N. tabacum* cv. Xanthi-nc, *Nicotiana benthamiana*, *Capsicum annuum* cv. Albaregia (L+), *Capsicum annuum* cv. Fehérözön (L1) és *Capsicum annuum* cv. Brendon F1 (L3) növényeken, valamint RT-PCR módszerrel vizsgáltuk a kórokozót. A Nirvin F1 fajtáról származó minták a TMV-1,2,3 patotípusba tartoztak és a köpenyfehérje bázissorrendje alapján a paprika enyhe tarkulás vírussal (*Pepper mild mottle virus*, PMMoV) mutatta a legnagyobb azonosságot. A Hó F1 mintákból származó tobamovírusok a P0 patotípusba (TMV-0) tartoztak és a szekvencia elemzés után a legmagasabb azonosságot a dohány enyhe zöld mozaik vírussal (*Tobacco mild green mosaic virus*, TMGMV) mutatta. Ismereteink szerint a TMGMV első jól dokumentált előfordulása paprikán hazánkban. Génbanki elérhetősége KT374283.

Kulcsszavak: tobamovirus, Hó F1, Nirvin F1, paprika enyhe tarkulás vírus, dohány enyhe zöld mozaik vírus, RT-PCR, patotípus

Abstract

In the spring of 2015 mild mosaic symptoms were observed on the leaf of "Hó F1" and „Nirvin F1” cultivars in the main pepper growing region of South-East Hungary. The symptoms on the fruits were more obvious, characterized by reduction in size, mottling and color changes, brown necrotic streaks and spots. In order to identify the pathogen symptomatic fruit samples were collected and carried to the lab. The reactions on *Nicotiana tabacum* cv. Samsun, *N. tabacum* cv. Xanthi-nc, *Nicotiana benthamiana*, *Capsicum annuum* cv. Albaregia (L+), *Capsicum annuum* cv. Fehérözön (L1) and *Capsicum annuum* cv. Brendon F1 (L3) indicated the presence of tobamovirus isolates belonging into pathotype 0 and/or 3. From the original pepper fruit total RNA was extracted and conventional RT-PCR method was used to amplify the coat protein gene. Products of the expected size (700 bp) were obtained and cloned into p-GEM T-Easy Vector (Promega, USA) and sequenced. According to the sequence data tobamovirus isolates from Nirvin F1 samples showed highest identity with *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) and belonged to the pathotype 3 (TMV-1,2,3), infecting the pepper varieties containing the L3 resistance gene.

Tobamovirus isolates from „Hó F1” cultivar were member of pathotype 0 (TMV-0) group and blast analysis of sequences showed the highest identity with a Spanish isolate (P04/17, Accession No. FN594859) of *Tobacco mild green mosaic virus* (TMGMV) (99%). The sequence of one isolate was deposited in GenBank (Accession No. KT374283). To our knowledge, this is the first proven data of TMGMV isolated from pepper in Hungary.

Keywords: tobamovirus, Hó F1, Nirvin F1, *Pepper mild mottle virus*, *Tobacco mild green mosaic virus*, RT-PCR, pathotype

Bevezetés

Az étkezési paprika hazánk egyik legfontosabb zöldségnövénye, melynek gazdaságos termesztését sok esetben vírusbetegségek akadályozzák (Tóbiás és mtsai, 1978; Tóbiás és Molnár, 1981, 1983). Korábban hazánkban a paprikatermesztés döntő része szabadföldön történt, de az utóbbi időben egyre nagyobb jelentőséggel bír a hajtított paprikatermesztés. Az üvegházi és a fólia alatti paprikatermesztés előretörése azzal magyarázható, hogy rendelkezésre állnak minden fajtatípusban azok az új fajták, melyek nagyobb termésátlaggal és jobb minőséggel nagyobb jövedelmezőséget biztosítanak. 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 hajtításban 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)] és a paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) okozzák (Tóbiás és mtsai, 1981a,b; Tóbiás, 1984; Csilléry és Tóbiás, 1985; Csilléry és mtsai, 1995; Gáborjányi és mtsai, 1995; Kazinczi és mtsai, 2001; Horváth és mtsai, 2004). A vírusok elleni védekezésben - hazánkban a zöldségnövények közül elsők között – a paprikatermesztésben vezették be a rezisztens fajták alkalmazását (Tóbiás és Gáborjányi, 1985; Zatykó és mtsai, 1983). Egyik legnépszerűbb és legjobb TMV-rezisztens paprikafajta a Fehérözön volt, mely az L1 rezisztenciagént tartalmazta. Néhány évvel a TMV - rezisztens fajták köztermesztésbe kerülését követően megjelentek olyan tobamovírusok, melyek az L1 rezisztenciagént tartalmazó fajtákat fertőzték (Tóbiás és Csilléry, 1982, 1983, Csilléry és mtsai, 1983). Az új tobamovírus patotípusok ellen sikerrel vezették be a *Capsicum chinense* fajból származó L3 rezisztenciagént, majd a még agresszívebb patotípusok ellen a *C. chacoense* fajból származó L4 gén alkalmazását. Napjainkban a hajtításban használt jelentősebb paprikafajták már tartalmazzák az L3 rezisztenciagént, sőt vannak L4 gént tartalmazó fajták is. A 90-es évek közepén a hajtított paprikán robbanásszerűen megjelent és óriási károkat okozott a TSWV (Csilléry és mtsai, 1995; Gáborjányi és mtsai, 1995). A betegség megjelenése összefüggésben volt a nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis*) hazai felbukkanásával. A TSWV ellen hatékony védelmet biztosít a *C. chinense* fajból származó *Tsw* gén, bár időnként feltűnnek a rezisztenciát áttörő patotípusok, amelyek ellen jelenleg nincs forgalomban rezisztens fajta (Bese és mtsai, 2012, Csilléry és mtsai, 2015).

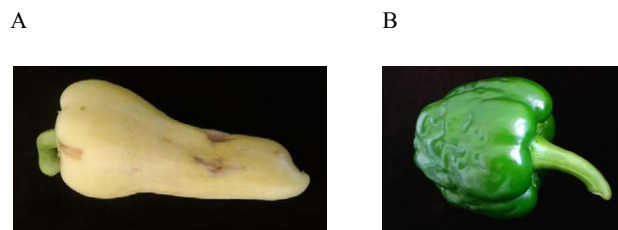
Napjainkban a hajtítási paprikatermesztés két legfontosabb vírusbetegségét a tobamovírusok és a paradicsom foltos hervadás vírus, különböző törzsei okozzák (Bese és mtsai, 2012, 2014; Csilléry és mtsai, 2012). Jelen dolgozatunkban a dél-alföldi régióban gyűjtött paprikaminták virológiai vizsgálatáról számolunk be.

Anyag és módszer

Vírustünetek, tesztnövény vizsgálatok

A dél-alföldi paprikatermesztő régióban egy fóliaházban (NirvinF1 - zöld bloki bogójú fajta) és egy üvegházban (Hó F1 – fehér kúpos bogójú fajta) a szeptember-október hónapokban kiültetett állományokban március elejétől egyre fokozódó mennyiségben gyenge mozaikos levéltüneteket figyeltek meg a termelők. A tünetes növények behatóbb vizsgálata során

megállapítottuk, hogy a nagyon enyhe levélmozaikosodás mellett a bogyókon jól látható egyenetlen színeződés, foltok, egyes esetekben nekrotikus foltok, csíkozottság, és növekedésgátlás volt megfigyelhető (1. ábra). Mindkét helyről 12-12 levél és bogyómintát szedtünk. Mindkét esetben 5-5 mintát vizsgáltunk RT-PCR és tesztnövény módszerrel a kórokozók azonosítása végett. A tesztnövény vizsgálatokban *Nicotiana tabacum* cv Xanthi-nc, *N. tabacum* cv Samsun, *Capsicum annuum* cv Brendon, cv. Fehérözön és cv Albaregia használtuk.



1. ábra. A Hó F1 (A) és a Nirvin F1 (B) paprikafajták termésén látható tünetek

RT-PCR vizsgálatok

Az össznukleinsav kivonást a fertőzött bogyókból White és Kaper módszerével (1989) végeztük. Az RT-PCR-hez a primereket a különböző Tobamovírus izolátumok köpenyfehérjéinek homológ régióira terveztük, amelyek kb. 700 nt hosszúságú darabot emelnek ki a PCR során.

Az oligonukleotidok a következők voltak:

for 5'-GATCGCGGAGTCGTGATTCGTATTTAAATATG-3'

rev 5'-TGGGCCGCCTACCGCGGCGG-3'

PCR reakció paraméterei a következők voltak: denaturálás: 5 perc 95 °C, 30 ciklus: 30 sec 95 °C; 30 sec 60 °C; 1 perc 72 °C; és 10 perc 72 °C a végén. A PCR termékeket High Pure PCR Purification Kittel (Roche) tisztítottuk, az így kapott DNS fragmentumokat pGEM-T Easy Vector (Promega) plazmidokba klónoztuk, majd ezekkel *Escherichia coli* baktérium sejteket transzformáltunk. A klónok bázissorrendjét a Szegedi Biológiai Kutatóközpont Baygen Genomikai Egység határozta meg (Szeged). A kísérleteinkben kapott és a Génbankból származó tobamovírus szekvenciákat az NCBI Blast program segítségével hasonlítottuk össze.

Eredmények és megvitatás

A *Nicotiana tabacum* cv Xanthi-nc és *N. tabacum* cv Samsun dohányokon mutatott tünetek egyértelműen egyedül a tobamovírus jelenlétére utaltak. A Hó F1 fajtaról származó tobamovírusok a P0 patotípusba (TMV-0) tartoztak, mivel csak az Albaregia paprikafajtát fertőzték szisztemikusan. A Fehérözön valamint a Brendon F1 fajtakon lokális nekrotikus lézió volt látható az inokulált leveleken. A Nirvin F1 paprikafajtaról származó minták szisztemikusan fertőzték a Brendon F1 fajtát, ami alapján a P3 patotípusba (TMV-1,2,3) soroltuk ezeket a tobamovírus izolátumokat.

A Nirvin F1 mintákból származó vírusok bázissorrendje a legnagyobb homológiát (99%) egy PMMoV spanyol rezisztenciatoró izolátummal mutatta (Accession No. X72587), ami alapján ezeket a paprika enyhe tarkulás vírus izolátumainak tartjuk. A Hó F1 paprikafajtaról gyűjtött vírusizolátumok a legnagyobb azonosságot (99%) egy TMGMV spanyol izolátummal mutatta (P04/17, Accession No. FN594859). Ezzel elsőként bizonyítottuk a dohány enyhe zöld mozaik vírus (*Tobacco mild green mosaic virus*) hazai előfordulását paprikán.

Hivatkozások

- Bese, G., Krizsbai, L., Horváth, J. and Takács, A. 2012. Resistance breaking strain of *Tomato spotted wilt virus*, (TSWV) on resistant pepper cultivars in Hungary. Internat. Symp. on Current Trends in Plant Protection, Belgrade, Serbia 2012. pp. 239-241.
- Bese, G., Korom, K. K., Kristó, I. és Takács, A. 2014. A paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus* – resistance breaking strain, TSWV-RB) rezisztencia áttörő törzs elterjedésének vizsgálata a Dél-Alföldi régióban. Georgikon for Agriculture, 19, 1:194-198.
- Csilléry, G. és Tóbiás, I. 1983. Magyar és külföldi paprikafajták fenológiai jellemzése és a természetes vírusfertőzöttségének mértéke Nagyszénáson. Kertgazdaság, 17: 79-87.
- Csilléry, G., Tóbiás, I. and Ruskó, J. 1983. New pepper strains of tomato mosaic virus. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 18. (4.) 195-200.
- Csilléry, G., Gáborjányi, R., Tóbiás, I. és Jenser, G. 1995. Új paprika és paradicsom kórokozó. Paradicsom foltos hervadás vírus. Kertészet és Szőlészet, 29:8-9.
- Csilléry, G., Almási, A. and Tóbiás, I. 2012. Occurrence of resistance breaking strain of *Tomato spotted wilt virus* on resistance pepper cultivars in Hungary. The 21st International Pepper Conference, Florida, November 4-6 2012, pp 27.

Csilléry, G., Almási, A., Salánki, K., Palkovics, L. és Tóbiás, I. 2015. Rezisztenciaforrások keresése *Capsicum* fajokban a *Tsw* rezisztenciagént áttörő paradicsom foltos hervadás vírussal szemben. *Növényvédelem*, 51 (5), 211-2014.

Gáborjányi, R., Csilléry, G., Tóbiás, I. and Jenser, G. 1995. Tomato spotted wilt virus: A new threat for pepper production in Hungary. 10th Eucarpia Meeting, Budapest, 159-160

Horváth, J., Kovács, J., Kazinczi, G. and Takács, A. 2004. Reaction of *Capsicum* genotypes to *Obuda pepper virus*, *Tobacco mosaic virus* and *Cucumber mosaic virus*. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 23, 117-120.

Kazinczi, G., Horváth, J., Kovács, J. and Takács, A. 2001. Affinity of the different capsicum genotypes to the resistance breaking strain of potato Y *potyvirus*. EUCARPIA XIth Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Antalya-Turkey 2001. pp. 261-264.

Tóbiás I., Molnár A., Salamon P. és Beczner L. 1978. A paprika-patogén vírusok hatása néhány étkezési paprikafajtára. *Növényvédelem*, 10.(3.) 51-60.

Tóbiás I. és Molnár, A. 1981. A szabadföldi paprika vírusai. *Kert. Egy. Zölds. Int. Tanácsadója*, 9. 26-27.

Tóbiás, I., Maat, D. Z. and 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. and 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. and 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. és Molnár, A. 1983. Az étkezési paprikán előforduló vírustünetek és víruskórokozók Magyarországon. *Kertgazdaság*, 15: 49-55.

Tóbiás, I. and 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, 65.

Tóbiás, I. és Gáborjányi, R. 1985. Víruskutató a rezisztencia-nemesítés szolgálatában. *Kertgazdaság*, 11: 51-53.

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

Zatykó, L., Csilléry, G. and Tóbiás, I. 1983. The role of resistance in the integrated control of diseases and pests in pepper. *Int. Conf. Integr. Plant Prot.*, Budapest, 3: 42-45.

Magyarországon megjelenő új szőlő vírusok azonosítása kis RNS-ek szekvenálásán alapuló metagenomikai módszerekkel

Czotter Nikoletta^{1*}, Molnár János², Deák Tamás³, Tusnády E. Gábor², Kocsis László⁴, Burgán József¹ és Várallyay Éva¹

¹Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet, H-2100 Gödöllő, Szent-Györgyi A. u. 4.

²Enzimológiai intézet, MTA Természettudományi Kutatóközpont, H-1117, Budapest, Magyar Tudósok körútja 2

³Budapesti Corvinus Egyetem, Szőlészeti és Borászati Intézet, Szőlészeti tanszék, H-1118 Budapest, Villányi út 29-43.

⁴Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, H-8360, Deák Ferenc utca 16.

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

Összefoglalás

A szőlőt több, mint 60 vírus és viroid képes megfertőzni, így az ültetvények egészségügyi állapotát alapvetően befolyásolja ezen kórokozókval való fertőzöttségének mértéke. Munkánk során a főbb hazai borvidékeket képviselő termő ültetvényekben a növény védekező folyamatai során keletkező vírus specifikus kis RNS-ek újgenerációs szekvenálásával határoztuk meg az ültetvényekben előforduló vírusokat és viroidokat. A felmérésünk két, hazánkban eddig nem izolált vírus: Szőlő Syrah vírus 1 és Szőlő Pinot gris vírus gyakori elterjedését mutatta ki, mely vírusok jelenlétét RT-PCR reakcióval és hagyományos szekvenálással is visszaigazoltuk.

Kulcsszavak: szőlő, vírus, diagnosztika, kis RNS újgenerációs szekvenálás

Abstract

Among several grapevine infecting pathogens there are more than 60 viruses and viroids. Lifespan of grapevine plantations are greatly influenced by their possible infection with viruses and viroids. In our work instead of traditional virus diagnostics methods we used a basically new strategy to detect virus infection in grapevine: next generation sequencing of virus derived small RNAs. We used this technique to determine the presence of these pathogens in grapevine

plantations from distant part of the country. During our survey we detected widespread distribution of two viruses, never described in our country before: Grapevine Pinot gris virus and Grapevine Syrah virus1. Their presence was validated by RT-PCR and traditional Sanger sequencing.

Keywords: grapevine, virus, diagnostics, smallRNA-NGS

Bevezetés

A szőlőt igen sok kórokozó betegítheti meg, köztük több, mint 60 vírus és viroid (Martelli, 2014). A vírusfertőzések elleni egyetlen hatékony védekezési mód a fertőzés megelőzése lehet. A megelőzés egyrészt a vírusokat terjesztő vektorok elleni védelmet, másrészt az egészséges, vírusmentes szaporítóanyagok alkalmazását jelenti. A szőlőt fajtafenntartás miatt vegetatívan szaporítják, így a legnagyobb fertőzési forrás maga a szaporítóanyag. A megelőzés, azaz az egészséges szaporítóanyag előállításának és alkalmazásának kulcsa a kórokozók kimutatására alkalmazott diagnosztikai módszerek érzékenységében rejlik. A magyarországi hatósági vírus diagnosztika a hagyományosnak mondható fás- és lágyszárú biotesztekre, a vírus köpenyfehérjéjének kimutatására tervezett szerológiai (ELISA), a vírus örökítő anyagának kimutatására használt molekuláris biológiai vizsgálatokra (reverz transzkripciót követő polimeráz láncreakció (RT-PCR), nukleinsav hibridizációs technikák) támaszkodik. Ezen módszerek azonban csak azon ismert vírusok kimutatására alkalmasak, melyek esetében rendelkezésre áll az ELISA vizsgálat esetében a vírus specifikus ellenanyag, molekuláris biológiai módszerek esetében pedig legalább részben ismernünk kell a vírus örökítő anyagának bázissorrendjét.

Az újgenerációs szekvenálások fejlődése és az RNS interferencia folyamatának felderítése teljesen új megközelítési módot nyitott a vírusdiagnosztikában (Pantaleo és mtsai, 2010, Navarro és mtsai, 2009, Giampetrucci mtsai, 2012). Vírusfertőzés során a növény védekező rendszere (RNS interferencia vagy géncsendesítés), olyan specifikus reakciókat indít, melynek eredményeképpen a növény, a fertőző vírust lebontja (Csorba és mtsai, 2009). A lebontás specifikusát a vírus szekvenciájával megegyező szekvenciájú rövid, 21-25nt hosszúságú kisRNS-ek (small interfering RNA – siRNS) adják (Baulcombe, 2004). A siRNS-ek a védekezési reakció során keletkeznek a vírus replikációja során létrejövő duplaszálú RNS-ről a növény egy RN-áz aktivitással rendelkező, DICER enzimének aktivitásának eredményeképpen. A siRNS-ek egyik szála beépül a géncsendesítés végrehajtó komplexébe a RISC (RNA induced silencing complex – RNS indukálta géncsendesítési komplex)-be, ami ezután felismer és hasít minden, olyan RNS-t, amely szekvencia komplementaritást mutat a beépült kisRNS-el. Vírusal, vagy viroiddal fertőzött növényben tehát

jelen vannak a kórokozó szekvenciájával megegyező kis RNS-ek, melyeket klónozni lehet. Az így nyert kisRNS könyvtárban jelenlevő RNS-ek szekvenciája NGS-sel meghatározható (Pantaleo és mtsai, 2010, Navarro és mtsai, 2009). A megközelítés előnye a hagyományos molekuláris biológiai szemlélettel szemben, hogy olyan patogéneket is detektálni tud, amelyeket eddig nem ismertünk, vagy az adott növényen korábban nem kerültek leírásra (Al Rwahnih és mtsai, 2009, Giampetruzzi és mtsai, 2012).

Munkánk során kisRNS-ek újgenerációs szekvenálásával végeztünk vírusdiagnosztikai felmérést Magyarország legfontosabb borvidékeinek szőlőültetvényein, mely során új szőlőről izolált vírusok, a Szőlő Syrah vírus-1 (GSyV-1) és Szőlő Pinot gris (GPGV) vírus széleskörű elterjedését mutattuk ki.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz a szükséges növényanyagot Magyarország 9 különböző borvidékének, 20 mintavételi helyéről, ültetvényenként véletlenszerűen kijelölt 5-10 tőkéről gyűjtöttük be. A növényi minták különböző részeiből (levél, hajtáscsúcs, virág és kacs) RNS-t vontunk ki Gambino és munkatársai (2008) módszere alapján. Az egyes szőlő minták szerveiből kivont RNS-ből egved, illetve ültetvény RNS keveréket, „poolokat” állítottunk elő. Az így kapott ültetvény RNS keverékből az Illumina TrueSeq Small RNA Sample preparation általunk módosított protokollja alapján kisRNS könyvtárat készítettünk, majd a kisRNS könyvtárat Illumina platformon az UD Genomed szekvenálta. A szekvenálás minőségének ellenőrzésére FastQC programot használtunk. Ezt követően eltávolítottuk a primer és adapter szekvenciákat, erre alkalmas a Trimmomatic program alkalmazásával. Annak érdekében, hogy mintáinkban vírusokat azonosíthassunk, felillesztettük őket az NCBI-ből származó vírus eredetű referencia vírusgenomjait tartalmazó adatbázishoz. Az illesztéshez BWA aln módszert alkalmaztunk. A kisRNS szekvenciákat de novo is összeillesztettük hosszabb „kontig” szekvenciákba, 13-as és 15-ös kmer méret beállítás mellett Velvet Software segítségével. A velvet alkalmazás segítségével összeszerelt vírus genomi szekvenciákat Blast program segítségével az NCBI vírus referencia szekvencia adatbázisához illesztettük, hogy beazonosítsuk őket. Az így nyert bioinformatikai eredmények valódiságát molekuláris biológiai módszerekkel kezdtük el visszaigazolni. Ehhez az RNS kivonatokról cDNS-t szintetizáltunk RevertAid kit (RevertAid First Strand cDNA Synthesis kit-Thermo Scientific) segítségével, melyeket templátként használva PCR reakcióval vizsgáltuk az adott vírus jelenlétét irodalomban publikált vírus specifikus diagnosztikai primereket használva GSyV-1 (Al Rwahnih és mtsai, 2009, Sabanadzovic és mtsai, 2009) és GPGV (Glasa és mtsai, 2014) . A kapott termékek egy

részének bázissorrendjét a tisztított PCR termékek hagyományos Sanger szekvenálásával is ellenőriztük.

Megvitatás

Munkánk során, az ország 9 borvidékének, 20 ültetvényének vírusdiagnosztikáját végeztük el kisRNS-ek újgenerációs szekvenálásával. Az általunk használt módszerek segítségével nagy számban tudtunk szőlő mintákból jó minőségű kisRNS könyvtárat készíteni. A nyers szekvenciák trimmelése után átlagosan 8 millió kisRNS szekvenciát, „read”-et, kaptunk könyvtáranként. A referencia adatbázishoz illesztés során magas találatot kaptunk két vírusra, Szőlő Pinot gris (GPGV) és Szőlő Syrah vírus-1 (GSyV-1) vírusokra, melyeket eddig magyarországi szőlő ültetvényeken nem írtak le. A vírusok jelenlétét RT-PCR reakcióval is igazoltuk. A GSyV-1 vírus elterjedtség PCR vizsgálat alapján nem volt jelentős, azonban a szekvenálási adatok a vírus nagyfokú elterjedésre utalnak. A GSyV1 esetében két különböző primerpárral a metiltranszferáz, és a köpenyfehérje gén egy darabját sokszoroztuk és azonosítottuk a vírus specifikus terméket. A legszélesebb körű vírus fertőzöttséget a GPGV mutatta, mind a bioinformatikai eredmények mind a RT-PCR alapján. A GPGV esetében a köpenyfehérje egy darabját sokszoroztuk vírus specifikus indítószekvenciákkal és csupán egy ültetvényt találtunk e vírustól mentesnek.

Következtetések

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a vírus eredetű kisRNS-ek újgenerációs szekvenálása, a bioinformatikai elemzések és a molekuláris biológiai módszerek kombinációja hatékony vírusdiagnosztikát eredményezett. A vírus specifikus kisRNS-ek újgenerációs szekvenálásával azonosítottuk két, Magyarországon eddig ismeretlen vírus előfordulását. Mivel e vírusok elterjedése rendkívül széles körű, a jövőben fokozott figyelmet érdemelnek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Pájtli Éva és Csorba Tibor mintagyűjtésben, Szittyá György és Baksa Ivett kisRNS könyvtár készítésben nyújtott segítségét. Munkánkhoz a KTIA_AIK_12-1-2013-0001 és az OTKA K108718 projekt nyújtott támogatást. Czotter Nikoletta az FM Kutatói utánpótlást elősegítő programjában vesz részt, a Pannon Egyetem Georgikon karán a Festetics Doktori Iskola hallgatója.

Hivatkozások

- Al Rwahnih, M., Daubert, S., Golino, D., Rowhani, A., 2009. Deep sequencing analysis of RNAs from a grapevine showing Syrah decline symptoms reveals a multiple virus infection that includes a novel virus. *Virology*, 387: 395-401.
- Baulcombe, D., 2004. RNA silencing in plants. *Nature*, 431: 356-63.
- Csorba, T., Pantaleo, V., Burgyán, J., 2009. RNA silencing: an antiviral mechanism. *Adv Virus Res*, 75: 35-71.
- Gambino, G., Perrone, I., Griboaud, I., 2008. A Rapid and effective method for RNA extraction from different tissues of grapevine and other woody plants. *Phytochem Anal*, 19: 520-5.
- Giampetruzzi, A., Roumi, V., Roberto, R., Malossini, U., Yoshikawa, N., La Notte, P., Terlizzi, F., Credi, R. and Saldarelli, P. 2012 A new grapevine virus discovered by deep sequencing of virus- and viroid-derived small RNAs in Cv Pinot gris. *Virus research*, 163: 262-268.
- Glasa, M., Predajna, L., Kominek, P., Nagyova, A., Candresse, T. and Olmos, A. 2014 Molecular characterization of divergent grapevine Pinot gris virus isolates and their detection in Slovak and Czech grapevines. *Arch Virol.*, DOI 10.1007/s00705-014-2031-5.
- Martelli, GP., 2014. Directory of Virus and Virus-Like Diseases of the Grapevine and Their Agents. *Journal of Plant Pathology*, 96: 1-136.
- Navarro, B., Pantaleo, V., Gisel, A., Moxon, S., Dalmay, T., Bisztray, G., Di Serio, F., Burgyán, J. 2009 Deep sequencing of viroid-derived small RNAs from grapevine provides new insights on the role of RNA silencing in plant-viroid interaction. *PLoS one*, 4: e7686.
- Pantaleo, V., Saldarelli, P., Miozzi, L., Giampetruzzi, A., Gisel, A., Moxon, S., Dalmay, T., Bisztray and G., Burgyán, J. 2010 Deep sequencing analysis of viral short RNAs from an infected Pinot Noir grapevine. *Virology*, 408: 49-56.
- Sabanadzovic, S., Abou Ghanem-Sabanadzovic, N. and Gorbalenya, A. E. 2009 Permutation of the active site of putative RNA-dependent RNA polymerase in a newly identified species of plant alpha-like virus. *Virology*, 394: 1-7.

Az évjáratok hatása a faszöveti betegségek tüneteinek jelentkezésére, különböző szőlőfajtákon

Jakab Mariann*, Werner János és Csikász-Krizsics Anna

Pécsi Tudományegyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet,

7634 Pécs, Pázmány Péter utca 4.,

**e-mail: jakab.mariann@pte.hu*

Összefoglalás

A szőlőtőkék faszöveti betegségei világszerte jelentős gazdasági kárt okoznak. A Pécsi Tudományegyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében Cabernet sauvignon, Merlot és Cirfandli fajtán, három egymást követő és eltérő jellegű évben vizsgáltuk a fajta és az évjárat hatását a tünet megjelenés gyakoriságára. A legnagyobb tünet gyakoriság a 2014-es, csapadékos évet jellemezte. 2015- ben a krónikus tünet megjelenés volt jellemző, a tünetek nagyrészt teljes tőkére kiterjedően jelentkeztek. Cabernet sauvignon és Cirfandli fajtákon a 2015-ben manifesztálódó tünetek közel 40 százalékát a már az előző évben is diagnosztizált tőkéken figyeltük meg. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az évjárat hatása a fás betegségtünetek gyakoriságára fajtanként eltérő lehet.

Kulcsszavak: Esca/BDA, évjárat, fajta

Abstract

Trunk diseases of grapevine cause significant economic losses worldwide. The effect of vintages (2013-2015) on disease symptom prevalence was studied on three cultivars (Cabernet sauvignon, Merlot and Cirfandli) in the Institute for Viticulture and Enology, University of Pécs. The highest disease symptom rate was monitored in the humid year, 2014. In 2015 the chronic, whole stock symptoms were dominant. In 2015, 40 percent of symptomatic cv. Cabernet sauvignon and cv. Cirfandli stocks showed symptoms already in the former year. Based on our results the vintage dependence of disease symptoms can vary from cultivar to cultivar.

Keywords: Esca/BDA, vintage, cultivar

Bevezetés

A fás részek betegségeit – a kiváltó kórokozók szerint - a következőképpen csoportosíthatjuk: *Phomopsis*-os tökeelhalás, *Eutypa*-s részleges tökeelhalás, *Botryosphaeria*-s - fekete kordonkar elhalás (BDA), fiatal tőkék pusztulását okozó Petri-betegség és az Esca. A BDA kialakulásáért a *Botryosphaeriaceae* családba tartozó kórokozók a felelősek (Lehoczky, 1974). Az Esca betegséget több gomba együtthatása idézi elő, kiemelten a faszövetek barna elszíneződését okozó *Phaeoemoniella clamospora*, *Phaeoacremonium* spp. és a fehér korhadásért felelős *Fomitiporia* spp. (Mugnai és mtsai, 1999). Az Esca típusú megbetegedéseknek közös jellemzője, hogy akut és krónikus megjelenési formájuk is van. Akut forma esetén a betegség gyors lefolyású és elhalással jár. Krónikus esetben a levelek érkező mezőiben kezdetben apró, sárguló pontok láthatók, melyek később nagyobb sárga, kék fajtáknál vörösbarna foltokká fejlődnek, majd ún. „tigriscsíkoság” érkező és levélszél nekrozis jelenik meg (Dula, 2007).

Mugnai és mtsai (1999) 1992-1995 között végzett vizsgálatai alapján a fertőzött növényeknek csak mintegy 3 %-a mutatta az Esca tüneteit mind a 4 évben. A tőkék 11,5 %-án jelentkeztek a tünetek 3, valamint 4,2 %-án a 2 egymást követő évben, a vizsgált állomány 53 %-án pedig csak a 4 év valamelyikében figyeltek meg tüneteket. Surico és mtsai (2000) úgy ítélték meg, hogy egy esős nyár jobban kedvez az Esca krónikus formájának, a forró száraz nyár pedig az akut forma megjelenésének. Munoz és mtsai (2012) spanyolországi tapasztalata szerint az alacsonyabb évi csapadékmennyiséghez alacsonyabb tünet előfordulás társul.

Kutatásunk célja, hogy felderítsük azokat az okokat, amelyek a faszöveti megbetegedések tüneteinek megjelenéséhez hozzájárulnak, ezek ismerete segítséget nyújthat a gazdasági károk mérsékléséhez.

Anyag és módszer

A szőlő fás részeinek betegségei közül az Esca és a BDA fertőzött és tüneteket mutató tőkék felmérésére került sor a Pécsi Tudományegyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Szentmiklós-hegyi Telepén 2013-tól 2015-ig. A két betegség a leveleken szemrevételezéssel el nem különíthető tüneteket mutat, így ezeket együtt értékeltük.

A vizsgált ültetvény 16 éves, közép magas kordon művelésű, 2,2 m x 0,8 m térállású. Vizsgálatainkat Cirfandli, Merlot, Cabernet sauvignon fajtán végeztük. 2013 augusztusában került sor az első felmérésre Cabernet sauvignon fajtán.

Mindhárom fajtán 2014-ben a betegség tüneteket mutató növényeket augusztus- és szeptember végén értékeltük. 2015-ben májustól szeptemberig, minden hónap végén felmértük a levéltünetek alakulását és egy 1-től 6-ig terjedő skála szerint soroltuk be azokat (1. táblázat). Késői tünetként jelöljük a júliustól szeptemberig megjelenő tüneteket.

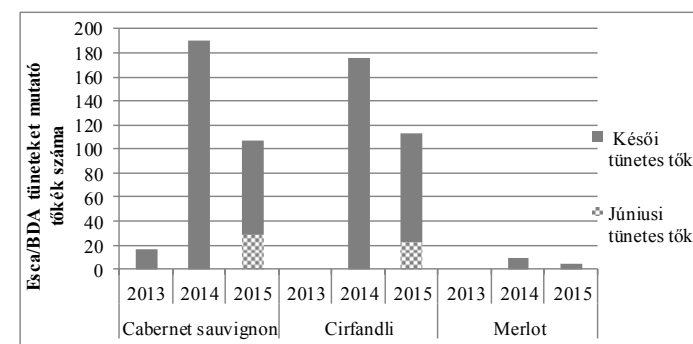
1. táblázat. Esca/BDA tünetek bonitálásánál alkalmazott skála értékek

Skála érték	Tünet megjelenés mértéke	Esca tünet jellege
1	1 termőalapon	krónikus
2	1 termőalapon	akut
3	Fél tőkén	krónikus
4	Fél tőkén	akut
5	Teljes tőkén	krónikus
6	Teljes tőkén	akut

A felvételezést fajtánként eltérő tőkeszámon végeztük, a Cabernet sauvignon fajtánál 900, a Cirfandlinál 825, Merlotnál 600 tőkét értékeltünk. Az eredmények kiértékeléséhez egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk.

Eredmények és megvitatás

A 2013-as aszályos évet egy rendkívül csapadékos év követte, majd a 2015-ös év közepesen csapadékos volt. 2013-ban közel 230 mm csapadékot mértünk a májustól augusztusig terjedő időszakban, 2014-ben ez az érték 538 mm, míg 2015-ben 259 mm volt. Cabernet sauvignon fajtánál a vizsgált három évben a tünetes tőkék megjelenése szignifikáns eltérést mutat az egyes évek között ($p < 0,001$, 1. ábra).

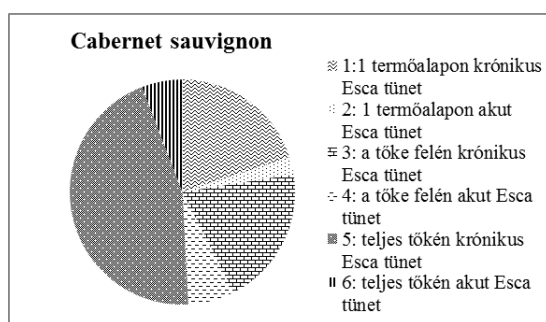


1. ábra. Faszöveti betegség tüneteket mutató tőkék száma 2013- 2015-ben

A 2013-as évben a vizsgált Cabernet sauvignon tőkék 1,7 %-a mutatta a fertőzés tüneteit, míg 2014-ben ez az érték 21,7 %-ra emelkedett, 2015-ben pedig 12,0 % volt. Az Esca és BDA fertőzés levéltüneteinek hasonlósága miatt az elkülönítés alapja legfeljebb a tünetek jelentkezési ideje lehet, mivel a júniusi tünetmegjelenés a BDA-ra jellemző, míg az Esca tünetei július elején kezdenek láthatóvá válni (Mikulás, 2014). 2015-ben a tünetek 26,8 %-a már júniusban jelentkezett a Cabernet sauvignon fajtán, ugyanez az érték a Cirfandlinál 19,4 % volt (1. ábra). Az Intézetben korábban végzett felvételezéseink egyik megállapítása volt, hogy a száraz évet követő csapadékos évjárásban a tünetek megjelenése gyakoribb (FVM SZBKI, 2002). Guérin-Dubrana és mtsai (2013) vizsgálataival összhangban eredményeink arra utalnak, hogy a májustól augusztusig terjedő időszak csapadékviszonyai hatással lehetnek az Esca/BDA tünetek megjelenésének gyakoriságára.

A Merlot fajtánál statisztikailag igazolható eltérést nem találtunk a vizsgált két év felmérései között (1. ábra). A Merlot fajta kevésbé fogékony a faszöveti betegségeket előidéző károkozókra. Pouzoulet és mtsai (2014) megállapításai alapján a kis méretű szállító edénynyalábokkal rendelkező fajták, mint a Merlot gyorsabb és hatékonyabb módon tudják korlátozni a toxinok és gombasejtek terjedését, mint a nagyobb edénynyalábokkal rendelkező fajták (pl. Cabernet sauvignon).

Az Esca/BDA tünetek jellegének és kiterjedésének skála értékkel való jellemzésére is sor került 2015-ben, ennek alapján a Cabernet sauvignon (2. ábra) és Cirfandli fajtákon a teljes tőkén megjelenő krónikus levéltünet (5-ös skála érték) volt a meghatározó. Az akut tünetek megjelenése jelentősen elmaradt a krónikus tünetek megjelenési gyakoriságától, mindkét fajtánál.



2. ábra. Cabernet sauvignon fajta 2015. évi Esca/BDA felvételezésének eredményei, a tünetek jellege és mértéke szerint.

Mind a Cirfandli, mind pedig a Cabernet sauvignon fajtánál a tünetek közel 40 %-a 2015-ben olyan tőkéken jelentkezett, melyek az előző évben is mutatták a betegség jeleit, míg Merlot fajtánál ilyen összefüggéseket nem tapasztaltunk.

Eredményeink alapján kimutattuk a betegségtünetek kifejeződésének évjáratfüggését a betegségre (károkozókra) fogékony két fajta, a Cabernet sauvignon és a Cirfandli esetében, míg Merlot tekintetében nem találtunk összefüggést az évjárati és a tünetmegjelenés között.

Hivatkozások

- Dula, B.-né 2007. A szőlő esca betegsége. Agrofórum 18. évfolyam, Extra 20, 9-10.
- FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs 2002. Környezetkímélő szőlőtermesztési technológia fejlesztése különös tekintettel az Esca kártételének mérséklésére. Beszámoló a kutatási feladat teljesítéséről, Azonosítószám: KF-70.
- Guérin-Dubrana L., Labenne, A., Jean Labrousse, J., C., Bastien, S., Rey, P. and Gégout-Petit, A. 2013. Statistical analysis of grapevine mortality associated with esca or *Eutypa* dieback foliar expression. *Phytopathologia Mediterranea* 52, 2, 276–288
- Lehoczky, J. 1974. Black dead arm disease of grapevine caused by *Bortyosphaeria stevensii* infection. *Acta Phytopathologia Hungarica*, 9, 319-327.
- Mikulás, J. 2014. A szőlőtőkék korai tőkeelhalása. Agrofórum 25. évf. 8. sz. 74-81. o.
- Mugnai L., A. Graniti and G. Surico, 1999. Esca (black measles), and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease*, 83, 288-301.
- Munoz, R.M., Lerma, M.L. and Castillo, P. 2012. Monitoring symptoms of fungal trunk diseases in a vineyard in Manchuela (Spain): six year study. *Phytopathologia Mediterranea* (2012) 51, 2, 410-452.
- Pouzoulet, J., Pivovarov, A., L., Santiago, L., S. and Rolshausen P., E. 2014. Can vessel dimension explain tolerance toward fungal vascular wilt diseases in woody plants? *Frontiers in Plant Science Plant Physiology* 2014 June, Vol. 5 Article 253
- Surico G., G. Marchi, F.J. Ferrandino, P. Braccini, and L. Mugnai, 2000. Analysis of the spatial spread of esca in some Tuscan vineyards (Italy). *Phytopathologia Mediterranea* 39, 211–224.

A szőlő feketerothadás kórokozó áttelelésének megfigyelései és a fungicid védekezés lehetőségei

Nagy Márton^{1*}, Kövics György¹ és Schmidt Ágnes²

¹Debreceni Egyetem Mezőgazdasági,- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növényvédelmi Intézet, Debrecen

²Károsító diagnosztikai osztályvezető, Heves Megyei Kormányhivatal, Növény- és Talajvédelmi
Igazgatósága, Eger

*e-mail: nagynagymarton@gmail.com

Összefoglalás

A laborvizsgálataink legfőbb eredménye, hogy biztonsággal kimondhatjuk, a kitartóképlet több évig is fertőzőképes marad, és a primer fertőzésben a konídiumok is szerepet játszanak. Valószínűnek tartjuk, hogy az áttelelés folyamán nyugvó állapotú képletek figyelhetőek meg a termőtesten belül. Úgy gondoljuk, ez lehet az áttelelő képlet. Ezek átalakulásával hozza létre a gomba tavasszal az ivaros és ivartalan spóráképzőt. A mikrokonidiális, andromorf alak áttelelésben betöltött szerepének meghatározásához további átfogó, korábbra időzített vizsgálatokra van szükség. A növényvédőszer kísérleteink csak kezdeti tapogatózásnak foghatók fel, az információgyűjtést tovább kell folytatni. A kísérletek legfőbb eredménye, hogy biztonsággal kimondhatjuk, a betegség ellen az EU új direktívája szerint engedélyezett Dynali, (amely már úgy kapott a szőlő feketerothadás ellen engedélyt, hogy magyar kísérleti eredmények nem, csak más EU országok eredményei álltak rendelkezésre), kitűnően vizsgázott. A többi készítményhez képest mindkét évben kiemelkedő volt a hatékonysága.

Kulcsszavak: *Guignardia bidwellii*, *Phyllosticta ampellicida*, feketerothadás, áttelelés, fungicid hatékonyság

Abstract

It can be safely claimed that the main result of my laboratory tests, is that the survivor formula remains infectious for several years, and the conidia also plays a role in the primary infection. We think probable that during the overwintering period static formulas can be observed in the

fruiting body. We think this may be the overwintering formula. In spring the fungus creates its sexual and asexual spore-forming during the transformation of these formulas. Further more comprehensive research is needed, which are scheduled earlier, for determining the role of the microconidial (andromorph) forms in the overwintering. The pesticide experiments can be regarded only as initial attempts, the collection of information/data must be continued. It can be safely claimed that the main result of the experiment is that Dynali, which has been recently approved by the new EU directives, proves an excellent antidote against the disease. (Dynali got the permission against the black rot of grapes, although in Hungary there were not any Hungarian experiment results available only data from other EU countries.) Compared to other products its efficiency was outstanding in both years.

Keywords: *Guignardia bidwellii*, *Phyllosticta ampellicida*, black rot, overwintering, fungicidal efficacy

Bevezetés

A szőlő feketerothadása (*Guignardia bidwellii*) 1999. óta van jelen hazánk borvidékein. Országos mértékű megjelenésére és károsítására az igen csapadékos 2010-es évig kellett várni. A feketerothadás optimális környezeti igényei (25 °C, csapadék) hasonlóak a szőlőperonoszpóráéhoz, így nem csoda, hogy nagy kártételeivel a szőlőperonoszpóra járványokkal párhuzamosan találkozhattunk.

Néhány évvel ezelőtt azonban felütötte a fejét a hazai szőlő ültetvényekben is. Hazánkban Mikulás és munkatársai 1999-ben írták le a kórokozót, Kecskeméten, Tokajban és a Balaton-felvidéken. A kórokozó mára megtelepedett hazánkban, és kedvező időjárás esetén számítanunk kell a kártételére. Az okok közül kiemelendő, hogy borvidékeinken még mindig sok az elhanyagolt, műveletlen, metszetlen szőlő, ahol a károsító kontroll nélkül szaporodhat (felhalmozódott fertőzési potenciál). Másrészt a védekezési technológiák változása okozhatta, hogy pl. 2010-ben egyébként a többi károsító ellen jól védett szőlőültetvényekben is megjelent. A szőlő feketerothadás kórokozójának hazai megjelenése az utóbbi másfél évtizedben egy új, megoldandó probléma elé állította a növényvédő szakembereket. Az Észak-Amerikai eredmények nem mindig adaptálhatók kritika nélkül, Európa többi része pedig, hozzánk hasonlóan a kutatások elején tart. A betegségről hazai megfigyelésekkel és eredményekkel még nem rendelkezünk, hiányosak az ismereteink mind mikológiai, mind védekezési szempontból. A hathatós növényvédelemhez viszont a tudományos és a gyakorlati ismeretek komplex birtoklása

és alkalmazása szükséges. Úgy gondoljuk, fontos mind a két terület megerősítése, ezért választottuk ezt a kétoldali megközelítést.

Anyag és módszer

Munkánk során a Heves Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága Károsító Diagnosztikai Osztálya (HMK NTI KDO) szőlő feketerothadás elleni szabadföldi kísérleteinek eredményeit dolgoztuk fel, másrészt a *Guignardia bidwellii* kórokozó áttelelésének módját vizsgáltam 2014 őszétől 2015. áprilisig. A szabadföldi vizsgálatokat Heves megyében, Demjén község határában a Szőlőhegy dűlőben állították be. A kísérlet két évben, 2013-ban és 2014-ben folyt. A 2013-as kísérlet még csak az osztály saját vállalású fejlesztési kísérlete volt. 2014-ben már a BASF Hungária Kft. megrendelésére, engedélyezési kísérlet formájában folytak a munkák. A kísérleti eredményeket a HMK NTI KDO és a BASF Hungária Kft. hozzájáruló engedélyével közöljük.

Az áttelelés módjának vizsgálatához szőlő feketerothadás termőképleteit tartalmazó, összetöppedt szőlő bogyókat, úgynevezett gyümölcsmúmiákat használtunk. A kísérletbe két forrásból származó gyümölcsmúmiákat vontunk be. Egyrészt a 2013-ban fertőződött, később 2014 tavaszán begyűjtött anyagot szobahőmérsékleten, szárazon tároltuk, majd 2014. őszén ismét kihelyeztük a szabadba. Másrészt a 2014-ben fertőződött gyümölcsmúmiákat természetes körülmények között a tőkéken teleltettük át. A begyűjtött mintákat két alkalommal, mikroszkópos vizsgálattal tanulmányoztuk. Ősszel 2014.november.18.-án, valamint tavasszal 2015.április.13.-án. Az alkalmazott vizsgálati metodika során mintánként 4-4 fűtről, 5-5 szem került izolálásra. Szemenként 5-5 termőtest, azaz összesen mintánként 100 termőtest részletes mikroszkópos vizsgálatára került sor.

A növényvédőszer vizsgálat 2013-as kísérlete során a parcellák mérete 7,2 x 3 méter volt (6 tőke, egy sorban), 4 ismétlésben, véletlen elrendezéssel. A vizsgálat során alkalmazott kezelések: kontroll, Dynali (standard kontroll), Topas, Systhane Duplo, Cabrio Top, Collis, Cantus.

A 2014-es kísérletben a parcellák mérete 14,4 x 3 méter volt (12 tőke, egy sorban), 4 ismétlésben, véletlen elrendezéssel. A vizsgált kezelések: kontroll, Dynali (standard kontroll), Topas, Cabrio Top, Enervin, Collis, Enervin+Collis.

A permetezések három alkalommal, 14 nap különbséggel történtek. Az értékelés pedig véletlenszerűen kiválasztott 100 levél és 100 fűtről történt. A minták vizsgálati során megtörtént a fertőzés gyakoriságának és fertőzés erősségének értékelése.

Eredmények

Az őszi laborvizsgálatok során a termőtestekben értékelhetően csak konídiumok voltak jelen, aszkuszok egyáltalán nem. A 2013-ban fertőződött minta termőtesteinek tartalma: konídium 6%, konídiumszerű képlet 7%, statikus nyugvó elem 87%. A 2014-ben fertőződött minta termőtesteinek tartalma: konídium 11%, konídium szerű képlet 5%, statikus nyugvó elem 84%.

A tavaszi laborvizsgálatok során a termőtestekben már megjelentek az aszkuszok, de a konídiumok száma is jelentősen növekedett. A 2013-as minta termőtesteinek tartalma: aszkusz 28%, aszkusz-kezdemény 1%, konídium 17%, konídiumszerű képlet 3%, statikus nyugvó elem 51%. A 2015-ös minta termőtesteinek tartalma: aszkusz 41%, aszkusz-kezdemény 3%, konídium 34%, konídium-szerű képlet 6%, statikus nyugvó elem 16%.

A fungicid hatékonyság vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a levélfertőzéssel szemben nagyon hatékony volt minden kezelés, de a kezeletlen levelek sem fertőződtek erősen. A fűrtfertőzés alapján már különbségeket lehet tenni a kezelések között. A legalacsonyabb fertőzés a standard kontroll Dynali-val kezelt parcellákon volt. Ezt megközelítette a Topas 100 EC és a Cabrio Top hatása, de a Systhane Duplo, a Collis és a Cantus kezelés hatására 1 %-nál nagyobb veszteség következett be.

2014-ben a fungicid hatékonyság vizsgálat során azt tapasztaltuk, hogy a leveleken a tavaszi fertőzéshez képest nem volt jelentős a fertőzés emelkedése, az értékelés a kezeletlen parcellához képest sem mutatott szignifikáns eltérést. A fűrtökön minden kezelésnek volt feketerothadás elleni hatása a kezeletlenhez képest. A kezelések között a fertőzés gyakorisága alapján van kimutatható különbség. A leghatásosabb kezelés a standard készítmény a Dynali (0,65 l/ha) volt. Ettől szignifikánsan nem különbözik a Cabrio Top (2,0 kg/ha) hatása. A többi kezelés hatékonysága a Topas 100 EC (0,3 l/ha), Enervin (2,5 kg/ha), Collis SC (0,4 l/ha) ill. a Collis SC és az Enervin kombinációja, a Dynali és a Cabrio Top kezelésnél szignifikánsan rosszabb volt.

Megvitatás

A szőlő feketerothadás kórokozójának átteleléséről a szakirodalmi források eltérően nyilatkoznak. Általában annyit említenek meg, hogy az ivaros termőtest a pszeudotécium telel (Person & Goheen 1990). Vannak azonban olyan szakirodalmi utalások, amelyek a tavaszi időszakra teszik a pszeudotécium kialakulását és néhol megemlítik, hogy ezzel együtt valószínűleg a piknídiumos alak is részt vesz a primer fertőzésben (Ward & Kaiser 2012). A gombák spórákkal terjednek, a tenyészidő alatt lefűződéssel létrejövő ivartalan szaporítósejtekkel

(konídiumokkal), a tenyésztés végén, az ivaros úton képződött áttelelő (aszko-, nyugvó-) spórával (Hoffmann et al., 1976).

A szőlő feketerothadás elleni védekezésre jelenleg csak egyetlen növényvédőszer van engedélyezve Magyarországon, a difenokonazol+cyflufenamid hatóanyagú Dynali. A szakirodalom több, Magyarországon szőlőlisztharmat vagy szőlőperonoszpóra ellen engedélyezett hatóanyag esetében említi a szőlő feketerothadás elleni hatást, de hazai megfigyelési adatokkal nem rendelkezünk és korábban célzott kísérletek sem voltak a kórokozó elleni hatékonyság elbírálására.

Köszönetnyilvánítás

A BASF Hungária Kft.-nek a növényvédőszer kísérleti adatok rendelkezésünkre bocsájtásáért.

Hivatkozások

- Person, R. C., and Goheen, A. C. 1990. Compendium of Grape Diseases - The American Phytopathological Society USA Minnesota 15-16.
- Ward, N. A., and Kaiser C. A. 2012. Black Rot of Grape - UK Cooperative Extension Service University of Kentucky - College of Agriculture - Sheet No. PPFS-FR-S-16.
- Mikulás J., Lázár J. és Nyesti P. 1999. Hazai szőlőültetvényeink új gombabetegségének jelentősége Tokaj-hegyalján - 4. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 1999. november 3-4. Debrecen 25.
- Hoffmann, G. H., Nienhaus, N., Schönbeck, F. and Welzien, H. C. 1976. Lehrbuch der Phytomedizin. Verlag P. Parey, Berlin, Hamburg. (Fordította: Zanathy Gábor és Kurtán Sándor 2008.)

Cukorrépaajták rezisztenciavizsgálata a késői gyökérrothadással (*Rhizoctonia solani* Kühn) szemben szabadföldi provokációs kísérletekben, 2014-2015

Gergely László^{1*}, Potyondi László², Kimmel János³ és Horpácsi-Zsulya Ágnes⁴

^{1,4}Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 1024 Budapest, Keleti Károly u. 24.

^{2,3}BETA Kutató Intézet Nonprofit Kft., 9463 Sopronhorpács

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

Összefoglalás

2014-ben és 2015-ben 16 cukorrépa-genotípus ellenálló képességét vizsgáltuk a késői gyökérrothadással (*Rhizoctonia solani* AG 2-2) szemben, szabadföldi provokációs kísérletekben.

A rezisztencia/fogékonyság megállapítását a két fő betegségformával (tőpusztulás, gyökérrothadás) szembeni viselkedés összevont értékelésével végeztük el. A vizsgált genotípusokból 12 bizonyult rezisztensnek, a standard Predator fajta közepes fogékonyságot mutatott, míg 3 genotípusnál különböző mértékű fogékonyságot regisztráltunk. Az alkalmazott vizsgálati módszerrel megbízhatóan és jól reprodukálhatóan értékelhető a cukorrépaajták rizikótniás gyökérrothadással szembeni ellenállósága.

Kulcsszavak: cukorrépaajták rezisztenciavizsgálata, *Rhizoctonia solani*, provokációs kísérlet, mesterséges fertőzés

Abstract

The resistance / susceptibility of 16 sugar beet genotypes was assessed to the late root rot pathogen (*Rhizoctonia solani* AG 2-2) in field provocation trials in 2014 and 2015. The behaviour of varieties was evaluated on the basis of two main disease-types (wilt and early dying, severity of root rot on the surviving plants). Of the genotypes tested 12 proved to be resistant, one standard variety (Predator) performed as an intermediate-type and 3 indicated susceptibility of different level. Applying the inoculation method described in this paper the

resistance of sugar beet genotypes to *Rhizoctonia* root rot can be tested in a reliable and well-reproducible way.

Keywords: testing for resistance of sugar beet varieties, *Rhizoctonia solani*, provocation trial, inoculation

Bevezetés

Magyarországon a cukorrépa gazdaságilag legfontosabb betegségei a vírusos eredetű rizománia (kórokozó: *beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) és a gomba okozta cercosporás levélruga (*Cercospora beticola*). Ennek megfelelően 2005-óta csak rizománia-toleráns cukorrépa fajta kaphat állami elismerést, s emellett a cercosporás levélfoltosságra nagyon fogékony fajtajelöltek is kizárhatók a fajtaelismerésből (Gergely és Horpácsi-Zsulya, 2012).

A fenti betegségeken kívül, különösen a meleg, záporokkal tarkított nyarakon és öntözött természetben, az ún. késői gyökérrohadás is érzékeny károkat okozhat.

A betegség kiváltója egy tipikusan talajlakó gomba, a *Rhizoctonia solani* (teleomorph: *Thanatephorus cucumeris*), melynek áttelelése és szaprofitonként való túlélése a talajban lévő szerves anyagokon hosszú időszakon át biztosított (Harveson, 2013). Több mint 500 gazdanövényét írták le, köztük a burgonyát, lucernát, vörösherét, kukoricát, szóját és számos gyomnövényt.

A legsúlyosabb kártétel a rossz vízgazdálkodású, pangó vizes talajokon szokott bekövetkezni, amikor a talajhőmérséklet eléri a 25-33 °C-ot. A gomba az egész tenyésztési időszakban megtámadhatja a cukorrépa, kelés utáni fertőzése *palántadőlést* vagy *szártőfekélyt* okozhat. Gyakori betegségforma a *gyökérnyak (korona)- és gyökérrohadás* is, amely Európában a termőterület 5-10 %-án, az Egyesült Államokban pedig közel 25 %-án okoz károkat s mindkét kontinensen terjedőben van (Jacobsen, 2006). A rizoktoniás gyökérrohadás okozta kártételt 2015-ben egy Hajdúszoboszló környéki fajtakísérletben és üzemi táblán is észleltük.

A betegség nyomán bekövetkező veszteség a gyökértermésben 2-től több mint 50 %-ig terjedhet és a cukortartalom csökkenésén kívül, a Na-, K-, és alfa-amino-N- tartalom növekedése révén, minőségi kárral is jár.

A vegyszeres védekezés nem megoldott, ezért az integrált védelemben az agrotechnikai- és a genetikai módszerek alkalmazása kerül előtérbe (vetésforgó nem gazda növényfajokkal, okszerű talajműveléssel jó talajszerkezet kialakítása, a túlnövekedés kerülése, a növény igényeihez igazodó tápanyag-ellátás, gyomirtás, rezisztens fajták termesztése).

Az utóbbi évtizedben egyes nemesítőházak jelentős erőfeszítéseket tesznek rizoktonia-ellenálló fajták előállítására mind az Egyesült Államokban, mind pedig Európában. Egy Németország déli részén beállított kétéves kísérletben (2001-2002) a fajtának és a vetésforgónak volt a legnagyobb hatása a megbetegedés súlyosságára és a cukortermésre (Buhre et. al, 2009). Az Egyesült Államokban az FC 709-2 jelű cukorrépa-vonalat ellenállónak találták a *R. solani* AG 2-2 IIIB kilenc törzsével szemben (Strausbaugh et. al., 2013).

Anyag és módszer

2014-ben és 2015-ben összesen 16 cukorrépa fajta ellenálló képességét vizsgáltuk szabadföldi provokációs kísérletekben, Sopronhorpácson.

Kísérlet típusa: kiscellás, 3 ismétléses, véletlenblokk-elrendezésű kísérlet

Parcellaméret: 6,75 m² (3 soros parcellák, 60 növény parcellánként)

Provokációs módszer: mesterséges fertőzés

Felhasznált kórokozó / törzs: *Rhizoctonia solani* AG 2-2

A fertőző anyag előállítása: a kórokozó fenntartását PDA táptalajon végeztük, a felszaporítás árpaszemeken történt, amit levegőn való szárítás és darálás követett.

A mesterséges fertőzés ideje és módja: a növényeket június utolsó dekádjában fertőztük, amikor az inokuláció szolgáló darálékot egyenként, a növények koronarészére juttattuk ki (3 g/ növény).

A rezisztencia / fogékonyság értékelésének módja:

A fajtajelöltek fertőzöttségét két betegségforma alapján állapítottuk meg: a töpusztulás gyakoriságának meghatározásával (*fertőzött db %*) és a túlélő növények kiemelt répatestén a megbetegedés súlyosságának bonitálásával (*fertőzött répafelület %*).

A fajtajelölteket és a kontroll illetve standard fajtákat mindkét betegségforma alapján 5 rezisztencia-kategóriába soroltuk be a fertőzöttségük kísérleti átlagtól való eltérése alapján (Hinfner és Homonnay, 1966).

A kísérleti átlagot bázisnak (100 %-nak) tekintve, egy adott fajtajelölt:

- (1) rezisztens, ha fertőzöttsége nem haladja meg a kísérleti átlag értékének 25 %-át,
- (2) mérsékelten rezisztens, ha fertőzöttsége a kísérleti átlag értékének 25,1 - 75,0 %-a,
- (3) közepesen fogékony, ha fertőzöttsége a kísérleti átlag értékének 75,1 - 125,0 %-a,
- (4) fogékony, ha fertőzöttsége a kísérleti átlag értékének 125,1 - 175,0 %-a, és
- (5) nagyon fogékony, ha fertőzöttsége meghaladja a kísérleti átlag értékének 175,0 %-át.

A fajtajelöltek végső növénykörtani értékelését a két betegségformára meghatározott rezisztencia-kategóriák összevonásával állapítottuk meg.

Rizoktónia-rezisztens genotípusoknak az 1-es és 2-es kategóriába sorolt fajtajelölteket fogadjuk el. Ha a rezisztensnek bizonyuló fajtajelöltek gyökértermése nem tér el szignifikánsan a standard fajták átlagától, kedvező rezisztencia-szintjük okán állami elismerésben részesülhetnek.

Eredmények és megvitatás

A kétéves rezisztenciavizsgálat eredményeit az 1. és 2. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. Cukorrépaajták késői gyökérrohadás-fertőzöttsége provokációs kísérletben, 2014

Fajta	<i>Rhizoctonia solani</i> AG 2-2				Minősítés (1 – 5) K
	Tőpusztulás (db %)	K	Gyökérrohadás (ff %)	K	
Predator st.	7,9	3	12,7	2	2
Gazeta (RK)	1,7	1	10,5	2	1
HI 1381 (FK)	16,7	5	41,1	5	5
Fajtajelölt-1	2,1	1	6,3	2	1
Fajtajelölt-2	3,3	2	9,9	2	2
Fajtajelölt-3	2,1	1	11,0	2	1
Fajtajelölt-4	2,5	2	8,5	2	2
Fajtajelölt-5	2,9	2	14,3	3	2
Fajtajelölt-6	48,3	5	62,8	5	5
Fajtajelölt-7	4,6	2	9,4	2	2
Fajtajelölt-8	16,3	4	31,7	4	4
Fajtajelölt-9	5,0	2	5,7	2	2
átlag	9,5		18,7		2,4

Az értékelés ideje: 2014.10.20. 2014.11.05-06.

Megjegyzés: st. = standard fajta, RK = rezisztens kontroll, FK = fogékony kontroll

db % = fertőzött db %, ff % = fertőzött répa felület %, K = rezisztencia-kategória

2. táblázat. Cukorrépaajták késői gyökérrohadás-fertőzöttsége provokációs kísérletben, 2015

Fajta	<i>Rhizoctonia solani</i> AG 2-2				Minősítés (1 – 5) K
	Tőpusztulás (db %)	K	Gyökérrohadás (ff %)	K	
Predator st.	27,0	4	43,8	4	4
Rotastart st.	36,0	5	37,1	4	4
Asketa	5,0	2	22,1	2	2
Gazeta (RK)	7,0	2	19,5	2	2
HI 1381 (FK)	54,0	5	70,4	5	5
Fajtajelölt-1	3,0	1	22,1	2	1
Fajtajelölt-2	4,0	1	16,6	2	1
Fajtajelölt-3	4,0	1	17,4	2	1
Fajtajelölt-4	6,0	2	17,1	2	2
átlag	16,2		29,6		2,4

Az értékelés ideje: 2015.08.11.

2015.10.26-27.

Megjegyzés: st. = standard fajta, RK = rezisztens kontroll, FK = fogékony kontroll

db % = fertőzött db %, ff % = fertőzött répa felület %, K = rezisztencia-kategória

A rezisztencia-vizsgálatok fontosabb eredményei:

- A vizsgált összes genotípus (n = 16) közül 12- nél tudtuk igazolni a megfelelő szintű ellenállóságot (K = 1 és 2), ugyanakkor 3 genotípus különböző fokú fogékonyt mutatott (K = 4 és 5).
- A kísérletben szereplő standard fajtánál (Predator) közepes ellenállóságot regisztráltunk, az Asketa fajta pedig mérsékelt rezisztensnek bizonyult.
- A rezisztens kontroll fajtánál (Gazeta) 2 év átlagában a tőpusztulás- és a gyökérrohadás-fertőzöttség 4,4 db %-ot, illetve 15 felület %-ot tett ki, szemben a fogékony kontroll 35,4 db %-os, illetve 55,8 felület %-os értékeivel.

Az USA-ban az ún. részleges ellenállóságot hordozó fajták nem tudtak elterjedni a köztermesztésben, mert 10-20 %-kal kisebbnek bizonyult a termőképességük a bevált és elterjedt kereskedelmi fajtáknál. Ugyanakkor néhány újabb fajta termőképessége már megközelíti a legnépszerűbb fajták termésszintjét (Jacobsen et al., 2005).

Öröndetes, hogy az általunk vizsgált, rizoktónia-rezisztensnek bizonyult 2. éves fajtajelöltek közül egynek a kinyerhető cukortermése meghaladja a kísérleti standard fajták átlagát, és három további fajtajelölt termőképessége sem tér el szignifikánsan a standardok átlagától.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Fekete László Adorjának, a Syngenta Seeds Kft. képviselőjének a kontroll fajták vetőmagjának rendelkezésükre bocsátásáért.

Hivatkozások

- Buhre, C., Kluth, C., Bürcky K., Marlander, B. and Varrelmann, M. 2009. Integrated control of root and crown rot in sugar beet: Combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage, *Plant Disease* (93) 2: 155-161.
- Gergely L. és Horpácsi-Zsulya Á. 2012. Cukorrépa fajták betegség-ellenállóságának vizsgálata az állami fajtaelismerés rendszerében, *Agrofórum* (7):18-20.
- Gergely L. 2013. A cukorrépa fontosabb betegségei és az integrált védelem lehetőségei, *Agrofórum* (4): 27-31.
- Harveson, R. M. 2013. Rhizoctonia, the first root rot disease pathogen, Univ. of Nebraska, Plant Path. Dept.
- Hinfner K. és Homonnay F. 1966. A répa betegségei és kártevői, Növényvédelmi zsebatlasz 6., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 157-158.
- Jacobsen, B. J., Kephart K., Zidack N., Johnston M. and Ansley J. 2005. Effect of fungicide and fungicide application timing on reducing yield loss to Rhizoctonia crown and root rot, *Sugar beet Research and Extension Reports*, 35: 224-226.
- Jacobsen, B. J. 2006. Root rot diseases of sugar beet. *Proc. Intern. Symp. on Sugar Beet*. Novi Sad, 110: 9-19.
- Strausbaugh, C. A., Enjayl, I. A. and Panella, L. W. 2013. Interaction of sugar beet host resistance and *Rhizoctonia solani* AG- 2-2 IIIB strains, *Plant Disease* 97: 1175-1180.

Az őszi búza aszkohítás levélfoltosság szerepe a levélfoltosság szindrómában és a védekezés lehetőségei

Horváth Eszter^{1*}, Varga Zsolt² és Takács András Péter¹

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

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

*e-mail: horvath.eszter001@gmail.com

Összefoglalás

2012 novemberében őszi búza területeinken, Veszprém-Gyulafirátót határában, szokatlan jelenséget tapasztaltunk. A búzánövények vontatottan fejlődtek, egyértelműen kirajzolódó, barnuló levéltüneteket produkáltak, majd a levelek leszáradtak. A területeken a kár felderítése céljából szemlét tartottunk, a tüneteket mutató növényekről levélmintákat gyűjtöttünk, amelyekről az *Ascochyta* sp. gombafajt azonosítottunk. Már az őszi mintákban nagy tömegű szaporítóképletek (piknidiumok) voltak megfigyelhetők, majd 2013 tavaszán további fertőzéseket észleltünk. 2014 tavaszán a levélfoltosság kórokozók ellen gombaölő szerek védekezési kísérletet állítottunk be. A betegség a tavaszi periódusban is jelentkezett az üzemi fungicid kezelésekkel történő összehasonlító vizsgálatokban, és ennek során is kimutatható volt az *Ascochyta* sp. gomba kártétele.

Kulcsszavak: őszi búza, fertőzés, levélfoltosság, *Ascochyta* sp.

Abstract

Unusual symptoms of winter wheats has been observed in Veszprém-Gyulafirátót areas in November 2012. Infected plants grewed slowly and produced browning leaf symptoms, then the leaves withered. In order to detect the pathogen symptom bearing leaves were collected. After microscopical studies *Ascochyta* sp. was identified. Picnidia were observed in the autumn samples, and in the spring period additional infections were detected. In 2014 fungicide trials were carried out against the leaf spot pathogens. The leaf spot disease occurred in the spring even in the treated plots, and the *Ascochyta* as causal agent was also detected.

Keywords: winter wheat, infection, leaf spot, *Ascochyta* sp.

Bevezetés

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) levéltettségéiért felelős kórokozók súlyos termésvesztést (2-50%) okozhatnak, ezért kiemelkedő jelentőséggel bírnak. A levéltettség veszélyeztetésében a levélfoltosság szindrómát több kórokozó gombafaj okozza. A nekrotrof kórokozók által okozott tünetek megjelölésére a „levélfoltosságok” megnevezést alkalmazzuk, amely a levélfoltosságot okozó gombafajok által előidézett tünetek mindegyikét magában foglalja (Csösz, 2006). A levéltettség nagyfokú károsításában meghatározó fajok a sárga levélfoltosság, (*Drechslera tritici-repentis* teleomorf: *Pyrenophora tritici-repentis*) (Bakonyi, 1994) és a szeptóriás levélfoltosság, (*Septoria tritici* teleomorf: *Mycosphaerella graminicola*) (Csösz, 2006). A szeptóriás levél- és pelyvafoltosság, (*Stagonospora nodorum* teleomorf: *Phaeosphaeria nodorum*) szintén jelentős kórokozó a levélfoltosság szindróma kialakításában (Mesterházy, 1974). A barna levélfoltosság, (*Bipolaris sorokiniana* teleomorf: *Cochliobolus sativus*) is az őszi búza levélfoltosságot okozó kórokozói közé tartozik (Csösz, 2007). Az *Ascochyta* fajok (teleomorf: *Didymella* sp.) őszi búzán történő károsításáról, a kártétel és a fertőzés nagyságrendjéről kevés az információ. Az *Ascochyta* gombafajok a *Poaceae* növény család számos fajtát fertőzik, köztük a termesztett gabonaféléket is, ezért a levélfoltosság szindróma kialakulásában fontos szerepet játszhatnak (Sprague - Johnson 1950; Ubrizsy 1965; Scharen - Krupinsky, 1971; Punithalingam 1979). A pázsitfűféle növényeket több *Ascochyta* faj (teleomorf: *Didymella* sp.) fertőzheti. Punithalingam, (1979) a különböző pázsitfűvekről 41 *Ascochyta* fajt nevez meg, melyeken belül a gabonaféléket fertőző fajok száma ma is vitatott. Az *Ascochyta* fajok őszi búzán történő károsításáról kevés adat áll rendelkezésre, valamint az őszi búzán károsító fajok száma ma is vitatott. Szakirodalmi adatok - Sprague, (1950); Ubrizsy, (1965); Scharen és Krupinsky, (1971); Punithalingam, (1979); Huftalen és Bergstrom, (1986), Perelló és Morerio, (2003) - alapján a fontosabb fajok a következők: *Ascochyta avenae*, *Ascochyta graminicola*, *Ascochyta sorghi*, *Ascochyta tritici*, *Ascochyta hordei*. Az őszi búzán Wiese (1987) az *Ascochyta tritici*, *Ascochyta graminicola*, és *Ascochyta sorghi* fajok előfordulását jelzi. A levélfoltosság kórokozói ellen beállított, nagyparcellás gombaölő szeres kísérletben vizsgáltuk a különböző hatóanyagú fungicidek hatékonyságát a levélfoltosság szindróma ellen, kiemelt figyelmet fordítva az aszkohítás levélfoltosság (*Ascochyta* sp.) fertőzésben betöltött szerepére.

Anyag és módszer

A kísérlet Veszprém-Gyulafrátóton került beállításra, ahol 7 parcellát jelöltünk ki soros elrendezésben, melyek közül egy parcella kezeletlen kontroll volt, a maradék 6 parcella különböző hatóanyagú fungicides állománykezelésben részesült (1. táblázat). A kezelt parcellák mérete 1 ha volt. Az első gombaölő szeres kezelést mindegyik parcella 2014.03.21.-én epoxikonazol+fenpropimorf hatóanyag tartalmú készítménnyel (Tango Star) történt 1 l/ha-os dózisban. Ekkor az őszi búza 3-4 oldalhajtásos fejlettségi állapotban volt (BBCH 23-24). A második kezelésre 2014.04.24.-én, az őszi búza kétnóduszos fenológiai stádiumában (BBCH 32) került sor. A harmadik kezelést 2014.05.20.-án, kalászhányás végén - virágzás elején (BBCH 59-61) végeztük el. A vizsgálat során triazol és strobilurin származékokat, valamint ezek kombinációit és foszfonát bázisú lombtrágyákat alkalmaztuk. Az értékelés bonitálási skála alapján a fertőzöttségi index megállapításával történt. Parcellánként 200 véletlenszerűen kiválasztott produktív hajtást vizsgáltunk meg a lombfertőzöttség mértékének megállapítására a felső három levélemeleten. Az első értékelésre a második fungicides kezelést követő 19. nap (2014.05.13.), a második értékelésre a harmadik fungicides kezelést követő 13. nap (2014.06.02.) került sor. A fungicides kezeléseket hatékonyságát a betakarításkor mért terméseredmények rögzítésével is értékeltük (2014.07.05). A bonitálás során begyűjtött, fertőzött őszi búza levélmintákat természetes megvilágítás mellett 48 óráig nedveskamrában inkubáltuk, majd sztereo - és fénymikroszkóppal végzett vizsgálatok során határoztuk meg a levélfoltosság szindrómában előforduló kórokozókat, és ezek dominancia viszonyait.

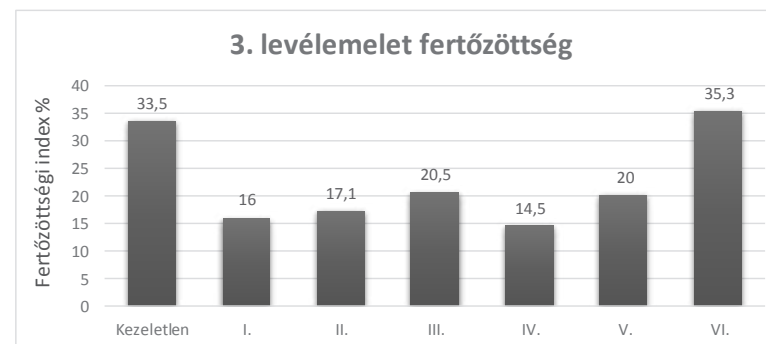
1. táblázat. A gombaölő szeres kísérletben felhasznált fungicidek

Kezelt területek fungicides technológiája	Dózis (l/ha)	Kezelés időpontja
Kezeletlen kontroll	-	-
I. 166g/l tebukonazol+50 g/l bixafén (Zantara) 224g/l spiroxamin+148g/l tebukonazol+53g/l protioikonazol (Falcon Pro)	1 1	2014.04.24. (BBCH 32) 2014.05.20. (BBCH 59-61)
II. 125g/l epoxikonazol (Rubric) 125g/l epoxikonazol+250g/l tebukonazol (Rubric+Riza 250 EW)	1 1+1	
III. 125 g/l epoxikonazol (Rubric)+Plantafosz Réz 250g/l tebukonazol (Riza 250 EW)+Plantafosz Universal	1+3 1+3	
IV. 250g/l azoxistrobin (Amistar) 250g/l tebukonazol (Riza 250 EW) +Plantafosz Universal	1 1+3	
V. 250g/l azoxistrobin (Amistar)+250g/l tebukonazol (Riza 250 EW) 224g/l spiroxamin+ 148 g/l tebukonazol+53 g/l protioikonazol (Falcon Pro)	1+1 1	
VI. 250g/l tebukonazol (Riza 250 EW) 166g/l tebukonazol+50 g/l bixafén (Zantara)	1 1	

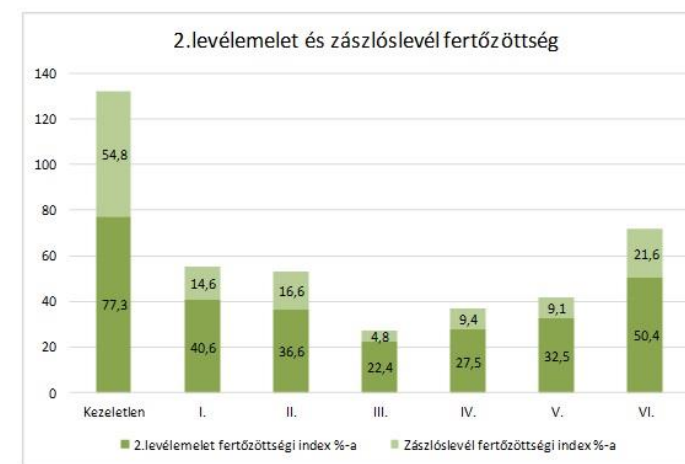
Eredmények

2014 tavaszán az értékelés során begyűjtött, fertőzött levélmintákon az aszkohítás és a szeptóriás levélfoltosság volt kimutatható. Mindkét kórokozó a piknidiomos gombák közé tartozik. Az általunk vizsgált *Ascochyta* gombafaj piknidiomai gömbölyűek, levélszövetbe ágyazottak, a *Septoria tritici* piknidiomainál sötétebb színűek. A *Septoria tritici* fonálszerű, több válaszfalal rendelkező, kihegyesedő csúcsú konidiumai jól megkülönböztethetők az *Ascochyta* gombafaj kétsejtű piknokonidiumaitól. Korai stádiumban az aszkohítás levélfoltosság jól felismerhető sötét szegélyű, világos közepű foltjairól. Ezzel szemben a szeptóriás levélfoltosságra a sárguló, klorotikus, majd barnuló foltok a jellemzőek világos szegéllyel, melynek oldalai csaknem párhuzamosak. Az első értékeléskor a zászlóslevél és a 2. levélemelet egészséges volt, értékelés felülről a 3. levélszinten történt (1. ábra). A szedett minták analízisa során a levélfoltosság szindrómát okozó kórokozók közül túlsúlyban a *Septoria tritici*-t

azonosítottuk (85%), az *Ascochyta* sp. 15%-ban volt jelen. A második értékeléskor szintén a *Septoria tritici* túlsúlya volt tapasztalható. Az *Ascochyta* sp. 5-7 %-os jelenléte figyelhető meg a levélfoltosság tünetekben. Az értékelés a zászlóslevélen és a második levélemeleten történt (2. ábra). A zászlós levél épen tartása érdekében a triazol származékok foszfonát lombtrágyával végzett kombinációja adta a legjobb eredményt.



1. ábra. Harmadik levélemelet fertőzöttségi index %-ának alakulása a gombaölő szeres kísérletben. (Az egyes kezeléseket az első táblázat tartalmazza).



2. ábra. Második levélemelet és a zászlóslevél fertőzöttségi index %-ának alakulása a gombaölő szeres kísérletben. (Az egyes kezeléseket az első táblázat tartalmazza)

Megvitatás

A levélfoltosság szindróma elleni védekezésben az agrotechnikai, genetikai és kémiai növényvédelem lehetőségeit együttesen kell felhasználni. A betegség kialakulás megelőzésében és a fertőzés mérséklésében nagyon fontos a visszamaradt növénymaradványok talajba forgatása. Megfigyeléseink alapján a betegség erőteljesebb fellépését a sűrű gabona vetésforgó, és a forgatás nélküli talajművelés elősegíti, ezért fontos szerepe van a védekezési stratégiában az agrotechnikai módszerek közül a forgatásos talajművelésnek és a vetésforgó kialakításának. Vizsgálataink alapján az aszkohítás levélfoltosság tünetei már ősszel jelentkeznek, ezért a későbbi vetésidő megválasztása is fontos szerepet játszhat a védekezésben. A fungicides állományvédelem nagy jelentőséggel bír a levélfoltosság szindróma megfékezésében. Eredményeink szerint az epoxikonazol+fenpropimorf majd triazol származékok lombtrágyával való kombinációi adták a legalacsonyabb levélfelület fertőzöttségi index %-okat, míg Cromey és mtsai. (2004) vizsgálatai alapján, az azoxistrobin+ tebuconazol kombináció adta a legjobb eredményt az aszkohítás levélfoltosság elleni hatékonysági vizsgálatok során őszi búza kultúrában. Tapasztalataink szerint a kórokozónak gyors a fellépése, erőteljesebb megjelenése ősszel és kora tavasszal jellemző. A beszűkült vetésforgó és a forgatás nélküli talajművelés növénykórtani szempontból is komoly következményekkel járhat, mert olyan kórokozók megjelenésére kell számítanunk, melyek előtte nem voltak jelen az adott területen. Az egyes kórokozók dominancia viszonyai megváltozhatnak, ami a termésbiztonság megőrzése céljából gyors beavatkozást igényelhet. A vizsgált új kórokozó, *Ascochyta* sp. pontos, faji szintű azonosításához molekuláris vizsgálatok elvégzése szükséges.

Hivatkozások

Bakonyi, J. 1994. Helminthosporium fajok elterjedése, biológiája, gazdanövényköre kalászos gabona és vad pázsitfűféléken. Kandidátusi értekezés, Keszthely. pp. 1-112.

Cromey, M.G., Butler, R. C., Mace, M. A. and Cole, A. L. J. 2004. Effects of the fungicides azoxystrobin and tebuconazole on *Didymella exitialis*, leaf senescence and grain yield in wheat. *Crop Protection*, 23:1019-1030.

Cromey, M.G., Ganey, S., Braithwaite, M. and Boddington, H. J. 1994. *Didymella exitialis* on wheat in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 22: 139-144 pp.

Sprague, R. and Johnson, A. G. 1950. *Ascochyta* leaf spots of cereals and grasses in the United States. *Mycologia*, 42: 523-553 p.

Csösz L-né 2006. Hat év tapasztalata az őszi búza levélfoltosságát előidéző kórokozókról. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. XVII. évf. 14. sz. pp.45-47.

Csösz L-né 2007. Növénykórtani és rezisztencia vizsgálatok az őszi búza rozsda, lisztharmat és levélfoltosságok kórokozóival. Ph.D. értekezés, Keszthely. pp.15-17. p.73.

Mesterházy Á. 1974. *Septoria nodorum* Berk., a búza új kórokozója hazánkban. *Növényvédelem*, 10:298-303.

Perelló, A. E. and Morerio, M. V. 2003. Occurrence of *Ascochyta hordei* var. *europaea* on wheat (*Triticum aestivum*) leaves in Argentina. *Australian Plant Pathology*, 32:565-566.

Punithalingam, E. 1979. Graminicolous *Ascochyta* species. *Mycological Papers*, 142: 1-219 pp.

Scharen, A. L. and Krupinsky, J. M. 1971. *Ascochyta tritici* on wheat. *Phytopathology*, 61: 675-680 pp.

Ubrizsy, G. 1965. *Növénykórtan II*. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 620.

Wiese, M. V. 1987. *Compendium of wheat diseases*, 2nd ed., APS Press, American Phytopathological Society, p.112.

Növényvédelmi védekezés hatása a hidrokultúrában termesztett fejes salátára (*Lactuca sativa* convar. *capitata* L.)

Vojnich Viktor József*, Novák Dávid István, Palkovics András és Hüvely Attila

Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, 6000 Kecskemét, Erdei Ferenc tér 1-3.

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

Összefoglalás

Kutatásunkban a fejes saláta (*Lactuca sativa* convar. *capitata* L.) hidrokultúrában való termesztését, illetve a salátát károsító gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) elleni növényvédelmi védekezés hatását tanulmányoztuk. A salátaféléket rendkívüli változatosságban termesztik, napjainkban idény zöldségből egész évben termesztett árufeléssé vált. A hidrokultúrában termesztés miatt a saláta gyakorlatilag 12 hónapon át folyamatosan kapható. Fogyasztása az elmúlt évtizedben szerte a világon növekedett, ami azzal magyarázható, hogy jól beilleszthető a korszerű egészséges gazdag táplálkozásban. Vizsgálatunkban egy széles körben alkalmazott rovarölő szer, az Actara 240 SC (tiametoxam) peszticidet használtunk. A kísérlet során a kontroll mellett a következő kezeléseket alkalmaztuk: 50-, 100-, 150-, 200-, és 250 mg/l Mg műtrágya. A kezeléseket négy ismétlésben, randomizált blokk elrendezésben végeztük. A biometriai értékelést varianciaanalízissel számoltuk. A vizsgált eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a növényvédelmi védekezés hatása sikeres volt a *Helicoverpa armigera* ellen.

Kulcsszavak: *Lactuca sativa* convar. *capitata* L., hidrokultúra, növényvédelmi védekezés, Actara 240 SC, friss tömeg

Abstract

In our research study the hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* convar. *capitata* L.) in glasshouse culture and plant protection contra cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*). The species of lettuces are grown in extraordinary wide variety, nowadays they become from a seasonal vegetable into an all-year grown food. Modern technologies, by using hydroponic lettuce growing, permit continuous cultivation of lettuce for 12 months every year. The average

consumption of the plant increased during the previous decade because it can be inserted into modern healthy nourishment. In our research used an Actara 240 SC (tiametoxam) pesticide. The nutrients were applied in the following methods and quantities in 2015: untreated (control), 50 -, 100 -, 150 -, 200 - and 250 mg/l Mg fertilizer. The treatments were carried out with 4 repetitions in randomized block design. The biometric evaluations were calculation with variance analysis. Our results observations that plant protections were successfully contra *Helicoverpa armigera*.

Keywords: *Lactuca sativa* convar. *capitata* L., hydroponic, plant protection, Actara 240 SC, biomass

Bevezetés

Napjainkban a hidrokultúrában termesztés nagyon népszerű. Göhler és Molitor (2002) készítették el az egyik legátfogóbb módszer felosztására. A hidrokultúrában termesztés tökéletesítése során többfajta alkalmazási módszer alakult ki a zöldségtermesztésre. A szubsztrát összetétele szerint organikus és anorganikus anyagon történő termesztést különböztethetünk meg. Az anorganikus termesztéshez soroljuk a kögyapoton, égetett agyaggolyón, műanyag szivacson, perliten, kavicskultúrán, polisztirol szemcséken folytatott termesztést, ami végbemehet tenyész-edényben. A környezetvédelmi előírások egyre szigorúbbak, így csak a zárt működését engedélyezik. A rendszer üzemeltetéséhez nagyobb szakmai rátermettség, folyamatos ellenőrzés és figyelem szükséges. Ellenőrizni kell időszakosan az EC-értéket, pH-t, oxigéntartalmat, a tápoldat összetételét, a fertőzöttséget és a hőmérsékletet (Kovács, 2000). Befolyásolhatja a növény fejlődését az alacsony vagy magas páratartalom. Az optimálisnak mondható páratartalom 70%-os (Cselőtei, 1997). Az optimális növekedés feltétele a hőmérséklet. Ha nincs folyamatos levegőcsere, akkor felgyülemlik a pára és az oxigén, ezáltal az asszimiláció romlik, végül megáll (Terbe et al., 2001). A saláta érzékenysége miatt a tápkocka kiszáradása károsíthatja a gyökérzetet. Gazdaságossági okokból a 4x4-es vagy az 5x5-ös tápkockát alkalmazzák palántanevelésre (Tompos, 2008).

Kísérletünk során a fejes saláta (*Lactuca sativa* convar. *capitata* L.) hidrokultúrában termesztését vizsgáltuk különböző Mg kezelésekre, illetve növényvédelmi védekezést alkalmaztunk a gyapottok bagolylepke ellen.

Anyag és módszer

A Kecskeméti Főiskola, Kertészeti Főiskolai Karának üvegházában végeztük a kísérletet 2015 őszén. Egy kislégterű, 6,4 m széles és 6,4 m hosszú zárt területen, három hidrokultúras asztalon, az erre a célra kialakított termesztő csatornába helyezett Groden Delta kögyapoton végeztük a fejes saláta kísérletünket. Az üvegház fűtési szintje 15–20 °C. A saláta magot 2015. augusztus 24-én vetettük el a sejtnivelő tálcába. A palántákat a Groden Delta kögyapot kockákba 2015. szeptember 4-én ültettük ki. A vízdíjat műtrágyát digitális laboratóriumi mérleggel mértük ki. A kísérletünkben alkalmazott kezelések: kontroll, 50-, 100-, 150-, 200- és 250 mg/l magnézium kezelések. A hidrokultúras csatornához tartozó 28 literes tartályba töltöttük a tápoldatot, amit hetente egyszer cseréltünk. A tartályokban elhelyezett búvárszivattyú berendezés keringette a tápoldatot naponta háromszor a rendszerben.

A hőmérséklet szabályozását az ajánlás szerint állítottuk be, termosztát segítségével automatikusan. Napközben a napsütés felmelegítő hatását ellensúlyozva a szellőzők kézi nyitásával-zárásával szabályoztuk a hőmérsékletet.

2015. október 5-én vettük észre, hogy a salátát a gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) hernyója károsítja. Valószínűleg a szellőztetés során sikerült a kártevőknek megtelepednie a salátákon. Október 8-án Actara 240 SC (21,1% m/m tiametoxam) rovarölő szert permeteztünk a salátára. A fejes saláta betakarítása 2015. október 29-én történt, megmértük a saláta friss tömeg értékét. A gyapottok bagolylepke hernyója által károsított fejes saláta adatok kiértékelését Tukey-HSD módszerrel, a statisztikai vizsgálatokat SPSS v19 szoftverrel végeztük (Huzsvai, 2004).

Eredmények

Az 1. táblázat mutatja a gyapottok bagolylepke hernyóval fertőzött saláták számát. A felvételezés ideje 2015. október 5.

1. táblázat. *Helicoverpa armigera* hernyók száma a salátáfejen

Kezelés	Összes saláta (db)	Gyapottok bagolylepke hernyója által károsított saláták száma (db)	Átlag	Szórás
Kontroll	28	6	0,2143	0,41786
50 mg/l Mg	28	10	0,3571	0,48795
100 mg/l Mg	28	13	0,4643	0,50787
150 mg/l Mg	28	26	0,9286	0,26227
200 mg/l Mg	28	23	0,8214	0,39002
250 mg/l Mg	28	16	0,5714	0,50395
Összesen	168	94	0,5595	0,49793

A 2. táblázat prezentálja a Tukey-HSD módszerrel számolt szignifikancia értékeket.

2. táblázat. Szignifikancia mérés Tukey-HSD módszerrel

Kezelés (A)	Kezelések (B)	Kezelések átlag különbsége (A-B)	Szórás	Szignifikancia
Kontroll	50 mg/l Mg	-0,14286 n.s.	0,11678	0,825
	100 mg/l Mg	-0,25000 n.s.	0,11678	0,272
	150 mg/l Mg	-0,71429*	0,11678	0,000
	200 mg/l Mg	-0,60714*	0,11678	0,000
	250 mg/l Mg	-0,35714*	0,11678	0,031

*A szignifikancia értéke 0,05
n.s.=nem szignifikáns

A 3. táblázat az ismétlésenként megszámlált *Helicoverpa armigera* darab számot ismerteti.

3. táblázat. *Helicoverpa armigera* száma a salátán ismétlésenként

Kezelés	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés	Összesen
Kontroll	1	1	3	1	6
50 mg/l Mg	3	4	2	1	10
100 mg/l Mg	3	3	4	3	13
150 mg/l Mg	7	6	7	6	26
200 mg/l Mg	5	7	6	5	23
250 mg/l Mg	3	6	3	4	16
Összesen	22	27	25	20	94

A fejes saláta betakarításakor (október 29.) megmértük a saláták fejtömegét, megszámláltuk a gyapottok bagolylepkék hernyói számát ismétlésenként és kezelésenként is (4. táblázat, 6. táblázat), valamint variancia analízist végeztünk a számitásról (5. táblázat). A legnagyobb fejtömeg értéket a kontrollnál (186 g), míg a legkisebb adatot a 250 mg/l Mg kezelésnél mértünk.

4. táblázat. *Helicoverpa armigera* hernyók száma a salátáfejen

Kezelés	Összes saláta (db)	Gyapottok bagolylepke hernyóval fertőzött saláták száma (db)	Átlag	Szórás
Kontroll	28	0	0,0000	0,00000
50 mg/l Mg	28	1	0,0357	0,18898
100 mg/l Mg	28	0	0,0000	0,00000
150 mg/l Mg	28	6	0,2143	0,41786
200 mg/l Mg	28	0	0,0000	0,00000
250 mg/l Mg	28	2	0,1071	0,31497
Összesen	168	9	0,0595	0,23731

5. táblázat. Szignifikancia mérés Tukey-HSD módszerrel

Kezelés (A)	Kezelések (B)	Kezelések átlag különbsége (A-B)	Szórás	Szignifikancia
Kontroll	50 mg/l Mg	-0,03571 n.s.	0,06070	0,992
	100 mg/l Mg	0,00000 n.s.	0,06070	1,000
	150 mg/l Mg	-0,21429	0,06070	0,007
	200 mg/l Mg	0,00000 n.s.	0,06070	1,000
	250 mg/l Mg	-0,10714 n.s.	0,06070	0,491

*A szignifikancia értéke 0,05
n.s.=nem szignifikáns

6. táblázat. *Helicoverpa armigera* száma a salátán ismétléseként

Kezelés	I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés	Összesen
Kontroll	0	0	0	0	0
50 mg/l Mg	0	1	0	0	1
100 mg/l Mg	0	0	0	0	0
150 mg/l Mg	2	1	2	1	6
200 mg/l Mg	0	0	0	0	0
250 mg/l Mg	1	0	1	0	2
Összesen	3	2	3	1	9

Megvitatás

A kísérletünkben felhasznált Actara 240 SC (21,1% m/m tiametoxam) rovarölő szer statisztikailag igazolt mértékű volt. Október 5-én 94 darab gyapottok bagolylepke hernyóval fertőzött salátát számoltunk, az inszekticid alkalmazása után október 29-én ez a szám 9 darabra csökkent. A hernyóval legfertőzöttebb salátákat a 150- és a 200 mg/l Mg kezeléseknél számoltuk. A saláta fejtömeg érték alakulását befolyásolta a gyapottok bagolylepke hernyó kártétele, illetve a magnézium tápoldatos kezelések hatása pl. 250 mg/l Mg kezelés mutatta a legkisebb fejtömeget. Összességében elmondható, hogy a rovarölő szer kezelés hatására a *Helicoverpa armigera* elleni védekezés sikeres volt, az október 5-ei 56%-os fertőzést október 29-ére 5%-os fertőzési szintre csökkentettük.

Hivatkozások

- Cselőtei, L. 1997. A zöldségnövények öntözése. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 172.
Göhler, F. und Molitor, H. D. 2002. Erdlose Kulturverfahren im Gartenbau. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.
Huzsvai, L. 2004. Biometria módszerek az SPSS-ben. SPSS alkalmazások. Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen. pp. 65-66.

Kovács, A. 2000. Talaj nélküli termesztés. A zöldségajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Terbe, I., Slezák, K., Kappel, N. és Tóth, K. 2001. A termésminőség és tápanyagellátás összefüggése a zöldségtermesztésben. Integrált termesztés a kertészeti és a szántóföldi kultúrákban XXII. Növény és Talajvédelmi Központi Szolgálat. Budapest. pp. 83-93.

Tompos, D. 2008. A fejes saláta talaj nélküli termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Az amerikai lepkekabóca (*Metcalfa pruinosa* Say, 1830) (Hemiptera: Flatidae) tápnövényei, kártétele és a védekezés lehetőségei

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 polifág amerikai lepkekabóca Észak-Amerikából származik, ahol ritkán és csekély kárt okozott citrus fákon és dísznövényeken. 1979-ben bekerült Olaszországba, ahol megtelepedett és gyorsan terjedt. Jelen státusa szerint inváziós idegen faj, amely folyamatosan terjed Dél- és Közép Európában, károsítva a gyümölcsstermő és dísznövényeket. A tanulmány 2012. és 2015. közötti, Gödöllő térségében végzett felmérések eredményeit mutatja be. A kártevő jelen volt minden vizsgált élőhelyen, de különösen gyakori volt a sövényben, a fasorban, a kertekben, a gyümölcsösben és szőlőben. A leginkább károsított növénycsaládok a következők: Asteraceae, Cannabaceae, Fabaceae, Juglandaceae, Lamiaceae, Rosaceae és Sapindaceae. Elvadult növények - közöttük inváziós idegen fajok – előfordultak minden mintavételi helyen. Ezek között a leggyakoribbak az Amerikából származó növények. Az elhanyagolt és felhagyott művelésű területek (sövények, kertek, szőlők) kiváló körülményeket teremtenek a kártevő gyors és tartós megtelepedésére és terjedésére. A megfigyelt kukoricásban és lucernásban csak véletlenszerűen és ritkán fordult elő a lepkekabóca. Noha a *M. pruinosa* egyedsűrűsége jelentős volt a legtöbb tápnövényen, gazdasági kár vagy termésveszteség nem volt megfigyelhető. Gazdasági vagy jelentős károsodás csupán málnában, rózsán és nagy csalánon mutatkozott. Ez utóbbi fajt Németországban és Finnországban termesztik is. Örökzöld puszpángon a *M. pruinosa* a selyemfényű puszpángmollyal jelentős kárt okozott. A kijuttatott könnyű nyári olaj hatékony volt.

Kulcsszavak: *Metcalfa pruinosa*, tápnövény, sövény, fasor, kert, gyümölcsös, szőlő, kártétel, védekezés

Abstract

Citrus flatid planthopper, a native insect to North America had for a long time a scarce economic importance there. However, being polyphagous made little damage on citrus trees and some ornamentals. In 1979, it was introduced to Italy where it established and spread quickly. It is now an invasive alien species continually spreading in South and Central Europe causing considerable damage in fruit crops and various ornamentals. Present study shows the results of a series of observations carried out from 2011 to 2015 at a number of habitats in north of Hungary. The pest could be found at each habitat but the hedge, the tree row, the gardens and the orchard/vineyard were the most infested. Frequency and population density of *M. pruinosa* were considerable on Asteraceae, Cannabaceae, Fabaceae, Juglandaceae, Lamiaceae, Rosaceae and Sapindaceae. Feral plants - some of them also invasive alien species – were found at each habitat. Plant species native to America were among them the most populated. As the hedgerows were neglected, and most gardens, orchards and vineyards abandoned, these are excellent conditions for the quick and long-lasting establishment of the pest as well as they may be reservoirs to infest cultivated fruit crops and ornamentals. On the surveyed alfalfa and maize fields, accidentally very few nymphs and adults were observed. Although, the population density of *M. pruinosa* was considerable on many hostplants, economic damage or yield losses could not be detected. Economic or significant damage was observed only on roses, raspberries and stinging nettle. This later is cultivated in Germany and Finland. On common boxwood, *M. pruinosa* caused with the box tree moth severe damage. The applied horticultural oil was efficient.

Keywords: *Metcalfa pruinosa*, host plants, hedgerow, tree row, garden, orchard, vineyard, damage, control

Bevezetés

Az amerikai lepkekabóca (ALK) *Metcalfa pruinosa* (Say, 1870) Észak-Amerikában őshonos, ahonnan 1979-ben behurcolták Olaszországba (Zanigheri és Donadini, 1980). Rövid idő elteltével bekerült több mint 15 európai országba (Strauss, 2010). A faj kártétele jelentéktelen az Egyesült Államokban: gyümölcsfák és dísznövények szenvednek kisebb gazdasági kárt és az esztétikai értékük csökken (Mead, 1969). Az ALK polifág kártevő, amely nagyszámú termesztett és vadon élő fát, cserjét és lágyszárú növényt támadott meg Olaszországban (Bagnali és Lucchi, 2000). A nimfák szívogatása következtében a hajtások, vesszők, ágak torzulnak, sérülnek, amely súlyos

esetben hervadást, száradást és a növény pusztulását okozhatja. Olaszországban, a nimfák táplálkozása következtében a szőlő károsodott jelentősen, sőt a sav és cukortartalom is megváltozott. Szántóföldi kultúrák közül a szója szenvedett súlyos, 30-40%-os termésvesztéget (Ciampolini és mtsai., 1987). A közvetlen kár mellett a szőlőtermés minősége is csökken a *M. pruinosa* mézharmat termelése, majd az azt követő korompenész bevonat megjelenése miatt, mint az Franciaországban megesett (Della Giustina és Navarra, 1993). Dísznövények károsodása faiskolákban, parkokban és lakott területeken számottevő, a nimfák termelte viaszos váladék miatt, amely beboríthatja a hajtásokat (Lauterer, 2002, Strauss, 2010). Megállapították ugyan, hogy a *M. pruinosa* megfertőződhet különböző fitoplazmákkal, de azokat nem terjeszti (Bressan és mtsai., 2006 in Strauss, 2010).

A *M. pruinosa* eddig Európában a következő országokban telepedett meg: Olaszország, Franciaország (Della Giustina, 1986), Szlovénia (Sivic, 1991 in Strauss, 2010), Svájc (Jermini és mtsai., 1995), Horvátország (Maceljski és mtsai., 1995 in Strauss, 2010), Ausztria (Kahrer és Moosbeckhofer, 2003), Görögország (Drosopoulos és mtsai., 2004 in Strauss, 2010), Spanyolország (Pons és mtsai., 2002 in Strauss, 2010), Szerbia és Montenegró (Hrcic, 2003), Magyarország (Orosz és Dér 2004), Bulgária (Tomov és mtsai., 2006 in Strauss, 2010), Törökország (Karsavuran és Güçlü, 2004 in Strauss 2010), Bosznia Hercegovina (Gotlin Culjak és mtsai., 2007 in Strauss, 2010), Románia (Grozea és mtsai., 2011), de megtalálták Albániában, Szlovákiában és Oroszországban is (DAISIE honlap 2015). A Nagy-Britanniában és Csehországban megtalált *M. pruinosa* populációkat rovarölő szerek segítségével sikeresen kiirtották (C. Malumphy és P. Lauterer, személyes közlés in Strauss, 2009).

Csehországban, Ausztriában és Romániában vizsgálatok indultak, hogy kiderítsék a kártevő terjedésének jellegét, az előnyben részesített tápnövény fajokot és a védekezés lehetőségeit. Ausztriában a CLIMEX® program különböző paramétereit (hőmérsékleti index, diapauza index, nedvességi index, hideg, nedvességi, szárazsági és hő stressz) elemezték, hogy megállapítsák az osztrák területek és növénykultúrák érzékenységét a kártevőre, és kidolgozták a védekezési ajánlásokat (Strauss, 2010).

M. pruinosa Magyarországon (Budapest) 2004-ben jelent meg, de terjedésének sajátosságait s az egyes növényi kultúrák érzékenységét kimerítően eddig nem értékelték.

Jelen közlemény célja, hogy bemutassa Gödöllő térségében a kártevő terjedését (terület, populáció-növekedés, tápnövényi kör) és azokat a növényeket, amelyeken felszaporodása kockázatos lehet.

Alaktan

Mead (1969) és Lauterer (2002) részletes alaktani jellemzést adtak az imágókról és a nimfákról. Az imágók 7-8 mm hosszúságúak. A test háti felülete és az elülső szárnyak feketés barnák. A testet és az elülső szárnyakat fehéres porszerű viaszos váladék borítja, ami a fekete színt szürkésbékké teszi. A nimfák teste lapított és fehér, amelyeket sűrű viaszos váladék borít, és amelyekből hosszú szálszerű képletek képződnek a testvégen. Hasonló viaszos filamentumok találhatóak a leveleken és hajtásokon, ahol a nimfák tartózkodnak és táplálkoznak. Az utolsó nimfastádium 5-6 mm hosszú. A nimfák fejlődési stádiuma a fejtök és a szárnykezdemények mérete alapján meghatározható (Lauterer, 2002).

Fejlődés

Egy nemzedéke fejlődik évente, a károsított vesszők kérge alatt telet át, tojás alakban (Mead, 1969, Lauterer, 2002). Franciaországban és Ausztriában a nimfák májustól július közepéig kelnek ki. Öt fejlődési fokozatuk van. Miután befejezték a fejlődésüket az imágók augusztusban jelennek meg és kezdik a tojásrakást. Egy nőstény legfeljebb 90 tojást rakhat (Della Giustina, 1987, Kahrer és mtsai., 2009).

Tápnövények

A *M. pruinosa* polifág faj, rengeteg növényfajon táplálkozhat. A tápnövények nagy faji diverzitása miatt, nehéz a kártevő tápnövény választását és a későbbi kártételt meghatározni. Az Egyesült Államokban citromon, citrancson, narancson, szőlőn, sok erdei és gyümölcsfán, cserjén és néhány lágyszárú növényen figyelték meg (Mead, 1969).

Bagnoli és Lucchi (2000) a kártevő több mint 200 tápnövényéről számolt be Olaszországban. Csehországban olyan dísznövényeket károsított, mint a *Thuja occidentalis* L., *Juniperus communis* L., *Sorbus aucuparia* L., *Lilium* spp., de megtalálták erdei fákban is (Lauterer, 2002). Ausztriában (Bécs) 147 növény nemzetségen figyelték meg: dísznövényeken (*Forsythia*, *Magnolia*, *Philadelphus*, *Thuja*, stb.), gyümölcsfákon (*Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, stb.), szőlőn, erdei fákban (*Acer*, *Fraxinus*, *Pinus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* stb.), cserjéken (*Corylus*, *Crataegus*, *Rosa*, *Sambucus*, stb.) és gyomokon (*Artemisia*, *Chenopodium*, *Erigeron*, *Solidago*, *Urtica*, stb.). Nimfák és imágók egyaránt voltak ezeken a növényeken (Kahrer és mtsai., 2009). Szintén Ausztriában közöltek egy másik listát is, amely az érintett tápnövényeket – 251 fajt, közöttük számos kertészeti és mezőgazdasági termesztett növényt – sorol fel, amelyeket vagy a kabóca nimfái vagy az imágói károsítottak (Moosbeckhofer és mtsai., 2009). Szerbiában (Belgrád) a *M. pruinosa* egyedeit megtalálták a következő fás szárú nemzetségeken: *Acer*, *Aesculus*, *Gleditsia*, *Robinia*, *Ailanthus*, *Populus*, *Platanus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Cornus*, *Fraxinus*, *Quercus* és *Thuja* (Mihajlović, 2007). Romániában a kártevőt olyan fákban és cserjéken gyűjtötték be és

figyelték meg, mint az *Acer saccharinum* L., *Juglans nigra* L., *Thuja occidentalis* L., *Buxus sempervirens* L., *Potentilla fruticosa* L., *Vitis vinifera* L., *Atriplex hortensis* L., *Sambucus nigra* L., *Melissa officinalis* L., *Philadelphus coronarius* L., *Ligustrum vulgare* L. és *Rosa* spp. (Grozea és mtsai., 2011). Románia nyugati megyéiben a *M. pruinosa* nimfáit 45 tápnövényen parkokban, gyümölcsösökben és szőlőkben találták meg. A legfontosabb fajok *Acer* spp., *Hibiscus syriacus* L., *Juglans regia* L., *L. vulgare*, *Malus domestica* L., *Prunus persica* (L.), *Prunus armeniaca* L., *Prunus domestica* L., *Tilia cordata* Mill., és *V. vinifera* voltak. Görögországban 26 dísznövénnyel, 15 gyümölcsstermő növényen, 9 gyomon és két zöldségfélélen igazolták a *M. pruinosa* jelenlétét. Ezek között volt három egyszikű faj is mint, a *Digitaria sanguinalis* (L.) és két egyéb gyom (*Bromus* spp., *Setaria* spp.) (Souliotis és mtsai., 2008).

Magyarországon, Budapesten a *M. pruinosa* egyedeit a következő növényfajokon figyelték meg: *Acer* spp., *Aesculus hippocatanum* L., *Berberis* spp., *Crataegus* spp., *Hibiscus* spp., *Syringa* spp., *Ulmus* spp. (Orosz and Dér, 2004). Ezen kívül még további növényeken (*Acer. negundo* L., *Celtis occidentalis* L., *Clematis vitalba* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Lycium helimifolium* L., *Morus alba* L., *Prunus padus* L., *Prunus serotina* Ehrh., *Prunus spinosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Rosa canina* L., *Ulmus campestris* L. és *V. vinifera*) észlelték (Bozsik, 2012).

Védekezés a *Metcalfa pruinosa* ellen

Eredeti élőhelyein általában nincs szükség beavatkozásra, kivéve, ha nyilvánvaló kárt tapasztalnak, ami ritkaság (Mead, 1969). Ilyen esetekben elegendő levágni a felületükön tojásokat tartalmazó ágakat vagy elvégezni néhány kezelést kertészeti olajokkal vagy szappanokkal (Rebek, 2009). A klórpiprifosz és imidakloprid hatékony volt a kártevő ellen Ausztriában (Kahrer és mtsai., 2009). A fenitroion hatóanyagot sikeresen alkalmazták Csehországban (Lauterer, 2002). Strauss (2009) tanulmányozta a védekezés lehetőségeit különös tekintettel a kártevő természetes ellenségére (*Neodryinus typhlocybae* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Dryinidae), amit már kibocsátottak Olaszországban, Franciaországban és Szlovéniában. Franciaországban 1996-ban 60 helyen engedték szabadon a parazitoidot, és öt év elteltével megállapították, hogy 51 helyen (86%) stabil népességet épített fel (Malaua és mtsai., 2003).

Anyag és módszer

A felvételezési helyek Gödöllőn és környékén voltak. A legtöbb vizsgálati hely (sövény, fasor, kert, kukorica és lucerna tábla) a Budapest felé haladó vasútvonal mentén (Máriabesnyő) fekszik,

de volt felmérés Gödöllő központjában és a hagyományosan művelés alatt álló részen (Blaha) is, ahol szőlők és gyümölcsösök vannak (1. táblázat).

Máriabesnyő

A sövény növényzetét Európai és részben behurcolt (amerikai és ázsiai) fák és bokrok alkotják, sűrű állományt képezve. A fasor egy lucerna tábla mellett húzódik. Állományát érett, főleg európai fák és suhángok teszik ki. A fák ritkásan helyezkednek el. A csalán (*Urtica dioica*) folt egy lomblevelű erdő mentén, részben az ágak alatt helyezkedett el. A házi kertben dísznövénnyeket és gyümölcsfákat gondoznak. A kukoricást benőtte a gyom (*Artemisia vulgaris*, *A. artemisiifolia*, *Cannabis sativa spontanea*, *Chenopodium album* és *Atriplex tatarica*). A gyomállomány a mozgást is gátolta. Négyeszer 25 kukorica vizuális vizsgálata történt egy egyenes mentén. Növényvédő szert nem juttattak ki. A lucernás szintén nagyon gyomos volt, *Rumex obtusifolius*, *Agropyron repens*, *Setaria glauca*, *Senecio vulgaris* és *Lactuca serriola* voltak az uralkodó fajok. A felvételezés hálózással (4 x 25 csapás) történt egy egyenes vonal mentén. A befogott állatok fagyasztóba kerültek, majd a száradás után azonnal megtörtént a határozásuk. A területen nem volt növényvédő szeres kezelés.

Gödöllő

A házi kertben dísznövénnyek és gyümölcsfák voltak többségben.

Blaha

A gyümölcsösben és szőlőben a szokásos gyümölcsfák és kordonos művelésű szőlő volt.

Felvételezési módszer

A sövény mentén véletlenszerűen kiválasztott öt hajtás vizuális vizsgálata történt 50 cm távolságból, feljegyezve a *M. pruinosa* nimfák és imágók számát (jele VO1). A többi vizsgálati helyen (kivéve a lucernást), a növények vizsgálata hasonló volt, de az aktuális egyedszámok rögzítése helyett Kahrer és mtsai. (2009) becslési módszerét használtam: 1 = gyenge kártételi nyomás (<5 nimfa vagy imágó/hajtás); 2 = közepes kártételi nyomás (5 - 10 nimfa vagy imágó/hajtás); 3 = erős kártételi nyomás (> 10 nimfa vagy imágó/hajtás; jele VO2).

A szükség szerint elvégzett rovarölő szeres kezelések értékelése is megtörtént. Máriabesnyőn, a kertben könnyű nyári olajat (Vectaphid A EC - 83% paraffin olaj +17% Atplus 309 F -, 0,5% koncentráció) juttattam ki kétszer júliusban és egyszer augusztusban, egy háti permetező géppel. Gödöllőn Decis 2,5 EC (25 g/l deltametrin) készítményt egyszer permeteztem ki 0,04%-os koncentrációban a puszpáng bokrokra, 2015. július 20-án. A Vectaphid A EC-t hasonló töménységben, ugyancsak július 20-án egyszer alkalmaztam a rózsákra, a gyöngyvesző és a lepényfa sövényre a gödöllői kertben. A rózsa kezeléseket esetében az összehasonlításhoz egytényezős variancia analízist használtam (Vassarstats.net, 2015).

1. táblázat. A felvételezések alapadatai

Vizsgálati hely és dátum	Földrajzi helyzet, magasság	Élőhely méret	Felvételezési mód	Gyakoriság
Máriabesnyő 2013 július elejétől október elejéig	47°36'3" É 19°21'59" K 209 m	sövény 660 m	visual observation = VO1	hetente
Máriabesnyő 2015 július elejétől szeptember elejéig	47°35'54" É 19°22'56" K 211 m	fasor 649 m	VO2	hetente
Máriabesnyő 2013-15 június elejétől október elejéig	47°35'37" É 19°22'59" K 196 m	csalán folt 60 m ²	VO2	hetente
Máriabesnyő 2011-15 április elejétől október elejéig	47°35'44" É 19°22'54" K 204 m	házi kert 680 m ²	VO2	hetente
Máriabesnyő 2015 július elejétől szeptember elejéig	47°35'51" É 19°22'29" K 207 m	kukoricás 2.7 ha	VO1	hetente
Máriabesnyő 2015 július elejétől szeptember elejéig	47°35'52" É 19°22'5" K 212 m	lucernás 7.7 ha	sweep netting	hetente
Gödöllő 2011-15 április elejétől október elejéig	47°36'9" É 19°21'27" K 188 m	házi kert 1296 m ²	VO2	hetente
Gödöllő 2011-15 április elejétől október elejéig	47°37'25" É 19°19'56" K 192 m	gyümölcsös és szőlő 2160 m ²	VO2	hetente

Eredmények

Az ALK tipikus élőhelyei Észak-Amerikában a lomblevelű vegyes erdők és az ezekkel határos nyílt bokros területek (Moosbeckhofer és mtsai., 2009). Közép és Dél-Európában hasonló élőhelyeken találták meg, amelyek hasznosításuk szerint faiskolák (Csehország, Lauterer, 2002), kertek, parkok, köztéri zöld területek, gyümölcsösök, szőlők (Ausztria: Moosbeckhofer et al. 2009; Románia: Preda, és Skolka, 2011, Grozea és mtsai., 2015; Görögország: Souliotis és mtsai., 2008). Jelen közleményben egy sövényen, egy fasorban és különböző mezőgazdasági hasznosítású vagy nem művelt területeken vizsgáltam a *M. pruinosa* jelenlétét és kártételét.

ALK egyedeket és viaszos váladékukat 31 növény család 57 faján, a hét felvételezési helyen találtam (2. táblázat). A sövényben 14 család 23 faján volt jelen a kártevő. A leginkább károsított fajok a *R. pseudoacacia*, *P. spinosa*, *C. vitalba*, *U. campestris*, és *P. cerasifera* voltak. A fasorban nyolc család 12 faja (*R. pseudoacacia*, *C. occidentalis* és *A. pseudoplatanus* a leggyakrabban) szenvedett kárt. A máriabesnyői kertben 16 család 30 faja károsodott (*R. idaeus*, *C. occidentalis*, *H. lupulus*, *R. damascena*, *J. regia*, *R. canina* és *H. helix* voltak a legkedveltebb

fajok). Málna és rózsa növények szenvedték a legtöbbet, és szükség volt növényvédő szeres beavatkozásra. Az idény folyamán az 50 málnatöbblöt öt (10%) elpusztult, és hat növény (12%) károsodott, ami a növekedés gátlásában, és növényenként néhány levél összezsugorodásában és pusztulásában nyilvánult meg. A növényeken a kártevő egyedsűrűsége mind a nimfák, mind az imágók esetében megfelelt a 3-as kategóriának (Kahrer és mtsai., 2009). A gödöllői kertben 11 család 15 faján, főleg a *C. occidentalis*, *J. regia* és *R. damascena* növényeken találtam meg. Ebben a kertben a *Buxus* bokrokat kettős kár érte: a selyemfényű puzspángmoly (*Cydalima perspectalis*, Walker, 1859, Crambidae) és a *M. pruinosa* együttesen károsított. A *C. perspectalis* kártétele miatt a lombzat kb. 50%-a elpusztult, de a *M. pruinosa* esetében 1 volt az értékszám a nimfáknál és az imágóknál egyaránt. A máriabesnyői és gödöllői kertekben a rózsatöveken megjelent egyedek (nimfák és imágók, valamint az viaszszálák) esztétikai kárt okoztak. A gödöllői gyümölcsös-szőlőben volt a legkisebb a károsított növények száma (hét család nyolc faja, leggyakrabban a *M. pruinosa*: *C. occidentalis*, *R. pseudoacacia* és *A. negundo*). A kukoricán felfedeztem néhány táplálkozó ALK nimfát és imágót, a lucernában pedig egy-két imágót. A csalánfoltban az egyedszám különösen nagy volt. Az egyedek körülbelül 10%-a elpusztult, és a túlélő növények 20%-a károsodott. Nem volt ritkaság a növényenkénti 40-100 *M. pruinosa* egyed sem.

Megvitatás

Az ALP első egyedét először 2012-ben találtam meg a vasútvonal mellett húzódó sövényben. Egyedszámuk már ekkor több ezerre volt tehető. Ugyanakkor Máriabesnyőn vagy Gödöllőn, a lakott és kertes övezetben csak elvétve lehetett észrevenni egy-egy lepkekabócát. A faj felszaporodása gyors volt. 2013-ban már a gyümölcsfák sarjain néhány egyed egész nyáron át megfigyelhető volt, de a rózsákon még nem. 2014-ben állománya annyira megnőtt, hogy egy-két növényvédő szeres beavatkozásra volt szükség. 2015. július elejétől elárasztotta a kertet, parkokat. Fás szárúak sarjain, de lágyszárú dísznövényeken is közönségesen előfordult. Lakótelepeken a kilencedik emeleten is tucajtával behatolt a lakásokba.

A *M. pruinosa* megtalálható volt minden vizsgált élőhelyen, de a sövény, a fasor, a kertek, a gyümölcsös és a szőlő voltak a legnagyobb kártételi nyomás alatt. Gyakoriságuk és népességük az Asteraceae, Cannabaceae, Fabaceae, Juglandaceae, Lamiaceae, Rosaceae és Sapindaceae családokba tartozó növényeken volt a legnagyobb. Valamennyi vizsgált területen előfordultak Amerikából behurcolt vagy betelepített, esetenként inváziós növények (*A. artemisiifolia*, *A. negundo*, *C. occidentalis*, *C. bipannatus*, *G. triacanthos*, *H. tuberosus*, *P. serotina*, *Ph.*

virginiana, *R. pseudoacacia*, *S. canadensis*), amelyek különösen alkalmasak a faj számára, ráadásul a terjedésük segíti a kártevő terjedését is. A kártevő fennmaradásában és terjedésében meghatározó szerepet játszanak az elhanyagolt kertek, ültetvények és a sok száz vagy ezer kilométer hosszúságú sövényhálózat. Valamennyiben jelen vannak elvadult amerikai eredetű növények.

2. táblázat. A *Metcalfa pruinosa* Gödöllőn és környékén megfigyelt tápnövényei (S = sövény, F = fasor, MK = kert Máriabesnyőn, GK = kert Gödöllőn, GY = gyümölcsös és szőlő Gödöllőn)

Tápnövények	S	F	MK	GK	GY
<i>Acer campestre</i>	+	+	+	+	
<i>Acer negundo</i>	+			+	+
<i>Acer platanoides</i>	+	+			
<i>Acer pseudoplatanus</i>		+			
<i>Achillea colinna</i>			+		
<i>Alcea rosea</i>			+		
<i>Ailanthus altissima</i>					
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+				
<i>Buxus sempervirens</i>				+	
<i>Caryopteris incana x Caryopteris mongholica</i>			+		
<i>Castanea sativa</i>			+		
<i>Celtis occidentalis</i>	+	+	+	+	+
<i>Chrysanthemum indicum</i>			+		
<i>Clematis vitalba</i>	+				
<i>Cornus sanguinea</i>		+	+		
<i>Cosmos bipinnatus</i>			+		
<i>Crataegus monogyna</i>	+		+		
<i>Euonymus europaeus</i>	+		+		
<i>Euonymus japonicus</i>			+		
<i>Euphorbia salicifolia</i>	+				
<i>Forsythia suspensa</i>				+	
<i>Fragaria vesca</i>	+				
<i>Fraxinus ornus</i>		+			
<i>Gleditsia triacanthos</i>				+	
<i>Hedera helix</i>			+	+	
<i>Helianthus tuberosus</i>			+		
<i>Humulus lupulus</i>	+		+		+
<i>Juglans regia</i>	+	+	+	+	+
<i>Mahonia aquifolium</i>				+	
<i>Malus domestica</i>	+	+	+		
<i>Morus nigra</i>	+				
<i>Nerium oleander</i>			+		
<i>Populus nigra</i>		+			
<i>Prunus cerasifera</i>	+				
<i>Prunus domestica</i>			+	+	
<i>Prunus serotina</i>	+	+			
<i>Prunus spinosa</i>	+				
<i>Philadelphus coronarius</i>				+	
<i>Physostegia virginiana</i>			+		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+	+			+
<i>Rosa canina</i>	+	+	+	+	+
<i>Rosa damascena</i>			+	+	
<i>Rubus fruticosus</i>			+		
<i>Rubus idaeus</i>			+		
<i>Salvia sclarea</i>			+		
<i>Sambucus nigra</i>	+				
<i>Solanum nigrum</i>	+			+	
<i>Solidago canadensis</i>			+		+
<i>Spirea x vanhouttei</i>				+	
<i>Syringa vulgaris</i>			+		
<i>Ulmus campestris</i>	+				
<i>Urtica urens</i>			+		
<i>Vitis vinifera</i>			+		+
<i>Weigela florida</i>			+		

A *M. pruinosa* számára a párás nedves körülmények előnyösek. A máriabesnyői kert minden oldalról terebélyes fák, nyugatról sűrű sövény veszi körül. Ezen kívül a kertben sok a gyümölcsfa és a cserje, Emiatt és az erős az árnyékolás miatt a rózsa és a málna állományban magas volt a páratartalom. Ennek hatására a kártevő nagyobb népessége alakult ki, mint a napsütötte, fákkal, bokrokkal kevésbé benőtt gödöllői kertben. A felvételezések során beigazolódott, hogy a máriabesnyői kertben nagyobb volt az ALP egyedsűrűsége, de a különbség nem volt szignifikáns (3. táblázat).

3. táblázat. *Metcalfa pruinosa* egyedek átlagos száma rózsahajtásonként (2015) (Az egytényezős varianciaanalízis nem mutatott ki szignifikáns különbségeket $p = 5\%$ -os szinten, Vassarstat net 2015)

Felmérési hely	Nimfa		Imágó	
	egyed	szórás	egyed	szórás
Máriabesnyő	6,0	0,26	10,9	2,09
Gödöllő	4,3	3,13	9,2	3,02
F érték	2,67		0,79	

Máriabesnyőn a háromszori Vectaphid A EC kezelés elég volt rózsában a *M. pruinosa* népesség visszaszorítására, úgy, hogy a növények nem károsodtak, és látványuk értéke sem csökkent. Málnában a tapasztalt pusztulás és a maradandó károsodás az első kezelés késedelmissége miatt történhetett meg. Az egyszeri Decis 2,5 EC hatására a selyemfényű puszpángmolyt sikerült arra az évre kiiktatni, és az ALK népességet két hétre szinte teljesen visszaszorítani, növekedését megfékezni. A Vectaphid A EC kezelés a két sövényen és a rózsákon elégségesen lecsökkentette a lepkekabóca populációját. Figyelembe véve a többi élőhelyen, a gyümölcs- és erdei fák, bokrokon észlelt csekély és nem maradandó károsodást, nagy felületeken nem volt szükség növényvédő szeres kezelésre. Az európai tapasztalatok alapján, a *M. pruinosa* természetes ellenségének (*N. typhlocybae*) betelepítése a kártevő terjedési és felszaporodási területein elégségesen korlátozná a népesség növekedését. Ez a megoldás lenne a legalkalmasabb a sövényekben élő lepkekabócák ellen is. A *N. typhlocybae* ollósdarázs már sikeresen megtelepedett Olaszországban, Franciaországban, Svájcban, Szlovéniában és Horvátországban (Tommasini és mtsai., 1998; Ciglar és mtsai., 1998; Malausa, 1999; Jermini és mtsai., 2000 in Strauss, 2009; Žežlina et al. 2001). 2007-ben kibocsátották Görögországban, Hollandiában és Spanyolországban (A. Sala, személyes közlés in Strauss, 2009). Osztrák vizsgálatok szerint, a *N. typhlocybae* valószínűleg nem parazitál más kabóca fajokat,

gazdaállatait csak a Flatidae családból választja, Ausztriában a *M. pruinosa* az egyetlen célszervezete (Strauss, 2009).

A csalánon okozott kár annak gazdasági jelentősége (rost, élelmiszer és gyógynövény) miatt lehet jelentős (Dreyer, 1999).

Hivatkozások

- Bagnoli, B. and Lucchi, A. 2000. Dannosità e misure di controllo integrato. In: A. Lucchi, (ed.). La Metcalfa negli ecosistemi italiani. ARSIA. Regione Toscana, Italy. 65-88.
- Bozsik A. 2012. Mass occurrence of the citrus flatid planthopper (*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)) (Hemiptera: Flatidae) in an agricultural hedgerow at Gödöllő (Hungary). Journal of Agricultural Sciences, Debrecen, 50 (Supplement): 115-118.
- Ciglar, I., Barić, B. and Žužic, I. 1998. Biological control of *Metcalfa pruinosa* by the introduction of *Neodryinus typhlocybae* (Ashmead) (Hymenoptera: Dryinidae) to Croatia. Fragmenta Phytomedica et Herbologica, 26(1/2): 95–99.
- Della Giustina, W. 1987. *Metcalfa pruinosa* (Say 1830), nouveaute pour la faune de France (Hom. Flatidae). Bulletin de la Societé Entomologique de France 191(3-4): 89-92.
- Daisie 2015. *Metcalfa pruinosa* factsheet. Delivering alien invasive species inventories for Europe. <http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=51197>
- Dreyer, J. 1999. Die Fasernessel als nachwachsender Rohstoff. Leistungsprüfung von Fasernesseln (*Urtica dioica* L., Grosse Brennessel) unter besonderer Berücksichtigung der phänotypischen Differenzierung anbauwürdiger Klone. Verlag Dr. Kovač, Hamburg, pp. 206.
- Grozea, I., Gogan, A., Virteiu, A.M., Grozea, A., Stef, R., Molnar, L., Carabet, A. and Dinnesen, S. 2011. *Metcalfa pruinosa* Say (Insecta: Homoptera: Flatidae): a New pest in Romania. African Journal of Agricultural Research 6(27): 5870-5877.
- Grozea, I., Gogan, A., Vlad, M., Virteiu, A.M., Stef, R., Carabet, A., Damianov, S. and Florian, T. 2015. A new problem for Western Romania: *Metcalfa pruinosa* emiptera: Flatidae. Bulletin UASVM Horticulture, 72(1): 74-80.
- Kahrer, A and Moosbeckhofer, R. 2003. Ein neuer Schädling –*Metcalfa pruinosa* – in Österreich eingeschleppt. Bienenvater 10: 16.
- Kahrer, A., Strauss, G., Stolz, M. and Moosbeckhofer, R. 2009. Beobachtung zur Faunistik and Biologie der vor kurzem nach Österreich eingeschleppten Bläulingszikade (*Metcalfa pruinosa*). Beiträge zur Entomofaunistik, 10:17-30.

- Lauterer, P. 2002. Citrus flatid planthopper, *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae), a new pest of ornamental horticulture in the Czech Republic. *Plant Protection Science* 38(4): 145-148.
- Malausa, J.C. 1999. Un espoir face aux pullulations de *Metcalfa pruinosa*. Introduction en France de *Neodryinus typhlocybae*, parasite larvaire de cette „cicadelle”. *Phytoma*, 512: 37–40.
- Mead, F.W. 1969. Citrus flatid planthopper, *Metcalfa pruinosa* (Say) Homoptera: Flatidae. Florida Department of Agriculture, Division of Plant Industry, Entomology Circular No. 85. 1-2.
- Mihajlović, Lj. 2007. *Metcalfa pruinosa* (Say) (Homoptera: Auchenorrhyncha) a new harmful species for entomofauna of Serbia. *Glacnik Sumarskog Fakulteta, Beograd*, 95, 127-134
- Moosbeckhofer, R., Heigl, H., Kahrer, A., Strauss, G. and Stolz, M. 2009. Untersuchungen zum Auftreten der Bläulingszikade *Metcalfa pruinosa* (Say 1830; Hemiptera, Flatidae), einer in Österreich neuen Honigtauerzeugerin, und die möglichen Auswirkungen auf die Bienenzucht (Investigations on the incidence of *Metcalfa pruinosa* (Say 1830; Hemiptera, Flatidae), a new honeydew producing insect in Austria, and its possible implication on beekeeping). pp. 39. http://www.ages.at/fileadmin/_migrated/content_uploads/Abschlussbericht_Metcalfa_Pruinosa_Bienenzucht_SRL.pdf
- Orosz A. és Dér Zs. 2004. Idejében szólunk a *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) kabóca esetleges megjelenéséről. *Növényvédelem*, 40(3): 137–141.
- Preda, Ch. and Skolka, M. 2011. Range expansion of *Metcalfa pruinosa* (Homoptera: Fulgoroidea) in Southeastern Europe. *Ecologia Balcanica*, 3(1): 79-87.
- Rebek, E.J. 2009. Pest du Jour: Flatid Planthoppers. Pest alerts, Oklahoma State University, 8 (16), 2. <http://entopl.okstate.edu/Pddl/>
- Souliotis, C., Papanikolaou, N.E., Papachristos, D. and Fatouros, N. 2008. Host plants of the planthopper *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) and observations on its phenology in Greece. *Hellenic Plant Protection Journal* 1: 39-41.
- Strauss, G. 2009. Host range testing of the nearctic beneficial parasitoid *Neodryinus typhlocybae*. *Biocontrol*, 54: 163-171.
- Strauss, G. 2010. Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *Journal of Pest Science* 83(4): 381-390.
- Tommasini, M.G., Mosti, M., Dradi, D. and Girolami, V. 1998. Lotta biologica contro *Metcalfa pruinosa* con *Neodryinus typhlocybae*: prime esperienze sull’acclimatazione del parassitoide in Emilia-Romagna. *Inf Fitopatol* 48(12): 51–54.
- Vassarstat net 2015. <http://vassarstats.net/>
- Zangheri, S. and P. Donadini. 1980. Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). *Redia* 63: 301-305.

- Žežlina, I., Milevoj, L. and Girolami, V., 2001. Wasp *Neodryinus typhlocybae* Ashmead – successful predator and parasitoid for reducing the population of flatid planthopper (*Metcalfa pruinosa* Say) also in Slovenia. - *Zbornik Bioteh. Fak. Univ Ljubljana. Kmet.* 77(2): 215-225.

**A tarka szőlómoly (*Lobesia botrana* Denis&Schifferrmüller 1775)
(Lepidoptera, Tortricidae) kártételének és tápnövény választásának
kémiai ökológiája [Review]**

Csáky Júlia*, Marczali Zsolt és Takács András Péter

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

**e-mail: csaky.julia@gmail.com*

Összefoglalás

Hazánk szőlőültetvényeinek hagyományos kártevője a tarka szőlómoly (*Lobesia botrana*), amely manapság főleg Magyarország déli megyéiben okoz jelentős kárt. Három nemzedéke fejlődik ki évente, termésvesztéset főleg a lárva táplálkozása nyomán fellépő kórokozók gombák (pl. szürkepenész, fekete rothadás) okoznak. A lárvák a gombák terjesztésében is részt vesznek, valamint a nőtény szőlómolyok a szürkepenésszel fertőzött szőlőfürtök közelébe rakják tojásaikat. A lárva polifág, de fő tápnövénye a szőlő (*Vitis vinifera*), ezért az imágók számára fontos a fajspecifikus növényi illatanyag elegyek felismerése. A szőlómoly hímek is érzékelik a tápnövény illatanyagait, mert annak közelében nagyobb eséllyel találják rá a nőtényekre.

Kulcsszavak: tarka szőlómoly, *Lobesia botrana*, növényi illatanyagok

Abstract

The European Grapevine Moth (*Lobesia botrana*) is a traditional pest of the Hungarian vineyards, nowadays it causes a serious damage in the Southern part of the country. It completes three generations per year, the yield loss is caused by the larval feeding and the consequential fungal infections (grey mold, black rot). The larvae play an important role in the spreading of the fungi too, and the female moths lay their eggs near the infected clusters. The larvae are polyphagous, but the main food plant is the grapevine (*Vitis vinifera*), and the recognition of grapevine volatiles is essential to this species. The male moths also response to host plant volatiles, because they can find the females easier near the food plants.

Keywords: European Grapevine Moth, *Lobesia botrana*, plant volatiles

A szőlómoly biológiája

A tarka szőlómoly polifág (Bovey, 1966), lárváinak károsítását több mint 40 növényfajról írták már le (Gilligan et al, 2011). Elsődleges kártevő a palearktikus régió hagyományos szőlőtermelő vidékein, gyakran olyan populáció sűrűség növekedésre képes, amely ellen már védekezés szükséges (Anfora et al, 2009). Magyarországon három nemzedéke fejlődik ki.

Az első nemzedék kora tavasszal jelenik meg, amikor a szőlőnek néhány levele van. A szőlőültetvény termőhelyi adottságaitól függően az egyes generációk kifejlődési ideje 1-2 hónap lehet. Imágói általában éjjel aktívak, a párosodás alkonyatkor történik, a tojásrakás 2-3 nappal az első párosodás után következik be. Az első generáció tojásait a virágbimbóra, a fellevelekre, a hajtásokra, vagy a levelekre teszi, a későbbi generációk a szőlőfürtre (Moreau et al, 2010).

A lárvák táplálékának minősége, beleértve a különböző tápnövény fajokat és szőlőfajtákat, változatos megjelenést eredményez az imágóknál (Thiéry és Moreau, 2005; Moreau et al 2006a; 2006b; 2007).

A szőlómoly kártétele

Az egyes generációk is komoly károkat okozhatnak a szőlőfürtökben: kvantitatív és kvalitatív veszteségeket, különösen a fitopatogén szürkepenész (*Botrytis cinerea* Pers) (Roehrich és Boller, 1991) és a fekete rothadás (*Aspergillus* spp.) (Thiéry, 2008) fertőzésének elősegítése miatt. Az ökonómiai veszteségek (amelyeket a kártevő, vagy a különböző gombabetegségek váltanak ki) a lárvák szőlőbogyókon való táplálkozására vezethetők vissza (Thiéry, 2008).

A szőlőbogyó felszínét a lárva károsítja, főleg a két utolsó nemzedék okoz komolyabb problémát a szürkepenész járványszerű elterjedésének elősegítésében. A lárvák a gomba terjesztésében is közrejátszhatnak, mert a konídium képes megtapadni a kutikula függelékain (Fermaud és Le Menn, 1992). Ezen kívül, a táplálkozó lárva elősegíti a gomba micéliumának gyors terjedését és fejlődését (Fermaud és Le Menn, 1989).

Illatanyagok hatása a szőlómolyokra

A gombák képesek olyan illatanyagokat kibocsátani, amelyek csalogató hatással lehetnek a rovarokra (Bengtsson et al, 1981; De Nooij, 1988).

Cozzi et al (2006) bebizonyították, hogy a *L. botrana* károsításának hatására növekszik a szőlőbogyókban megjelenő *Aspergillus* inokulumok mennyisége. Ebben a tekintetben

elmondható, hogy az *Aspergillus* fajok által fertőzött és *L. botrana* által károsított bogyókban magasabb és egyöntetűbb *Aspergillus* populációk figyelhetők meg, mint amelyekben nem volt szőlőmoly kártétel.

Mondy et al (1998) bebizonyította, hogy a *Botrytis cinerea* gomba csalogató hatással van a nőstény szőlőmolyokra. Tojásrakás előtt a nőstények a *B. cinerea*-val fertőzött bogyókat keresik fel, és a petét a fertőzött bogyókhoz legközelebb eső egészséges bogyókra rakják le. Feltételezhető, hogy a *B. cinerea* fontos, ha nem nélkülözhetetlen szerepet játszik a *L. botrana* ásványi anyag igényének kielégítésében, hiszen a szőlő bogyókban képződő fitoszterolokból jutnak hozzá a koleszterolhoz, amely nélkülözhetetlen a vedlési hormonok bioszintéziséhez. Míg Tasin et al (2012) nem észleltek különbséget a *L. botrana* tápnövényválasztásában: összehasonlítva az egészséges és a *B. cinerea*-val fertőzött növényeket.

A tarka szőlőmoly nál a növényi illatanyagok idegrendszeri feldolgozását környezeti hatások indukálják. Ezen faj egymást követő generációi a fő tápnövény (szőlő) különböző (évszakok során változó összetételű) illatanyag elegyekkel kerülnek kapcsolatba (Masante-Roca et al, 2002). A tojásrakással kapcsolatos kísérletben a párosodott nőstények szignifikánsan több tojást raktak a szőlő növény bármelyik illatanyagának, vagy a szintetikus előállított szőlő illatanyagok attraktív dózisának jelenlétekor. Elmondható, hogy a *L. botrana* az illatanyagok alapján választja ki a tojásrakás helyét, valamint a szőlő illatanyagai stimulálják a tojásrakási hajlamot (Anfora et al., 2009). Tasin et al (2006; 2007) azonosították szőlő illatanyag minták gyűjtésénél: a (E)- β -kariofillén, (E)- β -farnezen és (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrién elegyét, amely csalogató hatással rendelkező párosodott nőstényekkel végzett szelcsatorna vizsgálatokban.

Egyedülálló, hogy a szőlőnél nem egyetlen illatanyag komponens váltja ki az antennális aktivitást, a szőlő illatanyagainak elegye van csalogató hatással a párosodott *L. botrana* nőstényekre (Tasin et al., 2004).

Mindazonáltal a nőstényekre csalogató hatással bírnak a gilisztaűző varádics (*Tanacetum vulgare* L.) virágainak illatanyagai is, amely szintén tápnövénye a tarka szőlőmoly (Gabel et al, 1992). A gilisztaűző varádicsból származó néhány komponens, mint a d-limonén, α és β -tujon és a tujilalkohol EAG (Electroantennogram) csápválaszt váltott ki a *L. botrana* nőstényekből (Gabel et al, 1992; 1994). Szabadföldi körülmények között a gilisztaűző varádics illatanyagai gátolták a párosodást és a tojásrakást és csökkentette az imágók élethosszát (Gabel és Thiéry, 1994). További alternatív tápnövényei közül a rozsmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) szerves oldószeres kivonata viselkedési vizsgálatokban csalogatja a szűz tarka szőlőmoly nőstényeket (Katerinopoulos et al, 2005).

A rovaroknál nemek közötti különbségek tapasztalhatók az antennális érzékenységben (Palaniswamy és Gillott, 1986; Hansson et al, 1989).

Von Arx et al. (2011) kimutatták, hogy a *L. botrana* hímek rendelkeznek azzal a képességgel, hogy a növényi illatanyagok széles skáláját érzékeljék, ami nem korlátozódik a *L. botrana* tápnövényre, a szőlő levélzete által kibocsátott 4-komponensű illatanyag keverékét utánozó növények is vonzzák a *L. botrana* hímeket. A szőlőmoly hímek a szexferomonok hiányában is fel tudják ismerni a tápnövényt, hogy felismerjék a helyet, ahol a nőstényekkel való találkozás valószínűsége nagyobb. Továbbá a tápnövény magához vonzhatja a nőstényeket, azután az ő szexferomonjuk keveredik annak a növénynek az illatanyagaival, amelyen tartózkodnak.

Von Arx et al. (2012) megállapították, hogy néhány növényi illatanyag összetevő a *L. botrana* mindkét nemére csalogató hatással van és bebizonyították, hogy a *L. botrana* hímek szexferomonokra adott válaszreakcióit a növényi illatanyagok jelenléte javítja, ami bizonyítékul szolgál arra a feltevésre, miszerint a tarka szőlőmoly hímek felhasználják a tápnövény illatanyagait a párkeresésben.

Hivatkozások

- Anfora, G., Tasin, M., De Cristofaro, A., Ioratti, C. and Lucchi, A. 2009. Synthetic grape volatiles attract mated *Lobesia botrana* females in laboratory and field bioassays, J Chem Ecol 35:1054-1062.
- Bengtsson, G., Erlandsson, A. and Rundgren, R. 1981. Fungal odour attracts soil Collembola, Soil Biol. Biochem. 20:25-30.
- Bovey, P. 1966. Superfamille des Tortocoidae, L'Eudemis de la vigne, 859-887, in A.S. Balachowsky (eds.). Entomologie appliquée à l'agriculture. Masson et Cie Paris. – in: Anfora 2009.
- Cozzi, G., Pascale, M., Perrone, G., Visconti, A. and Logrieco, A. 2006. Effect of *Lobesia botrana* damages on black aspergilli rot and ochratoxin A content in grapes. International Journal of Food Microbiol. 111:S88-S92.
- De Nooij, M.P. 1988. The role of weevils in the infection process of the fungus *Phomopsis subordinaria* in *Plantago lanceolata*, Oikos 52:51-58.
- Fermaud, M. and Le Menn, R. 1989. Association of *Botrytis cinerea* with grape berry moth larvae. Phytopathology 79, 651–656.
- Fermaud, M. and Le Menn, R. 1992. Transmission of *Botrytis cinerea* to grape berry moth larvae. Phytopathology 82, 1393–1398.

- Gabel, B. and Thiéry, D. 1994. Non-host plant odor (*Tanacetum vulgare*; *Asteracea*) affects the reproductive behavior of *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Journal of Insect Behavior* 7:149-157.
- Gabel, B., Thiéry, D., Suchy, V., Marion-Poll, F., Hradsky, P. and Farkas P. 1992. Floral volatiles of *Tanacetum vulgare* L. attractive to *Lobesia botrana* Den. et Schiff. females. *Journal of Chemical Ecology* 18: 693–701.
- Gabel, B., Marion-Poll, F., Suchy, V., Roehrich, R., Hradsky, P. and Thiéry, D. 1994. Olfactory responses of *Lobesia botrana* females (*Lepidoptera: Tortricidae*) to *Tanacetum vulgare* (*Asteracea*) flower extracts and fractions. *Entomological Problems* 25: 1–7.
- Gilligan, T. M., Epstein, M.E., Passoa, S. C., Powell, J. A., Sage, O. C. and Brown, J.W. 2011. Discovery of *Lobesia botrana* ([Denis & Schiffermüller]) in California: An invasive species new to North America (*Lepidoptera: Tortricidae*), *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 113:14-30.
- Hansson, B.S., Van Der Pers, J.N.C. and Löfqvist, J. 1989. Comparison of male and female olfactory cell response to pheromone compounds and plant volatiles in the turnip moth, *Agrotis segetum*. *Physiological Entomology* 14:147-155.
- Katerinopoulos, H. E., Pagona, G., Afratis, A., Stratigakis, N. and Roditakis, N. 2005. Composition and insect attracting activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Chemical Ecology* 31:111-122.
- Masante-Roca, I., Gadenne, C. and Anton, S. 2002. Plant odour processing in the antennal lobe of male and female grapevine moths, *Lobesia botrana* (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Journal of Insect Physiology*, 48:1111-1121.
- Mondy, N., Charrier, B., Fermaud, M., Pracros, P. and Corio-Costet, M.F. 1998. Mutualism between a phytopathogenic fungus (*Botrytis cinerea*) and vineyard pest (*Lobesia botrana*). Positive effects on insect development and oviposition behaviour. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie/Life Sciences*. 321:665-671.
- Moreau, J., Benrey, B. and Thiéry, D. 2006a. Assessing larval food quality for phytophagous insects: are facts as simple as it appears? *Functional Ecology* 20: 592–600.
- Moreau, J., Benrey, B. and Thiéry, D. 2006b. Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European Grapevine moth (*Lobesia botrana*). *Bulletin of Entomological Research* 96: 205–212.
- Moreau, J., Thiéry, D., Troussard, J.P. and Benrey, B. 2007. Reproductive output of females and males from natural populations of European grapevine moth (*Lobesia botrana*) occurring on different grape varieties. *Ecological Entomology* 32: 747–753.

- Moreau, J., Vilemant, C., Benrey, B. and Thiéry, D. 2010. Species diversity of larval parasitoids of the European grapevine moth (*Lobesia botrana*, *Lepidoptera: Tortricidae*): The influence of region and cultivar. *Biological Control*. 54:300-306.
- Palaniswamy, P. and Gillott, C. 1986. Attraction of diamondback moths, *Plutella xylostella* (L.) (*Lepidoptera: Plutellidae*), by volatile compounds of canola, white mustard, and faba bean. *Canadian Entomologist* 118:117-124.
- Roehrich, R. and Boller, E. 1991. Tortricids in vineyards. In: Van der Gesst, L.P.S., Evenhuis, H.H. (Eds.), *Tortricid Pests, their Biology Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 507–514.
- Tasin, M., Anfora, G., Ioratti, C., Carlin, S., De Cristofaro, A., Schmidt, S., Bengtsson, M., Versini, G. and Witzgall, P. 2004. Antennal and behavioral responses of grapevine moth *Lobesia botrana* females to volatiles from grapevine. *J. Chem. Ecol.* 31:77-87.
- Tasin, M., Backman, A. C., Bengtsson, M., Varela, N., Ioratti, C. and Witzgall, P. 2006. Wind tunnel attraction of grapevine moth females, *Lobesia botrana*, to natural and artificial grape odour, *Chemoecology* 16:87-92.
- Tasin, M., Backman, A.C., Coracini, M., Casado, D., Ioratti, C. and Witzgall, P. 2007. Synergism and redundancy in a plant volatile blend attracting grapevine moth females. *Phytochemistry* 68, 203–209.
- Tasin, M., Knudsen, G.K. and Pertot, I. 2012. Smelling a diseased host: grapevine moth responses to healthy and fungus-infected grapes. *Animal Behaviour* 83:555-562.
- Thiéry, D. 2008. *Les tordeuses nuisibles à la vigne*. Féret Publication, Bordeaux, France.
- Thiéry, D. and Moreau, J. 2005. Relative performance of European grapevine moth (*Lobesia botrana*) on grapes and other hosts. *Oecologia* 143: 548–557.
- Von Arx, M., Schmidt-Büsser, D. and Guerin, P. M. 2011. Host plant volatiles induce oriented flight behaviour in male European grapevine moths, *Lobesia botrana*. *Journal of Insect Physiology* 57:1323-1331.
- Von Arx, M., Schmidt-Büsser, D. and Guerin, P. M. 2012. Plant volatiles enhance behavioral responses of grapevine moth males, *Lobesia botrana* to sex pheromone. *J. Chem. Ecol.* 38:222-225.

Cyazypyr® (ciantraniliprol) hatóanyagú magcsávázó szer a káposztalégy ellen (*Delia radicum* L.) őszi káposztarepcében

Molnár István¹, Somlyay István¹, Tóth Elemér¹ és Farkas István²

¹DuPont Magyarország Kft. 2040 Budaörs,

²Vas Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Osztály, Tanakajd

Összefoglalás

Az őszi káposztarepce kártevőinek felszaporodása az inszekticid portfolió fejlesztését igényli, különösen új hatásmechanizmusú készítmények vonatkozásában. A vizsgált ciantraniliprol hatóanyagú magcsávázó készítményt (DPX-HGW86 625 FS) 32; 40; és 50 UAT dózisban teszteltünk. A 40 UAT dózis kielégítő védelmet adott a káposztalégy ellen mindegyik kísérletben. A káposztalégy elhúzó repülése és tojásrakása ellenére a standard és a DPX-HGW86 625 FS 45–65 % hatékonyságot mutatott, mely megfelel arra, hogy a káposztalégy által okozott kárt csökkentse és megelőzze a repce gazdasági veszteségét.

Kulcsszavak: ciantraniliprol, őszi káposztarepce, káposztalégy

Abstract

The increasing pressure of oilseed rape pests emphasizes the need to improve the insecticide portfolio, i.e. register new active ingredients with new mode of action. The tested seed treatment formulation applied at 32; 40 and 50 UAT rate of containing cyantraniliprole as active substance. 40 UAT rate gives acceptable control on cabbage root fly in each trial. Despite of the long lasting flight and egg laying period of cabbage root fly, the standard control products and also this product give 45–65 % efficacy. It is enough to reduce damage of cabbage root fly and prevent economical damage in oilseed rape.

Keywords: cyantraniliprole, winter oilseed rape, *Delia radicum*

Bevezetés

A gyorsan növekvő őszi káposztarepce vetésterület Magyarországon az elmúlt években (2009–2014 között 210000–245 000 ha) a károsítók és kórokozók eltejedését és felszaporodását is elősegítette. A károsítók közül a káposztalégy (*Delia radicum* L.) egyre jelentősebbé vált az őszi káposztarepcében. A kártevő mára már jelentős gazdasági kárt okoz a tradicionálisan szignifikáns repcetermesztő tájegységünkön Nyugat-Magyarországon. A korai károsítók elleni védelem megoldása az egyik legnagyobb kihívás a termeszítők számára. (Bazok et al. 2012, Hommes és Herbst 2014).



1. és 2. ábra. A káposztalégy (*Delia radicum* L.) lárvái és bábjai (foto: Farkas I.)

A repce kártevők felől érkező fokozott nyomás kivédése szükségessé teszi az inszekticid választék fejlesztését. Az új hatásmechanizmusú DPX-HGW86 625 FS csávázó szer engedélyeztetése ezt az igényt támogatja. A készítmény ciantraniliprol (DuPont Cyazypyr®) hatóanyaga a 28-as hatásmechanizmus csoportba tartozik és a rovarizom ryanodine receptor blokkolásával okoz bénulást (Cordova et al. 2006).

A kísérletek célja a DPX-HGW86 625 FS (50% ciantraniliprol) magcsávázószer készítménnyel az volt, hogy az őszi káposztarepce termeszítőknek megoldást kínáljon nemcsak a repcét károsító földibolhák (*Phyllotreta* spp., *Psylliodes chrysocephala*) és a repcedarázs (*Athalia rosae*) hanem a káposztalégy (*Delia radicum*) ellen is.

Anyag és módszer

A hatékonysági vizsgálatokat a repce korai kártevői ellen terveztük. A szántóföldi vizsgálatok (2011–2014) az ország intenzív repcetermesztő területén Nyugat-Magyarországon, Vas

megyében kerültek beállításra (helyi közismert repcefajtákkal mint a PR45 D03) a GEP sztenderdek és a vonatkozó EPPO irányelvek alapján, 4 ismétléses randomizált blokk elrendezésben 25–50 m²-es parcellákon.

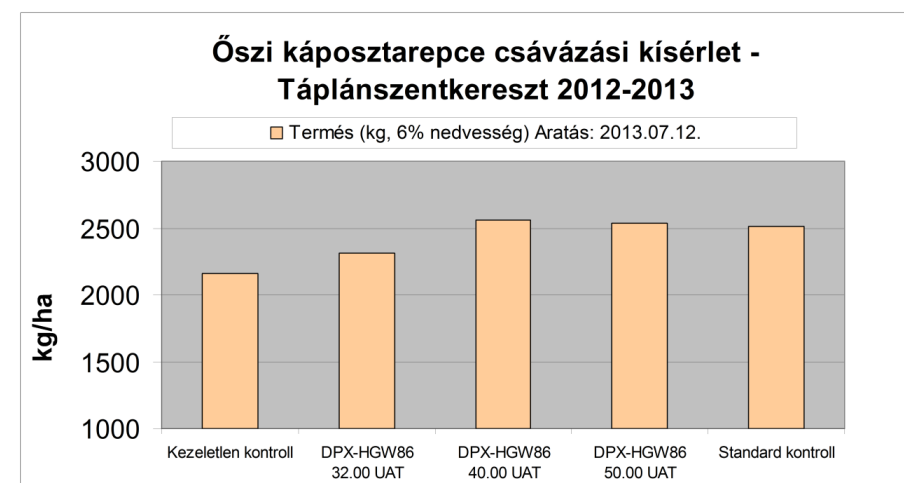
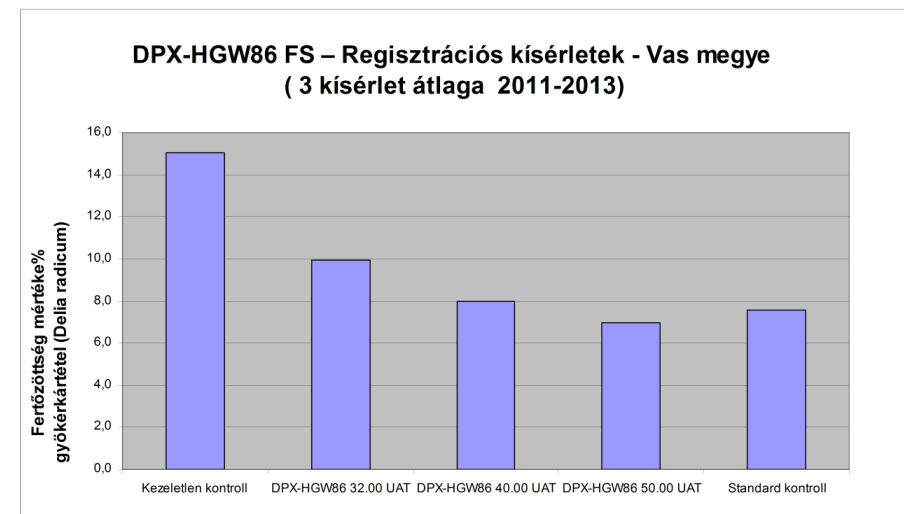


3. és 4. ábra. Minták és erősen lárvakárosított gyökérszet (foto: Farkas I.)

Eredmények

A káposztalégy kártételi nyomása a vizsgált években az időjárástól függően eltérő volt. A sárga pohárcspadák fogási eredményei alapján a kártevő repülése meleg őszi periódus esetén október végéig is elhúzódott.

A káposztalégy általi gyökérvártétel szignifikánsan alacsonyabb volt a 32; 40 és 50 UAT dózisu DPX-HGW86 FS kezeléseknél a kontrollhoz képest. A 40 és 50 UAT dózisok között nem volt szignifikáns különbség. A 40 UAT kezelési szint minden kísérletnél elfogadható védelmet adott a kártevő ellen. A káposztalégy elhúzódó repülése és tojásrakása ellenére a standard és a DPX-HGW86 FS 45–65 % hatékonyságot mutatott, mely elég arra, hogy a káposztalégy által okozott kárt csökkentse és megelőzze a repce gazdasági veszteségét. 40 UAT dózis jó védelmet nyújtott a földibolhák (*Phyllotreta* spp., *Psylliodes chrysocephala*) ellen is. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy egy nagyon erős betelepülés esetén ezen károsítók ellen a levélfelületek inszekticid permetezése is szükséges lehet. A ciantraniliprol hatóanyagú készítmény alkalmazása a rezisztencia menedzsment terén is fontos eszköz mint új hatásmechanizmusú hatóanyag (MoA Group 28) a repce növényvédelmében.



Következtetések

Egy ciantraniliprol hatóanyagot 50 %-ban tartalmazó magcsávázó szer készítmény (DPX-HGW86 FS) került tesztelésre őszi káposztarepcén káposztalégy ellen 32; 40 és 50 UAT dózisban Nyugat-Magyarországon a 2011–2014-es években. Az alkalmazott dózisok közül a 40 UAT dózis kielégítő védelmet nyújtott a standard kontrollhoz hasonlítva a káposztalégy kártétele

ellen. Az engedélyezés alatt levő ciantraniliprol hatóanyag a neonikotinoidok alternatívjaként, illetve rezisztencia menedzsment terén is jelentős lehet hatékonysága és új inszekticid hatásmechanizmusa alapján (MoA 28-as csoport).

Hivatkozások

- Bažok, R., Ceranić-Sertić, M., Igrc Barčić, J., Borošić, J., Kozina, A., Kos, T., Lemić, D. and Čačija M. 2012. Seasonal Flight, Optimal Timing and Efficacy of Selected Insecticides for Cabbage Maggot (*Delia radicum* L., Diptera: Anthomyiidae) Control. *Insects* 2012, 3(4): 1001–1027.
- Cordova, D., Benner E. A., Sacher, M. D., Rauh, J. J., Sopa, J. S. and Lahm G. P. 2006. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pestic. Biochem. Physiol.* 84, 196–214.
- Hommes, M. and Herbst, M. 2014. Investigations on root fly control in Germany in 2010. *IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 107, 2014. 35–41.
- Ahmed, N., Åhman, I., Englund J.-E. and Johansson E. 2011. Effect on radish pests by application of insecticides in a nearby spring oilseed rape field. *Journal of Applied Entomology*, Volume 135, Issue 3: 168–176.

Újabb adatok a mezei pocok (*Microtus arvalis* Pallas, 1778) atkáihoz

Kontschán Jenő

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

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

Összefoglalás

A mezei pocok egyike a legjelentősebb hazai gerinces mezőgazdasági kártevőinknek. Vizsgálataim során két korábban begyűjtött mezei pocok fészek atkafaunáját dolgoztam fel, amelyben 11 atka fajt találtam. A fészkekben megtalált atkákat három csoportba sorolhatjuk (1) mezei pocok parazita atkái, (2) fészkekbe behúzódtott ragadozó atkák és (3) fészkekben élő szaprobita atkák. A fészkek domináns fajai a parazita életmódúak közül kerültek ki. Egy faunára új atkát is találtam, a *Pneumolaelaps antipai* (Solomon, 1968) fajt, amelyről rövid leírást és illusztrációt adok.

Kulcsszavak: Mezei pocok, paraziták, faunára új faj, atkák

Abstract

The common vole is one of the most important vertebrate pest species in Europe and in Hungary as well. Two earlier collected nest of the common vole are investigated, and 11 mite species were recorded. Three groups of the mites are presented: parasitic mites, predatory mites living in the nests and saprobionts. On the basis of this new observation the dominant species belonged to the parasitic species. First record of *Pneumolaelaps antipai* (Solomon, 1968) from Hungary is given with short description and new original illustrations.

Keywords: Common vole, parasites, first record from Hungary, mites

Bevezetés

A mezei pocok (*Microtus arvalis* Pallas, 1778) az egyik legfontosabb gerinces mezőgazdasági kártevő mind hazánkban, mint Európában (Jacob és mtsai, 2014). A mezei pocok alaposan

kutatott faj, a biológiájáról sok információval rendelkezünk és jól ismertek a hatásai a mezőgazdasági területekre is (Briner és mtsai, 2005). Parazitáiról és a fészkeiben előforduló atkáiról viszont kevés információ van, függetlenül attól, hogy a kártevők parazitáinak jelentős szerepük lehet a populációk szabályozásában, esetleges csökkentésében. Borisova és Nazarova (1986) a Volga vidék mezei pocokkal együtt előforduló Mesostigmata atkáiról számolt be, míg Ebdullayeva (2000) a Kaukázus vidékét vizsgálta, de ő csupán az Acariformes rendszorozatra koncentrált. Európából Mašan és Fend'a (2010) összefoglalta a Szlovákia területén élő kismélsős parazita atkákat, és ebben a munkájában számos mezei pocokkal együtt élő atka fajt mutatnak be. Magyarországon egy közlemény foglalkozik a kismélsősökön élő atkákkal (Ambros 1987), ebben a dolgozatban 8 fajt említenek a mezei pocokról.

Jelen vizsgálatnak az volt a célja, hogy képet kapjunk, hogy milyen atkák fordulnak elő a mezei pocok fészkeiben.

Anyag és módszer

Két, korábban Gyöngyöshalász környékén gyűjtött mezei pocok fészket vizsgáltam meg. A begyűjtött fészkeket a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárába szállították és itt helyezték a futtatóra. A már kifuttatott mintákból kiválogattam az atkákat, amelyeket tejsavban, tejsavas-zselatinban, illetve Kaiser konzerváló folyadékban rögzítettem. A rajzokat mikroszkópra szerelt rajzolófeltétellel készítettem el. A vizsgált egyedeket az MTA ATK Növényvédelmi Intézetében és a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárában helyeztem el.

Eredmények

A két fészek atkáinak átvizsgálása során 11 atka fajt találtam, ebből egy faj a hazai faunára új. Nagy egyedszámban volt mindkét mintában a *Laelaps hillaris* C.L. Koch, 1836 (1d. ábra), a *Haemogamasus nidi* Michael, 1892 (1e. ábra) és az *Eulaelaps stabularis* (C. L. Koch, 1839) (1f. ábra) fajok, amelyek a gerincesek jól ismert parazitái. Alacsony egyedszámban találtam további hat ragadozó életmódú atka fajt [*Pneumolaelaps antipai* (Solomon, 1968), *Ameroseius corbiculus* (Sowerby, 1806), *Lasioseius berlessei* Oudemans, 1938, *Lasioseius muricatus* (C. L. Koch, 1839), *Holoparasitus calcaratus* (C. L. Koch, 1839) és a *Leioseius minusculus* Berlese, 1905], egy szerves törmelékkel táplálkozó (*Glycyphagus domesticus* (De Geer, 1771) és egy gombahifa fogyasztó faj (*Trichouropoda* sp.) másodlagos nimfáját mutattam ki.

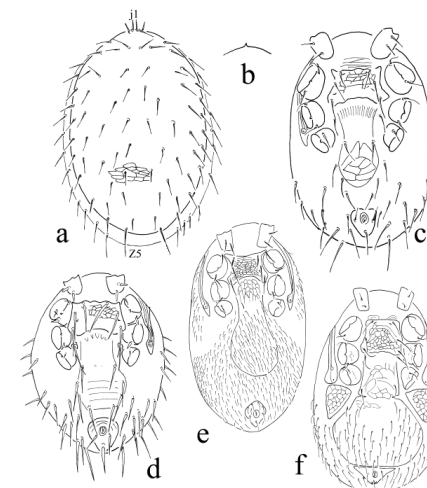
A faunára új faj bemutatása

Pneumolaelaps antipai (Solomon, 1968)

(1a-c. ábra)

Rövid jellemzés: A háti szőrök tű-alakúak, a j1 szőr megközelítőleg olyan hosszú, mint a többi háti szőr. A Z5 szőr jelentősen hosszabb, mint a többi háti szőr és apikális vége finoman pillázott. A háti lemez hálózatos mintázatot visel. A mell lemez és a nőstény ivar lemeze hálózatos struktúrával díszített, a mell lemez alsó szegélye enyhén hullámos. Az anális lemez háromszög alakú, a poszt-anális szőr hosszabb a két adanális szőrnél. A tectum kis csúccsal rendelkezik. A peritréma eléri az első láb csípőjét.

Elterjedése: Európai elterjedésű faj, de nincs sok adata (Karg 1993).



1. ábra. Atkák a mezei pocok fészkekből: a: *Pneumolaelaps antipai* Solomon, 1968 háti nézete, b: episztoma, c: hasi nézete, d: hasi nézete a *Laelaps hillaris* C.L. Koch, 1836 fajnak, e: hasi nézete a *Haemogamasus nidi* Michael, 1892 fajnak, f: hasi nézete az *Eulaelaps stabularis* (C. L. Koch, 1839) fajnak.

Megvitatás

A megtalált atkafajok közül a három parazita faj már jelezték korábban mezei pocokról hazánkban (Ambros 1987), mindhárom faj élősködő életmódja miatt fontos szabályozója lehet a

hazai és az európai mezei pocok populációknak, azonban mennyiségi viszonyaikról nincsenek adataink. Arról sem tudunk, hogy a fellépő mezei pocok gradációt követi-e a parazita atkák egyedszámának a növekedése. A többi megtalált atka faj kapcsolatát a mezei pocokkal eddig nem mutatták ki. A ragadozó atka fajok feltehetően a táplálékuknak számító szaprofita atkák és más apró gerinctelenek miatt tartózkodnak a mezei pocok fészkeiben, míg a szaprobita fajok a fészkekben levő szerves törmelék és az azon élő mikroszkopikus gombák miatt jelenhetnek meg.

A faunára újként megtalált *Pneumolaelaps antipai* faj Karg (1993) szerint európai elterjedésű faj, azonban nagyon kevés információ ismert a fajról. Jellemzően kisemlős fészkekben fordul elő, de hogy mely fajokat preferálja, arról eddig nem született közlemény.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA 108663 pályázat támogatta.

Hivatkozások

- Abdullayeva, E. A. 2000. The Acaroid Mites From the Nests of the Common Vole (*Microtus arvalis*) (Rodentia) of the Lesser Caucasus Within Azerbaijan. Turk. J. Zool., 24: 121-123.
- Ambros, M. 1987. Mites (Acari: Mesostigmata) from small mammals in Hungary. Parasitol. Hung., 20: 99-107.
- Borisova, V. I. and Nazarova, I. V. 1986. Gamasid mites of common voles in the central Volga River region. Parazitologija, 20(3): 208-213.
- Briner, T., Nentwig, W. and Airoidi, J. P. 2005. Habitat quality of wildflower strips for common voles (*Microtus arvalis*) and its relevance for agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 105: 173-179.
- Jacob, J., Manson, P., Barfknecht, R. and Fredricks, T. 2014. Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products. Pest Manag. Sci., 70(6): 869-878.
- Karg, W. 1993. Acari (Acarina), Milben, Parasitiformes (Anactinochaeta), Cohors Gamasina Leach – Raubmilben. Die Tierwelt Deutschland 59 Teil. Gustav Fisher Verlag Jena, 523.
- Mašán, P. and Fend'a, P. 2010. A review of the laelapid mites associated with terrestrial mammals in Slovakia, with a key to European species. Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 187.

A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedésének mennyiségi és minőségi értékelése, képi ábrázolása a Csallóközben 3 évben gyűjtött adatokra támaszkodva

Domonkos Zsolt*, Szabó-Szigeti Veronika és Farkas Anikó

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

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

Összefoglalás

Szlovákiában is az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) a legjelentősebb invazív gyomnövény. Elterjedéséről, a fertőzöttség mértékéről ennek ellenére még nem áll rendelkezésre elegendő információ, amelyek birtokában döntéseket lehetne hozni, stratégiákat lehetne kidolgozni a parlagfű terjedésének megfékezésére, a gyom elleni védekezésre.

Célunk az ürömlevelű parlagfű elterjedésének felmérése, az adatok elemzése és a gócpontok meghatározása volt a vizsgált években.

Csallóközi vizsgálataink (2013-2015) jelentősége egyrészt abban rejlik, hogy elsőként gyűjtöttünk és dolgozunk fel számszerű, a fertőzöttség mértékét jelző adatokat kiegészítve a kísérő gyomflóra alkotóival, másrészt hogy ezen adatok egy része Natura 2000 területekről származik, harmadrészt pedig hogy a képi megjelenítés során szerzett tapasztalataink alapján javaslatot tudunk tenni a jól átlátható, elemezhető kétdimenziós gyomtérkép elkészítéséhez.

Kulcsszavak: ürömlevelű parlagfű, Csallóköz, kétdimenziós gyomtérkép

Abstract

The common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is the most significant invasive weed in Slovakia. There is still not enough information about its spreading and the rate of infestation in order to make decisions, to develop strategies to curb the spread of ragweed and to control the spreading of weeds.

Our studies in the Rye Island (2013-2015) partly lie in the fact that we first collected and processed quantified, the extent of the contamination indicator data. These were supplemented by weed creators. On the other hand, a part of this information comes from Natura 2000 sites. Finally, according to our experience based on the visualization we can make a suggestion to do well, two-dimensional weed maps

Keywords: Common ragweed, Rye Island, two-dimensional weed map

Bevezetés

Kontinensünkön több tényező együttes hatásaként a természetes flóra elemei közt egyre nagyobb számban lelhetőek fel az invazív fajok, melyek közül több az agroökoszisztémák gyomflórájának is alkotójává, meghatározó tagjává válik. E neofiton fajok közül is a legjelentősebb az ürömlévelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.), mely nemcsak mint elterjedt gyom, hanem mint humánegészségügyi kockázati tényező is figyelmet érdemel és kap. Szlovákia legjelentősebb invazív növényfaja is a parlagfű.

A Csallóközben 2013-ban kezdett vizsgálataink (Domonkos és mtsai, 2015) jelentőségét kiemeli, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* fertőzés mértékét számszerűsítő, tudományos vagy tudományos igényű felmérést eddig sem Szlovákiában, sem annak bármely területén nem végeztek annak ellenére, hogy a faj megtelepedésére, megfigyelésére már 2008 óta vannak adatok (Vereš és mtsai, 2011).

A faj megfigyelése kiemelten fontos feladat annak érdekében, hogy megismerjük a terjedését befolyásoló tényezőket, kártételének mértékét a különböző élőhelyeken, és javaslatokat tehessünk a gyom elleni hatékony védekezési stratégiák kidolgozásához. Különös figyelmet érdemelnek a Natura 2000 területekre eső felmérések.

A kor technikai lehetőségeivel élve a gyomosodási adatokat célszerű minimum 2D térképeken láttatni, a változásokat ezek segítségével is nyomon követni.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Szlovákiában, a Csallóközben végeztük. 2013-ban, 2014-ben és 2015-ben nyár végén összesen 506 helyen. Az egyenként 10 m²-es (3,35m*3,35m) mintaterületekhez GPS koordinátákat rendeltünk a későbbi beazonosítás és hitelesség céljából, valamint fotók is készültek. A kvadrátokban megszámláltuk a parlagfű töveket. Az adatokat xls táblázatban

rögzítettük, amelybe a kísérő gyomfajokat is feljegyeztük. Ez utóbbiakat csak névvel szerepeltetjük, számszerű adatokat nem gyűjtöttünk a gyomflóra egyéb tagjairól.

Az egyes években az egyes területeken gyűjtött számszerű adatok mellé egy 11 fokú skálát rendeltünk, amely skálában a 0 azt jelenti, hogy az adott kvadrátban nem találtunk parlagfűvet. Ha valamely kvadrátban a parlagfű tövek száma 1 és 10 közé esett, mellé 1-et írtunk, és így tovább. Amely kvadrátban a parlagfű egyedek száma meghaladta a 90-et, az mellé egységesen 10-es értéket írtunk, bármennyi is legyen a darabszám.

A képi megjelenítés érdekében ESRI (Environmental Systems Research Institute, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA), ArcGIS ArcView és ArcGIS szoftvereket használtunk, valamint Spatial Analyst és ArcGIS 2D Analyst kiegészítő programokat.

A számszerű, mennyiségi minősítést a legújabb felvételezéseket követően ábrázolástechnikai okokból kiegészítettük egy minőségi értékeléssel is, amely alapján az egyes területek parlagfű fertőzöttsége leírható. Ez alapján az egyes területek lehetnek fertőzésmentesek (a számszerű skálán 0 értékkel), kis mértékben (1, 2, 3) vagy közepesen (4, 5, 6) fertőzöttek, valamint beszélhetünk erős (7, 8) és nagyon erős fertőzöttségről (9, 10).

Eredmények

2013-ban 76 helyszínen zajlott felmérés. 2-2- mintaterület cukorrépa állományban valamint repcetarlón helyezkedett el, az összes többi felvételezés gabonatarlón történt. A 76 mintaterületet figyelembe véve az átlagos parlagfű darabszám 24,29 db/10m², az átlagos fertőzöttség gyenge. Ezt az eredményt jelentősen befolyásolja a nagyszámú fertőzésmentes terület (mind gabonatarlónon kijelölt kvadrátok), amelyeket figyelmen kívül hagyva a 2013-as adatok alapján a Csallóközben a parlagfűvel fertőzött területeken a parlagfű átlagos darabszáma 49,89db/10m², azaz a fertőzés mértéke közepes. A tőszám szélső értékei a fertőzött területeken 4 és 102.

A kis számú minta miatt a repcében tapasztalt fertőzésmentesség és a cukorrépa gyenge fertőzöttsége nem mérhető adat. A gabonatarlón kijelölt 72 kvadrátnak pontosan felén, 36 helyszínen nem volt parlagfű, illetve ezen belül 24-en egyáltalán nem jegyeztünk fel gyomosodást. A gabonatarlónon talált, átlagosan 25,06db/10m² parlagfű alapján a fertőzöttség mértéke gyenge. Ha azonban csak azokat a mintaterületeket vesszük figyelembe, amelyekben megtalálható volt a parlagfű, akkor az átlagos darabszám 50,1 db/10m², a fertőzés mértéke a minőségi skálánk szerint közepes.

2014-ben összesen 169 mintaterületen zajlott számlálás. Cukorrépában nem találtunk parlagfűvet (3 minta). Kukoricában 2, lucernában, napraforgóban és parlagon 1-1 mintaterületet

jelöltünk ki. Bár a minták száma ezekben a kultúrákban kicsi, a fertőzöttség mértékét nem hagyhatjuk figyelmen kívül. A lucernát kivéve (magas fertőzöttség) mindegyik említett mintaterületen nagyon magas fertőzöttséget tapasztaltunk. A gabonatarlókon kijelölt, összesen 161 mintaterületen a parlagfű átlagos darabszáma 35,27db/10m², a fertőzés közepes. Ha nem számítjuk be azt a 86, gabonatarlón vett mintát, ahol nem találtunk parlagfüvet, 80,55db/10m² az átlagos tőszám, amely magas fertőzöttséget jelent. Az eredményt a szélsőértékek (egy esetben 400db/10m² parlagfüvet számláltunk), illetve a nagyon magas értékek (190-220 db/m² összesen 7 esetben), valamint az egyes minősítésű mintaterületek száma, aránya jelentősen befolyásolják.

2015-ben a mintaterületek száma: 1-1 kvadrát borsótarlón, silókukorica tarlón, hántott mustártarlón, valamint szójában, 2, hántott borsótarlón 3, napraforgóban 5, repcetarlón 9, parlag területen 48, gabonatarlón 136, hántott gabona tarlón 55 kvadrát. A 261 minta közül 18-ban egyáltalán nem volt gyomosodás. 117 kvadrátban nem találtunk parlagfüvet. Az összes felvételezés átlaga alapján számolva 51,94 db/10m² parlagfű fejlődött 2015-ben. Ha az átlagot csak a fertőzött területekre számoljuk, akkor viszont már 94,74 db/10m² parlagfűről beszélünk. E nagy értékhez jelentősen hozzájárul az, hogy a 144, parlagfüvel fertőzött mintaterületből 53 esetben 100 feletti a 10m²-re eső tőszám, 7 esetben 200db/10m² feletti az érték (max.: 340). A hántott borsótarlón az átlagos parlagfű szám 52,67, napraforgóban 92,8, a szójában 39, repcetarlón 5,44, a parlagokon 78,1 db/10m². A vizsgált összes gabonatarlón (136) átlag 55,51 db/10m² parlagfű található, míg ha csak a fertőzött mintákat vesszük figyelembe (75 db), akkor 99,19 db/10m². Ezen belül 31 esetben 100 feletti tövet jegyeztünk fel (3 esetben 200 felett). A hántott gabonatarlón kijelölt 55 kvadrát közül 35-ben nincs parlagfű. A többiben viszont jelentős a fertőzöttség, így a teljes átlaghoz képest – 27,56 db/10m² – jelentős a parlagfüves területeken számlált átlagos tőszám: 72,19 db/10m², a fertőzöttség magas.

A vizsgált években (2013, 2014 és 2015) kapott eredményeink alapján megállapítható, hogy a régióban a parlagfű előfordulása változatos, a még parlagfű mentes területek mellett egyaránt találhatók gyengén és erősen fertőzött régiók, melyek elhelyezkedése a 2D gyomtérképeken jól körülhatárolható, és átlátható is, amennyiben a módosított, minőségi skála alapján készítjük azt el.

A vizsgált években a parlagfű leggyakoribb kísérő gyomfajai a következők voltak: *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Viola arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *Artemisia vulgaris*, *Setaria pumila*, *Echinochloa crus-galli*, *Mercurialis annua* és *Panicum miliaceum*. A kísérő fajok számának, gyakoriságának stb. statisztikai kiértékelése folyamatban van.

A kísérő gyomok különböző termőhelyeken tapasztalt eltérő fajszerkezetének, a fajösszetételnek, az egyes fajok gyakoriságának statisztikai kiértékelése folyamatban van, egy következő tanulmányunk témáját képezi.

Megvitatás

A Csallóközben tapasztalt parlagfű fertőzöttség és faj terjedése indokoltá teszi a vizsgálatok folytatását és kiterjesztését, a vizsgálati eredményekre alapozott védekezési, megelőzési stratégiák kidolgozását, a hatékony edukációt a lakosság és a termelők körében.

Az ürömlévelű parlagfű elleni védekezés össztársadalmi feladat. Az önkormányzatok és szakhatóságok kiemelkedő szerepe mellett a termelőknek és a lakosoknak az eddigieknél tevékenyebb, tudatosabb közreműködővé kell válnia. A parlagfű jelenlétének regisztrálása után az adatok laikusok számára is érthető közzététele - pl. gyomtérképekre alapozott illusztrált anyagokkal - elengedhetetlen feltétele a sikeres együttműködésnek.

A parlagfű elleni védekezés ugyanakkor határokon átvívelő feladat is a Kárpát-medencében. Csallóköz ökológiai viszonyai nagymértékben hasonlítanak a szomszédos Szigetköz talaj- és éghajlati adottságaihoz. A jövőben e két tájegység parlagfű fertőzöttségének mértéke összevethető, a lehetséges védekezési stratégiák összehangolhatóak.

Fontos célkitűzés továbbá a munka folytatása, a gyomnövény terjedésének figyelése, illetve a védekezési munkálatok sikerességének nyomon követése.

Hivatkozások

- Domonkos Zs. et al. 2015. A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) elterjedésének vizsgálata Csallóközben (Szlovákia) 2013-ban (Distribution of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Rye Island (Slovakia) in 2013. Magyar Gyomkutatás és Technológia 15 (1-2): 19-31.
- Vereš T. et al. 2011. Biology and occurrence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the Slovak Republic. Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra: 46-48.

A parlagfű gyomszabályozásának módszerei

Pölös Endre*, Fekete Evelin és Vojnich Viktor József

Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, 6000 Kecskemét, Erdei Ferenc tér 1-3.

**e-mail: polos.endre@kfk.kefo.hu*

Összefoglalás

A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) Észak-Amerikából behurcolt invazív gyomnövényünk. Jelentős térhódítása hazánkban három döntő problémát okoz: 1, legelterjedtebb gyomnövényként jelentős mezőgazdasági kártételt okoz; 2, az ország lakosságának 20%-át érintő pollenallergia fő kiváltója; 3, a védett és természetes növénytársulások értékes növényfajait kiszorítva jelentős természetvédelmi problémát okoz.

Dolgozatunkban bemutatjuk gyomszabályozásának lehetséges módszereit (agrotechnikai, mechanikai, fizikai, kémiai, biológiai) kiemelve az általunk alkalmazott biológiai allelokemikáliákat tartalmazó bio-herbicides kezelést.

Kulcsszavak: parlagfű, gyomszabályozás, pollen allergia, allelokemikália, bioherbicide

Abstract

The ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) our invasive widespread weed gets in from North American. In Hungary has been a three major problem: 1, our invasive widespread weed major damage in agriculture; 2, cause pollen allergy affecting 20% of the country's population; 3, cause major damage on the conservationist.

In our study has been reveal of possible methods on weeds regulation (agrotechnical). Used the contain allelochemicals exaltation by bio-herbicides treatments.

Keywords: ragweed, weeds regulation, pollen allergy, allelochemical, bioherbicide

Bevezetés

A parlagfű elleni védekezés legfőbb célja a virágzásának, a termésérésének és az életképes magkésztetének a redukálása a talajban. Ezen gyomnövényfaj ellen való védekezési módszereket csoportosíthatjuk az integrált gyomirtás elemei alapján (agrotechnikai, mechanikai, fizikai, kémiai, biológiai), valamint a fertőzött területek típusa szerint pl. mezőgazdasági művelés alatt álló, művelés alól ideiglenesen kivont és nem mezőgazdasági területek (Hunyadi et al., 2000).

Parlagfű Kecskeméten

Az *Ambrosia artemisiifolia* nemcsak gyomnövényként jelent problémát, de az általa kibocsátott pollenek erősen allergén hatással bírnak az arra érzékenyek számára. 1995-ben a Bács-Kiskun Megyei Növény-egészségügyi és Talajvédelmi Állomás egyik munkatársa, Kőrösmezei Csaba felmérést végzett ezzel a gyomnövényfajjal kapcsolatban. A felmért terület nagysága 2229 hektár volt, melynek 11,84 %-án (264 hektáron) talált parlagfüvet. A 264 hektáros területnek a 25,55 %-a erős mértékben, a 19,45 %-a közepesen, a 18,49 %-a gyengébb mértékben, míg a 36,5 %-a szálanként volt fertőzve parlagfüvel. Tehát a felmérésből kiderül, hogy Kecskemét városában szálanként fordult elő leggyakrabban ez az adventín növényfaj, de voltak olyan utcák és területek is, amelyeken közepes vagy erős volt a parlagfű okozta fertőzöttség mértéke. A régi orosz laktanyák területe szintén nagymértékű virágpor-utánpótlást jelent a városban (Hámori, 1995).

A 2014-es adatok szerint Kecskeméten kb. 200 hektáros nagyságú közterületen kell gyommentesítést végezni. Ennek a területnek a 20-30 %-a parlagfüvel fertőzött.

Anyag és módszer

1, Agrotechnikai védekezés

Ennek a módszernek az egyik legjelentősebb eleme a vetésforgó. Az évelő pillangósok, az őszi kalászosok és a silókukorica – kukorica és gabonatóblákban – egyaránt jó gyomelnyomónak bizonyultak.

A talaj tápanyagtartalmának szakszerű utánpótlásával közvetetten csökkenthető az *Ambrosia artemisiifolia* fertőzésének borítás mértéke, hiszen ezáltal a kultúrnövények tápanyagigényét is biztosíthatjuk, aminek következtében gyorsabb lesz a fejlődési ütemük, és jobban képesek a konkurens parlagfüvel tartani a versenyt. Azonban ügyelni kell arra, hogy a magas gyommagtartalmú talajok trágyázása során a gyomnövényfajok (többek között a parlagfű is) a

kultúrnövényekhez képest hamarabb veszik fel a tápanyagokat és nagyobb dózisban, így a kompetíciós képességük is megnő velük szemben.

A mulccsal, fóliával, fűkaszálékkal való talajtakarás szintén jó lehetőséget nyújt a parlagfű elleni védekezésre.

A lakott területeken, ipari parkok környékén füvesítéssel is lehet védekezni ellene.

A nem mezőgazdasági, vagy mezőgazdasági művelés alól ideiglenesen kivont nagy kiterjedésű területeken a legeltetési módszert is lehet alkalmazni.

2, Mechanikai gyomszabályozási módszer

Kisebb területeken (kertekben, virágágyásokban, gyalogutak mentén stb.) a parlagfű virágzása előtti időszakban végzett gyomlálás hatékony (akár 100 %-os hatású) védekezési lehetőséget jelent ennél a gyomnövényfajnál. A kapálás (kézi kapával, gépi rotációs kapával) kis területeken szintén végezhető módszer.

Szántóföldi táblákon azon kultúrnövények esetében, melyek széles sortávolságra vannak vetve egymástól, sorköz kultivátorozást lehet alkalmazni akkor, ha a gyomállomány még nem nőtt magasra.

A lakott és a parlagon hagyott területeken, az árokpartokon és az útszéleken leggyakrabban kaszállással védekeznek a parlagfű ellen. Ennek a módszernek azonban hátránya, hogy a növény nem pusztul el teljes mértékben, ugyanis ha kedvezőek a környezeti viszonyok, képes az alsó levelek nyeleinél található rügyekből újra kihajtani. Megfelelő időzítés esetén, a generatív fejlődési stádiumba induló parlagfű magérlelése 2-3-szori alkalommal elvégzett kaszállással általában meggátolható.

A szántóföldi területeken a tárcsázás is hatásos módszere a mechanikai védekezésnek.

3, Fizikai gyomszabályozási módszerek

A termikus gyomirtást ott célszerű alkalmazni, ahol problémát jelent a vegyszeres védekezés (pl. lakott területeken, nem mezőgazdasági területeken). Ennél a módszernél magas hőmérsékletet alkalmaznak, melynek hatására elhalnak a növényi sejtek teljesen vagy részlegesen, a hőenergia mennyiségétől és a hőhatás időtartamától függően. Ilyenkor a sejtekben visszafordíthatatlanul koagulálódnak a fehérjék és elhalnak. A hőhatású gyomirtásnak különféle módjai vannak: a forró vízzel, a vízgőzzel, az infravörös sugárzással, a gyomperzseléssel, a forró habbal, a lézerrel, a mikrohullámos sugárzással, az árammal való gyomirtás, valamint a szilárd CO₂ vagy cseppfolyós nitrogén felhasználásával végzett fagyasztás, illetve a szolarizációval felmelegített nedves talaj módszere is hatásos védekezést nyújt. Ezek közül a lánggal való

gyomirtás a leggyakrabban használt eljárás, melynek során egy speciális kerámia testet hevít fel a gázláng, amely a hőt infravörös sugárzás formájában átadja a gyomnövényeknek.

4, Kémiai védekezés lehetőségei

A kétszikű parlagfű ellen többféle kémiai gyomirtó szer is hatékonyan alkalmazható. Egyes kultúrákban azonban nincs ellene hatásos herbicid, ilyenkor érdemes más gyomszabályozási lehetőségekkel kombinálni (pl. mechanikai gyomirtással).

5, Biológiai védekezés

Ennek a módszernek az a lényege, hogy az adott gyomnövényfaj ellen, annak eredeti származási helyéről begyűjtik, mesterségesen felszaporítják, majd kijuttatják a meghódított új földrajzi területen a szabadba a kórokozót és a kártevőt. A kijuttatás előtt azonban alaposan megvizsgálják, hogy ezek a kártevők és kórokozók a célnövényen kívül biztosan nem károsítanak-e más növényfajokat (Igrc et al., 1995). Magyarországon a biológiai védekezéssel kapcsolatos kutatások még alapszinten állnak, így a parlagfű ellen ez a módszer még nem elterjedt.

Eredmények

Biológiai parlagfű-mentesítés Kecskeméten és környékén

A Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Karán már 1995 óta folynak kutatások a parlagfűvel kapcsolatban. A több éven keresztül tartó vizsgálatok eredményeként sikerült előállítani azt a természetes, biológiai ágenszt (jelen esetben más növények hatóanyagait) tartalmazó herbicidet, amely saját biológiai fegyverét fordítja a parlagfű ellen. A természetes hatóanyagok előnye, hogy kevésbé toxikus, nem halmozódik fel az élővizekben és a talajban, valamint természetes lebomlási láncolata van. Ezzel a bio-herbiciddel szemben a herbicidnek olyan szintetikus úton előállított gyomirtó szerek, amelyeknek lassú a lebomlási folyamatuk, feldúsulhatnak az élővizekben és a talajban, és jelentős humán egészségügyi gondok kiváltói lehetnek (Pölös, 2015).



1. ábra. Permetezés bioherbiciddel (Forrás: saját fotó)

Megvitatás

A bioherbicid előnye, hogy kevésbé toxikus, nem halmozódik fel az élővizekben és a talajban, valamint természetes lebomlási láncolata van. 2015 nyarán a Bolyai János Gimnázium előtt található (1. ábra), Kecskemét Önkormányzatával közösen kijelölt kísérleti területen hasonlóan sikeres eredmények születtek a parlagfű elleni biológiai védekezésben. A bio-herbicid összetétele és hatásmechanizmusa szabadalmaztatási eljárás alatt van, ezért nem áll módunkban további részleteket közölni.

Hivatkozások

- Hámori, B. 1995. A parlagfű Kecskeméten. Élet és Tudomány, No. 38. pp. 12-14.
- Hunyadi, K., Béres, I., Kazinczy, G. 2000. Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Igrc, J., Deloach, C. J., Zlof, V. 1995. Release and establishment of *Zygogramma saturalis* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) in Croatia for control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Biological control. No. 5. pp. 203-208.
- Pölös, E. 2015. Biológiai módszerrel történő parlagfű-mentesítést kísérletezett ki a Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kara. Mezőhír

A csattanó maszlag (*Datura stramonium* L.), a fenyércirok (*Sorghum halepense* (L.) Pers), és az olasz szerbtövis (*Xanthium italicum* Mor.) allelopatikus hatása kukoricára

Tóth Máté István^{1*} és Nádasyné Ihárosi Erzsébet²

¹Növénypathyka Kft., 7400 Kaposvár Damjanich u. 47.

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

*e-mail:toth.mate.istvan@gmail.com

Összefoglalás

Kísérleteinkben a *Datura stramonium*, *Sorghum halepense* és a *Xanthium italicum* allelopatikus hatását vizsgáltuk. Mindhárom faj adventív, a fenyércirok és az olasz szerbtövis pedig özönnövénynek számít, és bizonyítottan rendelkeznek allelopatikus hatással.

Vizsgálataink során a három gyomnövény gyökeréből és hajtásából készített vizes kivonatok hatását tanulmányoztuk kukorica (*PR37F80*) tesztnövényen, laboratóriumi in vitro bioteszt vizsgálatokban. Értékeljük a csírázási százalékot, és mértük a csíranövények hajtásának- és gyökerének hosszúságát.

Mindhárom gyomnövény gyöker- és hajtáskivonata csökkentette a kukorica csírázási százalékát. A hajtás és a gyökér hosszúsága egyes kezelések hatására növekedett, más esetekben pedig csökkenő tendenciát mutatott.

Kulcsszavak: *Datura stramonium*, *Sorghum halepense*, *Xanthium italicum*, kukorica, allelopátia

Abstract

Allelopathic effect of *Datura stramonium*, *Sorghum halepense* and *Xanthium italicum* were examined in biotest under laboratory conditions. There are adventives plants, furthermore *Sorghum halepense* and *Xanthium italicum* are invasive weed species. All of them continuously cause damages on a large part of our fields. The strong allelopathic effect of these three plants is proven. During our trials we examined the allelopathic effect of extractions prepared from roots and leafy stems of the weeds on corn (*PR37F80*). The aqueous extracts of three plants reduced the germination % of the corn. In some cases

the shoot and root length were increased, in other cases, the length were decreased depending on the concentration of the extractions.

Keywords: *Datura stramonium*, *Sorghum halepense*, *Xanthium italicum*, maize, allelopathy

Bevezetés

A gyomnövények allelopátiája nagymértékben befolyásolja a kultúrnövény fejlődését, és az adott tábla gyomviszonyait.

A csattanó maszlag Magyarország területén mindenhol előfordulhat. Felszaporodása az elmúlt 20 évben töretlenül folyik. A veszélyes gyomnövények közé sorolják, amit a 6,3-as veszélyességi indexe is jelez. A legfontosabb tíz faj között szereplő, adventív gyomnövény.

A növény minden része mérgező, és allelopátiás hatással bír. A legerősebb allelopatikus hatása a termésnek van. A fő hatóanyagai a szkopolamin, hioszciamin és az atropin (Korsmo, 1930; Weaver-Warwick, 1984). A levelek szárazanyag tartalmának átlagosan 0,4% alkaloida, a magvak esetében ez 0,405%. Béres (1983) megállapította, hogy a leveles részekből és a magvakból készített vizes kivonat szignifikánsan csökkentette a rost- és olajlen, a cukorrépa, a sárgarépa, a mustár és a petrezselyem csírázását. Vizsgálatai alapján a talajba kerülő növénymaradványok is allelopatikus hatásúak (Béres 2000).

A fenyércirok északi elterjedésének határa Magyarország. A világon a hatodik legfontosabb gyomnövény. Az 5. Országos gyomfelvételezés alapján az összesített fontossági sorrendben a 14. helyen állt. Hazai gyors felszaporodásának fő okai az utóbbi évtizedek enyhe időjárása, a vetőmaggal és a gépekkel történő behurcolás a földterületekre.

Allelopatikus hatását több kultúrnövényrel és gyomnövényrel végzett kísérletben bizonyították (Mikulás, 1984). A fenyércirok rizómáiban található allelolokemikáliák a következők: „*p-hydroxybenzaldehyd*, *p-hydroxybenoesav*, *vanilin*, *p-hydroxyacetophenon*, *p-hydroxyphenylesav*, *p-hydroxyphenylacetone*, *p-kumarinsav*, és *a ferulasav*” (Mainx és mtsai., 1983).

Az olasz szerbtövis a folyók partján történő vízmozgás következtében a hullámterekről az árterekre, onnan a szántóföldekre került. A termése és csíranövénye erősen mérgező. A fokozott műtrágya használat és az atrazin típusú növényvédőszer használatának megszűnése segítette a felszaporodást. Fő kártételként kiemelhető, hogy morfológiájából adódóan erős kompetitora a kultúrnövényeknek. Allelopatikus hatása segíti a terjedését és a megtelepedését. A hatását felelős vegyületek a kumarinsavak, kumarinok és fahéjsavak (Chon és mtsai). Levele és a szára az emberi bőrrel érintkezve allergiás reakciót vált ki.

Anyag és módszer

A 2013-2014-ben laboratóriumi biotesztet (bioassy) kísérletekben vizsgáltuk a csattanó maszlag (*Datura stramonium* L.), fenyércirok (*Sorghum halepense* (L.) Pers), és az olasz szerbtövis (*Xanthium italicum* Mor.) allelopatikus hatását kukorica csírázására és növekedésére. A kísérleteket 2013 októberében, 2014 februárjában és márciusában állítottuk be a Pannon Egyetem Gerogikon Kar, Növényvédelmi Intézetének laboratóriumában.

A csapvizes kivonatok elkészítéséhez a gyomnövények hajtását és a gyökereket használtuk fel. A növényeket frissen gyűjtöttük Kaposvár és környékéről, tisztítása után azonnal lefagyasztottuk, és a felhasználásig -15°C -on tároltuk. A kivonatok készítéséhez a növényi részeket homogenizáltuk, és csapvízzel extraháltuk. A kivonatok 24 óra eltelte után szűrtük, majd azonnal felhasználtuk. Az alkalmazott töménységek az alábbiak voltak mindhárom gyomnövény esetében: 25 g, 50 g és 75 g növényi rész/1000 ml víz.

A kísérleteket az „MSZ 6354-3 Vetőmag vizsgálati módszerek, Csírázóképeség meghatározása” című szabvány alapján végeztük 4 ismétlésben, ismétlésenként 50 db kukorica magot (PR37F80) vizsgálva. A magokat Petri csészébe szűrőpapírra helyeztük és 15 ml kivonatot, a kontrollhoz 15 ml csapvizet adagoltunk. A csíráztatás WTB- Binder KB 115 típusú hűtött lég termosztátban, 20°C -on, sötétben történt.

A kísérletet a 4. és a 7. napon értékeltük. Vizsgáltuk a növények csírázási %-át, és az abnormális csírák számát, a primer gyökerek és a hajtások hosszát. A mérési adatokat Microsoft Office Excel 2010 program segítségével elemeztük egytényezős varianciaanalízissel ($p \leq 0,05$).

Eredmények

A kukorica csírázási százalékát vizsgálva megállapítottuk, hogy a fenyércirok gyökérkivonata rendelkezik a legerőteljesebb allelopatikus hatással. A *Sorghum halepense* gyökérkivonata a kukorica teszt növények csírázását átlagosan 58%-kal csökkentette a kontrollhoz képest (1. táblázat). A csírázási % csökkenése egyezik Dobszai (2010) megállapításával, miszerint a fenyércirok erős csírázás gátló hatással rendelkezik. A hajtások hossza minden esetben szignifikánsan csökkent, a hajtások töredezetek voltak. Az 5%-os kezelés során rendellenes spirális csavarodást, torzulást észleltük. Mikulás (1981) *Amaranthus retroflexus*-al végzett kísérleteiben hasonló abnormális csírákat észlelt. Az emelkedő koncentrációjú oldatok hatására egyre kevesebb gyökér képződött és ezek rothadásnak indultak. A 7,5% és 5%-os rizóma kivonatok pedig nagyon erős gátló hatást fejtettek ki a teszt növények gyökér- és hajtás

fejlődésére. Eredményeink megegyeznek a korábbi vizsgálatokéval (Kovács, 1972; Mikulás, 1981; Dobszai, 2010).

A következő az allelopátiás hatás erősségében a csattanó maszlag gyökérkivonata volt. A kukorica csírázását átlagosan 30%-ban gátolta. Növekedését ugyanakkor serkentette, leginkább a 2,5% koncentráció. Serkentő hatását Geiger és mtsai, (2013) is bizonyították vizsgálataikban. Feltételezések szerint a serkentő hatás fő oka hogy a csattanó maszlag N- tartalma magasabb, mint a kultúrnövényeknek, így tápoldatként is tudja hasznosítani a kivonatokat (Cavero és mtsai, 1998).

A vizsgált fajok közül a leggyengébb allelopátiás hatást az olasz szerbtövis gyökérkivonata fejtette ki. A kivonat a kukorica csírázási százalékát 24%-kal csökkentette. A 2,5%-os kezelés a gyökerek fejlődésére pozitív hatással volt (14%-kal nőtt a gyökérhossz). A *X. italicum* gyökérkivonat serkentő hatását korábban Dávid és Radóczy (2005) igazolta.

A hajtás kivonatok vizsgálata során a legerősebb csírázás gátló hatással a csattanó maszlag rendelkezett, 27-36,5 %-kal csökkentette a kukorica csírázását a kontrollhoz képest (2. táblázat). Ezt követte az olasz szerbtövis (29%), majd a fenyércirok (28 %).

A 2,5%-os és 5%-os csattanó maszlag kivonatok serkentették a kukorica hajtásnövekedését, a gyökerek fejlődését viszont kismértékben visszafogták. Béres, (1983) valamint Nádasyiné és Gerlinger (2013) hasonló megállapításokat tett.

A hajtás, még inkább a gyökér fejlődését a fenyércirok 2,5 %-os kezelése erősen visszafogta. Az 5% és 7,5%-os kivonatok kissé fokozták a hajtás növekedését, gyökereket viszont gátolták.

1. táblázat. A vizsgált gyomnövények gyökérkivonatainak hatása a kukoricára

	kontroll	DATST			SORHA			XANIT		
		2,5%	5%	7,5%	2,5%	5%	7,5%	2,5%	5%	7,5%
csírázási %	92	58	68	59	44	33	24	63	68	73
hajtás (mm)	65,2	72,1	68	69,6	53,4	44,3	36	64,8	65	65,8
gyökér (mm)	108,2	133,7	128,8	49,8	16,8	10	123,4	123,4	106,3	120,4

2. táblázat. A vizsgált gyomnövények hajtás kivonatainak hatása a kukoricára

	kontroll	DATST			SORHA			XANIT		
		2,5%	5%	7,5%	2,5%	5%	7,5%	2,5%	5%	7,5%
csírázási %	92	65	58,5	55,5	62	71,5	58	62	64	63
hajtás (mm)	65,2	70,7	71,5	61,4	55,6	68,6	78,5	73,1	47,3	50
gyökér (mm)	108,2	97,4	94,7	97,4	58	93,1	91,2	94,8	69	47,5

Az olasz szerbtövis leveles szár kivonatok a kukorica csírázását jelentősen gátolták. Az 5 és legfőképpen a 7,5%-os kivonat erőteljes gátló hatást fejtett ki a hajtásra és a gyökerekre egyaránt, és a gyökérszőrök is kisebb mértékben képződtek. Dávid- Radóczy, (2005) kísérleteiben is jelentkezett serkentő és gátló hatás is az olasz szerbtövis kivonatok hatására.

Megvitatás

Vizsgálataink során a csattanó maszlag (*Datura stramonium*), a fenyércirok (*Sorghum halepense*) és az olasz szerbtövis (*Xanthium italicum*) gyökereiből és hajtásaiból készített csapvizet kivonatok allelopátiás hatását tanulmányoztuk kukorica (PR37F80) kultúrnövényen, laboratóriumi in vitro bioteszt kísérletekben.

Kísérleteink bizonyították, hogy az általunk vizsgált gyomnövények mindegyike allelopátiás hatással rendelkezik. A gyökér kivonatok közül a legerősebb allelopátiás hatással a fenyércirok bír. A rizómákból készített 5% és 7,5%-os kivonatok fejtették ki a legerőteljesebb csírázás- és növekedés gátló hatást. A csattanó maszlag a csírázást gátolta, de a növekedést serkentette. Az olasz szerbtövis a csírázást erősen gátolta, a növekedést kevésbé befolyásolta.

A hajtás kivonatok vizsgálatánál az olasz szerbtövis rendelkezett a legerősebb allelopátiás hatással. Az 5%-os és a 7,5%-os oldatok erőteljes gátló hatást fejtettek ki a kukorica hajtás- és gyökérnövekedésére. Ezt követte a fenyércirok, majd a csattanó maszlag.

A vizsgált gyomnövények gyökereinek és hajtásának allelopátiás hatását összehasonlítva arra a következtetésre jutottunk, hogy a gyökérkivonatok erőteljesebb csírázás gátló hatással rendelkeznek, mint a leveles szár kivonatok. A szántóföldi művelés során gyomnövények gyökere sok esetben a talajban marad, és ott bedolgozásra kerül így ennek az eredménynek nagy jelentősége van gyakorlati szempontból is.

A növények allelopátiás hatását több tényező is befolyásolhatja. A különböző-, termőhelyen, időpontban és fenológiai stádiumban gyűjtött növények allelopátiás potenciálja eltérhet egymástól. Az allelopátiás vegyületek koncentrációja nagymértékben függ az abiotikus és a biotikus tényezőktől is (Dávid- Radóczy, 2005).

A továbbiakban szükséges lenne a vizsgált gyomnövények allelopátiás hatását üvegházi és szántóföldi kísérletekben is tanulmányozni, mivel a környezeti tényezők módosíthatják az allelopátiás hatás kifejtését.

Hivatkozások

- Béres I. 1983. *Datura stramonium* biológiája. Növényvédelem 19 (12): 535-540.
 Béres I. 2000. Allelopátia. In: Hunyadi K.- Béres I.- Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 307-320.

- Cavero, J., Zaragoza, C., Suso, M. L. and Pardo, A. 1998. Competition between maize and *Datura stramonium* in an irrigated field under semi-arid conditions. *Weed Research* 39: 225-240.
- Chon, S. U., Kim, Y. M. and Lee, J. C. 2003. Herbicidal potential and quantification of causative allelochemicals from several Compositae weeds. *Weed Research*, 43. 444-450.
- Dávid I. és Radócz L. 2005. Az olasz szerbtövis allelopátiájának vizsgálata cukorrépa teszt növényeken. *Agrártudományi Közlemények*, 16. Különszám 75.
- Dobszai T. V. 2010. A Fenyércirok (*Sorghum halepense* /L./ Pers.) jelentősége, biológiája, kártétele és vegyszeres gyomirtásának lehetőségei. Doktori (Phd) értekezés, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely
- Geiger B., Málnási Cs. G., Dorner Z. és Szalai M. 2013. A *Datura stramonium* L és a *Solanum dulcamara* L. gyomnövényfajok magbiológiai vizsgálatai és a *D. stramonium* allelopátiája Bioassay tesztekben. *Növényvédelem* 49 (10): 447- 454.
- Korsmo, E. 1930. Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. 130 J. Springer Verlag, Berlin.
- Kovács M. F. 1972. Dhurrin, a fenyércirok rizóma kivonatából meghatározott allelopatikus anyag. In: Kádár A.: A *Sorghum halepense* biológiája és az ellene való védekezés. Témadokumentáció. MÉM-Információs központ. Budapest. 2. 9.
- Mainx, H. G. und Tauscher, B. 1983. Allelopathische Wirkingen-Chemie und Biotest. *Biologische Testverfahren in der Herbologischen Forschung*. Ber. Fachg. Herbologie, Heft 24. 221-227.
- Mikulás J. 1981. A fenyércirok (*Sorghum halepense* L.) allelopátiája a gyom és kultúrnövényekre. *Növényvédelem* 17, 413-418.
- Nádasyiné I. E. és Gerlinger É. 2013. A szőrös disznóparéj és a csattanó maszlag allelopatikus hatása a paradicsomra és az uborkára. 59. Növényvédelmi Tudományos Napok. Elektronikus kiadvány, 71.
- Weaver, S. E. and Warwick, S. I. 1984. The biology of Canadian weeds. 64 *Datura stramonium* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 64: 979-991.

A kukorica és a kölesfajok kompetíciós képességének tanulmányozása tenyészedényes kísérletben

Pásztor György* és Nádasyiné Ihárosi Erzsébet

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

**e-mail: pasztor018@freemail.hu*

Összefoglalás

A köles, mint gyűjtőfogalom egy rendkívül fajgazdag csoportot takar, mely az egész világon elterjedt. Megtalálható ruderaliákon, réteken, az utóbbi években jelent meg búza- illetve repceültetvényekben is, mégis legnagyobb jelentősége kukoricában van, és erős kompetítora lett annak. Amennyiben megfelelő csapadékmennyiséget kap, a teljes vegetációs időszakban képes csírázni, mégis a legnagyobb problémát a kukoricával egy időben, tömegesen csírázó köles jelenti. Amennyiben az egyedsűrűsége elég nagy, komoly károkat tud okozni szántóföldjeinken. Kísérletünk során a *Panicum miliaceum*, *P.ruderales* és a *P. riparium* kompetíciós képességét vizsgáltuk additív módszerrel tenyészedényes kísérletben. Eredményeink alapján különbséget tapasztaltunk az egyes köles fajoknak a kukorica fejlődésére gyakorolt hatása között, továbbá az adott fajon belül a különböző termőhelyekről származó minták között is. Ezért fontos lenne felmérni a magyarországi köles állományokat, illetve felmérni a fajon belüli morfológiai különbségeket.

Kulcsszavak: *Panicum miliaceum*, *P.ruderales*, *P. riparium*, kukorica, kompetíció

Abstract

Millet is a very species-rich group, which spread throughout the world. We can find it on ruderals, meadows, and over the last few years we have seen it in wheat and rape, but it has the greatest importance in maize. The different millet species was cultivated long before and is cultivated today too, the species have well adapted to corn production technology and are also strong competitor of maize.

We made a research to prove, that the different millet species are strong competitor of maize. We have investigated 3 millet species, and made a pot experiment with additive method. We

placed in all pots 5 maize seed and 5, 10 and 20 millet seed. Later we had investigated the competition ability of millet sprouts.

Keywords: *Panicum miliaceum*, *P. ruderales*, *P. riparium*, maize, competition

Bevezetés

A köles termesztése több ezer éves múltra tekint vissza. Egyik legősibb kultúrnövényünk, melyet elsőként Kínában termesztettek. Innen terjedt tovább elsőként az észak-indiai területekre, később a Kaukázus környékére. Magyarországon és Közép-Európában a újkőkorszakban szintén termesztették (Czimer-Hartmann, 2005).

A *Panicum miliaceum* a Kárpát-medencén kívül is előfordul valamennyi kukoricatermesztő körzetben. Fő előfordulási helye Parechetti (1973) szerint az USA és Kanada kukoricatermesztő övezete.

A Kárpát-medencében a *P. miliaceum* az egyik legrégebb kultúrnövényünk. A kukorica monokultúras termesztése nagyban hozzájárult a köles gyomnövényként való elterjedéséhez, mivel kukoricaállományban minden tekintetben megtalálja életfeltételeit (Czimer-Csala, 1974).

A frissen beérett köles magvak vitalitása nagy, csírázásbiológiájuk viszont fajoként eltérő. A termesztett kölesnek nincsen magnyugalmi állapota, a szemek 30 napos utóérést követően közel 100 %-ban csíráznak (Csala, 1975; Eberlein et al, 1990; Czimer-Hartmann, 2005). A köles melegigényes növény. Csírázásához 10 °C körüli talajhőmérséklet és a súlyának 20-30 %-át kitevő mennyiségű víz szükséges (Baksai Tóth-Láng, 1952; Láng, 1965). Tömeges elterjedésének egyik oka, hogy igen sok szemtermést érlel évről évre. A szemtermések a talajművelések során a mélyebb rétegekbe kerülve kényszernyugalomban vészlik át a számukra kedvezőtlen feltételeket, majd a következő év tavaszán - amelyik kultúrában megtalálják életfeltételeiket - csírázni kezdenek (Czimer-Hartmann, 2005). Williams és Harvey (2002) megfigyelései alapján ha egy területen folyamatosan meg tudnánk akadályozni a köles magképzését, akkor is legalább 9 évre lenne szükségünk, hogy a gyommagkészlet kimerüljön.

A *P. miliaceum* a kelés stádiumában 6 cm hosszú gyökeret fejleszt, amely 42 nap múlva elveszti táplálékfelvételi funkcióját és azt a 2-3 cm-es mélységben lévő mellékgyökerek veszik át (Sárkány, 1978).

Anyag és módszer

2014 áprilisában additív módszerrel tenyészedényes kísérletet állítottunk be, mely során három kölesfaj kompetíciós képességét vizsgáltuk. A kísérletet a Pannon Egyetem Georgikon Karának Növényvédelmi Intézetében végeztük, üvegházi körülmények között. A drénezett tenyészedényekbe 2 kg átrostált, légszáraz talajt helyeztünk. Ezután minden tenyészedénybe 5 db kukoricamagot vetettünk, valamint a 3 kölesfaj 2-2 mintájából helyeztünk a cserepekbe 5, 10 illetve 20 db magot négy ismétlésben. A kukorica és a köles fajok vetése egy időben történt, mellyel modellezni szeretnénk volna a szántóföldi körülményeket. A vizsgált minták a következők voltak: egy 1985-ös és egy 2013-as tarjáni *Panicum miliaceum*, egy 2010-es *Panicum ruderales* minta Keszthelyről, és egy 2012-es Pusztadobosról, valamint két *Panicum riparium* minta 2010-ből, Mérkről illetve Nagykállóról. A magok elhelyezése után annak érdekében, hogy azok ne mosódjanak ki, szűrőpapírt fektettünk a talajra.

A kísérlet egy hónap után került bontásra, amikor meghatároztuk a kukorica és a köles növények hajtáshosszát, valamint friss hajtás- és gyökértömegét, később pedig a légszáraz hajtás- és gyökértömegét.

Eredmények

Hajtáshossz

A *P. miliaceum* egyedszámának növelésével a köles és a kukorica hajtáshossza egyaránt csökkent, a 20 köles növényt tartalmazó tenyészedényekben 30, illetve 65%-kal (1. táblázat).

A két *P. ruderales* minta esetében hasonló eredményeket kaptunk. A pusztadobosi minta növényei egymással is erősen versengtek, ezért a hajtás hossza 43%-kal csökkent a 20 kölest tartalmazó tenyészedényben az 5 db növényt tartalmazóhoz képest.

A *P. riparium* kisebb magvú, kisebb termetű faj, ezért lassabban növekedett, hajtáshossza elmaradt a másik két fajétól. A köles hajtáshossza az egyedszám növelésével kissé növekedett, a növények felnyurgultak a fényért való kompetícióban. A kölessel keverten fejlődő kukorica hasonlóan viselkedett.

1. táblázat. A kukorica és a köles fajok hajtáshosszának változása

Hajtáshossz (cm)	Kontroll	5db köles/cserép		10 db köles/cserép		20 db köles/cserép	
	Kukorica	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles
PANMI 1985	72,12	72,79	64,1	64,3	50,8	51,04	53,14
PANMI Tarján	72,12	51,2	40,7	42,45	29,05	35,56	33,11
PANRU Keszthely	72,12	57,6	37,2	58,75	36,28	53,9	30,7
PANRU Pusztadobos	72,12	72,33	63	36,54	42,13	38,1	36,43
PANRI Mérk	72,12	48,25	25,3	43,8	25,58	63,65	27,94
PANRI Nagykálló	72,12	61,9	28,3	65,22	30,83	66,65	25,6

Hajtástömeg

A 2. táblázatban ismertetjük a friss-, majd alatta a légszáraz hajtástömeget.

A két *P. miliaceum* mintánál eltérő eredményeket kaptunk. Míg az 1985-ös mintánál a kukorica friss hajtástömege folyamatosan csökkent a kontrollhoz képest (64% csökkenés a 20 kölest tartalmazó tenyészedényekben az 5 db-ot tartalmazóhoz képest), addig a tarjáni mintánál a 10 db kölest tartalmazó kezelésben kiugróan magas, 48%-kal nagyobb volt a kukorica friss hajtástömege az 5 db kölest tartalmazó kezeléshez képest. A légszáraz hajtástömeg a köles és a kukorica esetében a friss hajtástömeghez hasonlóan alakult, folyamatos csökkenő tendenciát mutatott.

A két *P. ruderales* minta esetében is különbséget tapasztaltunk. A keszthelyi minta kukorica növényeinek friss hajtástömege a köles egyedszámának növelésével kisebb mértékben csökkent, a pusztadobosi minta hatására erőteljesen csökkentést tapasztaltunk (82% ill. 84%). A légszáraz hajtástömeg is hasonlóan változott.

A *P. riparium* minták friss- illetve száraz hajtástömegei a hajtáshosszhoz hasonlóan jelentősen elmaradt a másik két fajtól.

2. táblázat. A kukorica és a köles fajok friss- és száraz hajtástömege 1 db növényre vonatkoztatva

Hajtástömeg (g)	Kontroll	5db köles/cserép		10 db köles/cserép		20 db köles/cserép	
	Kukorica	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles
PANMI 1985	10,87 1,08	8,93 1,01	3,03 0,38	6,89 0,91	1,88 0,30	4,13 0,69	1,51 0,23
PANMI Tarján	10,87 1,08	2,72 0,3	1,43 0,23	7,22 1,05	0,96 0,14	2,16 0,29	0,59 0,09
PANRU Keszthely	10,87 1,08	6,6 0,84	0,93 0,15	7,17 0,82	1,01 0,14	5,71 0,6	0,7 0,09
PANRU Pusztadobos	10,87 1,08	9,24 1,62	2,7 0,47	1,98 0,31	1 0,2	2,15 0,36	0,59 0,13
PANRI Mérk	10,87 1,08	4,97 0,65	0,72 0,12	4,56 0,58	0,43 0,07	10,3 1,26	0,45 0,07
PANRI Nagykálló	10,87 1,08	10,74 1,42	0,41 0,07	9 0,89	0,47 0,08	9,77 1,35	0,31 0,06

Gyökértömeg

A *P. miliaceum* hatását vizsgálva a kukorica gyökértömegére hasonló tendenciát tapasztaltunk (3. táblázat), mint a hajtástömeg változásakor. A két *P. miliaceum* minta növényeinél mind a friss, mind a légszáraz gyökértömeg csökkenést mutatott, a legnagyobb mértékűt a 20 db kölest tartalmazó tenyészedényeknél tapasztaltuk. A köles növénykéek a növekvő egyedszámmal párhuzamosan egymás kompetitorai is lettek.

A két *P. ruderales* mintánál a hajtástömeghez hasonlóan a keszthelyi minta esetében a kukorica gyökértömegének változása tendenciájában megegyezett a *P. miliaceum*-éval, míg a pusztadobosi minta hatására ugyanolyan erőteljes gyökértömeg csökkenést tapasztaltuk, mint a hajtástömeg esetében. Az 5 db kölest tartalmazó tenyészedényekhez képest a köles száraz gyökértömege a pusztadobosi mintával ellentétben a keszthelyi mintánál kissé csökkent.

A *P. riparium* mintáknál a köles gyökértömege folyamatosan csökkent, a kukoricáé viszont csak minimális csökkenést mutatott.

3. táblázat. A kukorica és a köles fajok friss- és száraz gyökértömege 1 db növényre vonatkoztatva

Gyökértömeg (g)	Kontroll		5db köles/cserép			10 db köles/cserép		20 db köles/cserép	
	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles	Köles	Kukorica	Köles	Kukorica	Köles
PANMI 1985	6,72	5,02	0,53	4,82	0,46	2,49	0,43		
	1,22	0,43	0,08	0,84	0,13	0,49	0,07		
PANMI Tarján	6,72	2,47	0,6	4,4	0,28	2,24	0,2		
	1,22	0,49	0,08	0,72	0,03	0,39	0,04		
PANRU Keszthely	6,72	3,67	0,13	3,78	0,36	4,55	0,17		
	1,22	0,54	0,02	0,61	0,03	0,64	0,03		
PANRU Pusztadobos	6,72	6,23	0,6	2,27	0,50	2,53	0,27		
	1,22	1,09	0,13	0,53	0,09	0,56	0,06		
PANRI Mérk	6,72	4,37	0,33	4,4	0,15	6,16	0,18		
	1,22	0,83	0,06	0,72	0,02	1,14	0,02		
PANRI Nagykálló	6,72	6,23	0,18	6,01	0,15	5,75	0,09		
	1,22	1,06	0,04	0,67	0,03	1,48	0,02		

Megvitatás

A köles fajok növekedésre gyakorolt hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a *P. miliaceum* és a *P. ruderales* az egyedszám növelésével hátráltatta a kukorica növekedését. Hatásukra csökkent a hajtás hossza, a kukorica hajtás- és gyökértömege. A köles mintáknál az egyedszám növelésével a friss gyökértömeg növekedett, viszont a száraz gyökértömeg stagnált, vagy csak gyenge növekedést mutatott, amiből következik, hogy az egyedszám növelésével a köles növények már nem voltak képesek több szárazanyagot beépíteni az inter- és intraspecifikus versengés következtében.

A vizsgált fajok közül a *P. miliaceum* bizonyult a legerősebb versenytársnak. A *P. riparium* gyengébb növekedésű és kisebb termetű, mint a másik két köles faj, ezért nem tudott elég erős kompetitora lenni a kukoricának. Az egyedszám növelésével a kukorica növekedése nem gyengült, viszont a köles egyedek között jelentős intraspecifikus kompetíciót tapasztaltunk, a köles növények tehát egymást gátolták a növekedésben.

A két termőhelyről, de azonos évjáratból származó *P. ruderales* minták között nagy különbséget tapasztaltunk. A kukorica fejlődését nagyon eltérő mértékben fogták vissza. Eredményünk is megerősíti tehát a termőhelyi adottságok fontosságát a kompetícióban.

Hivatkozások

- Baksai Tóth B. és Láng G. 1952. Növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Csala G. 1975. A bábolnai monokultúrában termesztett kukoricavetések gyomnövényzete, vegyszeres gyomirtása, különös tekintettel a nagyarányú gyomosodást okozó kölesre. Doktori értekezés, Mosonmagyaróvár.
- Czímber Gy. és Csala G. 1974. Adatok a monokultúras kukoricavetésekben gyomosodást okozó köles (*Panicum miliaceum* L.) terjedéséről. Növénytermelés, 23, 207-217.
- Czímber Gy. és Hartmann F. 2005. Köles nemzetség (*Panicum* spp.). In: Benécsné Bárdi G. et al. (szerk.): Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd.
- Eberlein, C. V., Lurvey, E. L., Miller, T. L. and Michael, J. L. 1990. Growth and development wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. Weed Technology, 4 (2): 415-419.
- Láng G. 1965. Növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Parochetti J. V. 1973. Residual herbicides on no-tillage corn in a rye corer crop. Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Baltimore, 24-29.
- Sárkány L. 1973. A *Panicum* fajok fenológiai fejlődése, összefüggésben a herbicidek mobilitásával a talajban. Növénytermelés, 27.(1): 49.
- Williams, B.J. and Harvey, R. G., 2002. Influence of simulated seed rain on the seed bank of wild-proso millet. Weed Sci. 50, 340-343.

Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy telepítési irányú szőlőültetvényben, a 2015-ös 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, (egy-éves 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 talajművelésmód összehasonlító kísérletsorozatot állítottunk be. 2015 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, Biborhere, Fehérhere, Tavaszi bükköny, Takarmányborsó) vetésével is megpróbálkoztunk. Az időszakos növénytakarás megvalósításához Őszi búzát, Tritikálét, valamint a területre jellemző gyomösszetételt használtunk fel, továbbá Facélia sorközvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Az idei évben (2015) 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 2015-ös 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 takaró növény alkalmazása. Ezek

közül is a speciális szárazságtűrő fűkeverék és a pillangós keverék bizonyult a legalkalmasabb. A talaj nedvességtartalma, ásványi nitrogén-ellátottsága, és a természetlag tekintetében kimagasló eredményt nyújtott a többi kezeléshez képest a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, valamint a pillangós keverék kezelése is. Ezen eredmények a kontroll parcellákon mért eredményekhez képest statisztikailag igazoltan is plusz értéket hoztak.

Kulcsszavak: tartamkísérlet, erózió, talajművelésmód, talajtakarás-és takarónövény

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 grapevine 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 2015 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 (2015) 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 2015, 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 mulching and ground cover plant

Bevezetés

Napjainkban, amikor a globális felmelegedés okozta klímaváltozás következtében fellépő új stressz hatásokkal szemben, a környezetbarát szőlőtermesztés egyre inkább előtérbe helyezi a harmonikus tápelem ellátás szükségességét, a termőhelyre adaptált megfelelő talajápolási módszer kiválasztását, az okszerű növényvédelem használatát, a megfelelő tőketerhelést, 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 nemzetközi és hazai szakirodalomban a legtöbb szerző azokon a szőlőtermő területeken, ahol éves szinten a 700-800 mm egyenletes eloszlású csapadék valószínűsége kicsi, a mezőgazdasági és kommunális hulladék talajtakarásra történő felhasználását javasolja. Ezek az anyagok - amellett, hogy javítják a talajok szervesanyag-gazdálkodását - csökkentik az erózióvesztést és megőrzik a nedvességet a kultúrnövény számára (Basler, 1992; Varga, 1994, Boller et al. 1998). Ott, ahol a tenyészidőszakban a csapadék 250 mm alatti, vagy a talaj sekély termőrétegű, a talajnak különböző mezőgazdasági eredetű szerves hulladékokkal történő takarása jöhet szóba (Bauer, 1992). Így például Dél-Ausztráliai kísérletek szerint a teljes felületű talajtakarás a talaj nedvességtartalmát 34 %-al, a szőlő termésmennyiségét 46 %-al növelte (Buckerfield és Webster, 1996). A szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás számos pozitív hatását (talaj- tömörödöttség mérséklése és nedvességtartalom megőrzése) említi Varga és Májer (2004). Olyan területen, ahol a csapadék mennyisége 500-520 mm, csak az erős növekedésű szőlők füvesítése javasolt. A takarónövény hatására a talaj nitrátszintje egész éven át beszabályozott, viszonylag alacsony marad, ezért csökken a nitrogén kimosódásának a veszélye. (Zanathy, 1998). Kísérleteinkben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk az időszaki- és tartós növénytakarás, valamint a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, és a mechanikai

talajművelés módjainak a hatásait 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 2015-ében kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal -sás (*Carex sp.*), nád (*Phragmites australis*), kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis*) - történő talajtakarást (CAPHRAG), a tartós- és időszaki növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést (KONTROLL) hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben. A tartós növénytakaráshoz (FESLO) speciális fűkeveréket használtunk: 40% Vörösnadrág csenkesz- (*Festuca rubra L.*), 20% Angolperje- (*Lolium perenne L.*), 20% Felemáslevelű csenkesz- (*Festuca heterophylla L.*), 20% Nádképi csenkesz- (*Festuca arundinacea L.*), továbbá egy pillangósokból álló keverék (FABAC) : Vörös here 25% (*Trifolium pratense*), Biborhere, 25% (*Trifolium incarnatum L.*), Fehérhere 25% (*Trifolium repens L.*), Tavaszi bükköny, 25% (*Vicia sativa L.*), Takarmányborsó (*Pisum sativum L.*) vetésével is megpróbálkoztunk 2015-ben. Az időszaki növénytakarás megvalósításához Őszi búzát (TRIES) (*Triticum aestivum*), Tritikálét (TRI) (*Triticum secale*), a területre jellemző gyomösszetételt (STEME) (a tél végi-tavaszi-nyár eleji vegetáció zömében és sorrendjében a következő: Tyúkhúr (*Stellaria media L.*), Bársonyos árvacsalán (*Lamium amplexicaule L.*), Pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris L.*) használtunk fel, valamint Facélia (PHAC) (*Phacelia tanacetifolia*) sorközvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Kezelésenként négy ismétlést alkalmaztunk, egy kezeléshez 5 sorköz tartozik, összesen 0,1 ha egy kezelés tenyészterülete. A terület erózióknak kitett (észak-déli lejtésű, 12-14%, hegy-völgy irányú telepítési rendszer. A célkitűzésben megfogalmazottak szerint a talajnedvességi állapotokat tömeg százalékban, a talaj tápanyag ellátottságát mg/kg-ban, a szüreti eredmények közül a termésátlagot kg/m²-ben adjuk meg.

Eredmények

Az időjárás fontosabb elemeinek rövid ismertetése

2015. évben október 31-ig 565 mm csapadék hullott. Az átlagos és túlzott csapadék-ellátottságú évjáratokkal ellentétben, amikor az erózióvédelemé volt a főszerep, az idei évjáratban a kedvezőtlen csapadék-ellátottságú időjárásnak köszönhetően a víztakarékosság és a

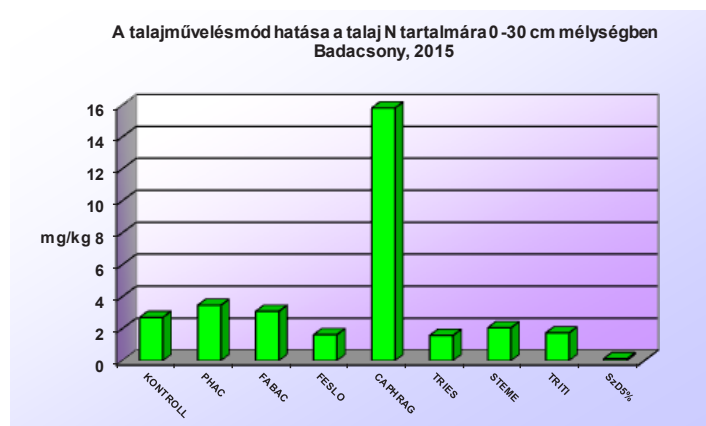
talaj tápanyag-szolgáltató képességére gyakorolt hatás került előtérbe. A vegetációs időszakban, májusban előfordult, hogy hirtelen nagy mennyiségű jelentős csapadék hullott, majd utána június, július és augusztus jelentős csapadékhiánnyal zárt a sokéves átlaghoz képest.

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

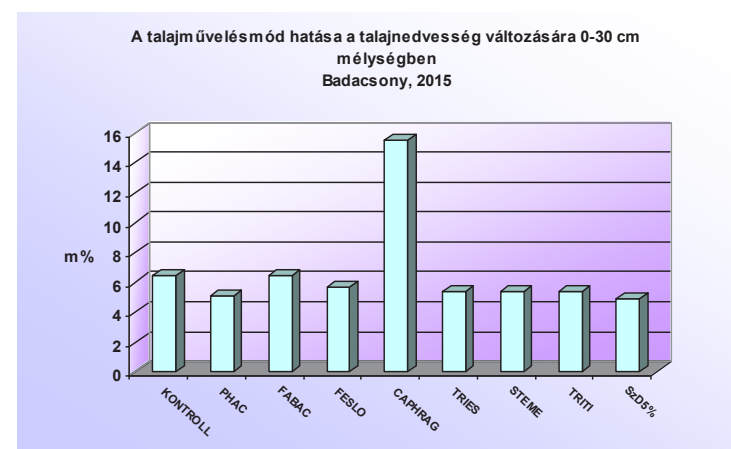
A talaj ásványi nitrogéntartalma 0-30 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben (1. ábra). A legalacsonyabb ásványi nitrogén tartalmat a speciális fűkeverék által kialakított időszakos növénytakarás parcelláin mértük. Ezek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



1. ábra. A talajminták ásványi (NO₂+NO₃)-N tartalmának alakulása a kezelések hatására 0-30 cm mélységben (Badacsony, 2015)

A talaj nedvességtartalmának vizsgálati eredménye

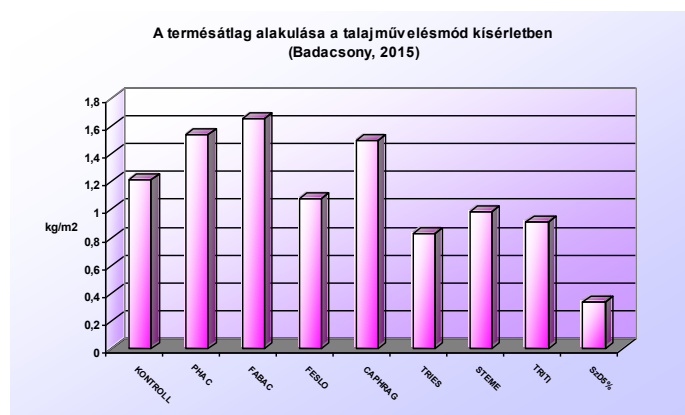
A legkedvezőbb talajnedvességi állapotot a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás hatására kaptuk, mely érték mindkét talajszintben statisztikailag igazolt az összes többi kezeléshez képest (2. ábra). A második legmagasabb talajnedvességet biztosító kezelés a mechanikailag művelt parcellák voltak. Eredményében hasonló értékeket adott a gabonafélék és a pillangós keverék időszakos növénytakarása, valamint a tartós növényborítottságot előidéző fűvesítéses parcellái, természetesen mindkét talajrétegben. Ezekhez képest igazoltan nagyobb vízigénnyel bírt a facélia kezelése.



2. ábra. A talajápolási mód hatása a talajnedvesség változására 0-30 cm mélységben (Badacsony, 2015)

Szüreti eredmények

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



3. ábra. A talajápolási mód hatása a terméseredményekre (Badacsony, 2015)

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 mind a két talajsztomban 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 mindkét talajréteg átlagában.

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 kontrollkezelésekhez képest.

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

Köszönetnyilvánítás

Kutatómunkánk a TÁMOP-4.2.2.-A-11/1/KONV-2012-0064 azonosító számú projekt segítségével valósult meg.

Hivatkozások

- Bauer, K. 1992. Ökologisch orientierte Bodenpflege und Düngung im Qualitätsweinbau. Ratgeber für die Praxis.1.
- Basler P. 1992. Integrierte Production: Wiederherstellung des Ökosystems Boden. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau. 128 (12): 633-635.
- Boller E.F., El Titi, A, Gendrier, J. P., Avilla, J., Jörg, E. and Malavota, C. (edit) 1998. Integrated Production in Europe: 20 years after the declaration of Ovronnaz. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop Vol. 21 (1): 34.
- Buckerfield J. C. and Webster K. A. 1996. Earthworms, mulching, soil moisture and grape yields: earthworm response to soil management practices in vineyards, Barossa Valley, South Australia, 1995. Australian and New Zealand Wine Industry Journal, 11 (1): 47-53.
- Varga, I. 1994. A talajtakarás szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. Kandidátusi Értekezés, Eger.
- P. Varga and J. Májér 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.

Testing of work quality characteristics of real-time precision application technology

Béla Pályi^{1*}, Alfréd László¹, Jens Karl Wegener² and Dirk Rautmann²

¹University of Pannonia, Georgikon Faculty 16, Deák Ferenc street, Keszthely 8360

²Julius Kühn Institute Federal Research Centre for Cultivated Plants JKI

Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig, Germany

*e-mail: palyi@georgikon.hu

Összefoglalás

Napjainkban a szigorú környezetvédelmi előírások megkövetelik a vegyszertakarékos, környezetkímélő, pontos kijuttatást. A G&G Kft. Szeged (a Szegedi Tudományegyetem és a Pannon Egyetem közreműködésével) kifejlesztett egy olyan gyomfelismerő, gyomfolt permetező rendszert, amellyel megvalósítható a vasúti pálya mentén lévő gyomfoltok precíziós kezelése. Ez a permetező vonat egy optikai érzékelővel rendelkezik a gyomborítottság mértékének felismeréséhez a sínpálya mentén, annak kilenc különböző szektorában, és képes ezeket célzottan növényvédő szerekkel szelektíven kezelni.

A berendezést szabadalmaztató, gyártó és üzemeltető G & G Kft. 2014-ben megbízást adott a Julius Kühn Institut, Braunschweig és a PE Georgikon Kar Agrárműszaki Tanszéke részére a permetező vonat kijuttatási pontosságának felülvizsgálatára. A vizsgálati feladatok közé tartozott az érzékelő minimális szenzitivitásának, a detektálás és kijuttatás pontosságának, a permetezési pontosság különböző fényviszonyok (napszakok) melletti reprodukálhatóságának, valamint a helymeghatározás (GPS) pontosságának mérése, értékelése.

Az eredmények összegzése alapján megállapítható, hogy a gyomfelismerési érzékenység vizsgálatánál, 40 km/h sebesség mellett, a 100%-os biztonsággal felismert mintalap méret 5x5 cm volt. A gyomfelismerés pontossága, ill. a detektálási hiba szempontjából nem az egyes permetezési sávok, hanem a különböző napszakok (fényviszonyok) mérési adatai között tapasztaltunk nagyobb eltéréseket. A berendezés kielégíti az általános és feladatspecifikus munkaminőségi követelményeket, alkalmazásával egy gazdaságos, vegyszertakarékos, környezetkímélő, automatikus, célzott permetezési technológia valósítható meg.

Kulcsszavak: permetező vonat, pontosság, szenzitivitás, gyomfelismerés, célzott permetezés

Abstract

Nowadays strict environmental regulations prescribe the economical use of chemicals, their environmental friendly and precise application. The G&G Ltd. in Szeged (with the contribution of Szeged University and the University of Pannonia) developed a weed detection and weed patch spraying system that makes the precise control of weed patches possible along railway lines. This spraying train is equipped with an optical sensor to detect the amount of weed by the railway lines in its nine different sectors and it is able to apply targeted control by using herbicides selectively.

In 2014, the G&G Ltd., the manufacturer and operator, which took out the patent for the equipment, requested the Julius Kühn Institut, Braunschweig and the Department of Mechanisation at the University of Pannonia, Georgikon Faculty to supervise the application precision of the spraying train. The task was to measure and evaluate the minimal sensitivity of the sensor, the precision of detection and application, the precision of spraying during different parts of the day, and the precision of the GPS.

After summing up the results, it can be established that at a speed of 40 km/h the size of the sample sheet detected 100% was 5 x 5 cm. After examining the precision of detecting weeds and detecting mistakes the biggest deviations can be observed between the measurement data of the different parts of the day (lighting) and not between the spraying sectors. The appliance meets the general and task specific work quality requirements, its application can provide economical, environmental friendly, automatic and targeted spraying technology, which uses chemicals sparingly.

Keywords: spraying train, precision, sensitivity, weed detection, targeted spraying

Introduction

The dual aim – the protection of our environment ensuring the efficiency and quality of plant protection – demands the improvement of the precision of application, besides the decrease of the use of active substance. To achieve this aim it is essential to develop the methods of application technology, to introduce new, up-to-date technical solutions, to decrease losses and to ensure targeted application.

Besides the application of pesticides in agriculture there is another special but important field: the solution of weed clearing next to railway lines. The G&G Ltd. Szeged has been clearing weeds along the railway lines with its equipment developed on their own since 1997. As a result of continuous development –, cooperating with university research workshops (Szeged, Keszthely)- the traditional appliance that used a lot of chemicals was converted into a precise, environmental friendly spraying train that ensured targeted spraying and used real-time system (Gaál-Szatmári-Pályi, 2004). In the EU we cannot find any railway spraying systems that use similar methods. This system was introduced to the representatives of European railway companies in a successful, professional meeting in Brussels on 12 June 2008 (Pályi, 2008). The recognition of the technology is shown by the fact that since 2008 several EU states (Austria, Belgium, Denmark) have ordered weed clearing by the spraying train that was built and installed by them for their railway companies.

According to the 8th article of the 2009/128/EK Directive of the European Parliament and the EU Council, which determines the common framework of the sustainable use of pesticides, the EU states ensure the examination of the spraying appliance installed on trains at least once until 26 November 2016. Moreover, the member states ensure that the above-mentioned appliances are examined regularly.

Before issuing the final Hungarian requirements in the form of a decree the G&G Ltd. had the complete, periodical and technical check-up of the appliance carried out in compliance with the 2009/128 EK Directive (24 June-9 July 2014), then they had the application, weed detection and repeatability tested on the railway line (26-29 August 2014). Our article shows the tasks, method and results of the latter test program. The tests, processing and evaluation of the measurement data were carried out by the Department of Mechanisation of the University of Pannonia, Georgikon Faculty and the JKI Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz (Braunschweig) and by (Dr. Alfréd László), retired head of department at the University of Pannonia as an expert. We also gave an account of the new method of weed detection previously in the SPISE 5 Workshop, (Wegener-Rautmann-Pályi-László, 2014).

Material and method

The examined spraying system consists of an optical based weed detection unit equipped with a camera, a hydraulic spraying appliance, and a computerised controlling and data processing sub-system. The principal of application: the necessary chemicals in the required amount are

added into clear water flow right before nozzles and sprayed on the detected weed patch by the weed detection system in each spraying sector in real-time mode.

9 spraying sectors were made on the target surface by the spraying appliance at cross resolution. (figure 1). In order to level the big range of speed (40-60 km/h) the spraying appliance consists of 9 modules that operate 4-4 nozzles (15-30-50-70 slotted nozzles) and only the necessary nozzles work depending on the dose and the speed.

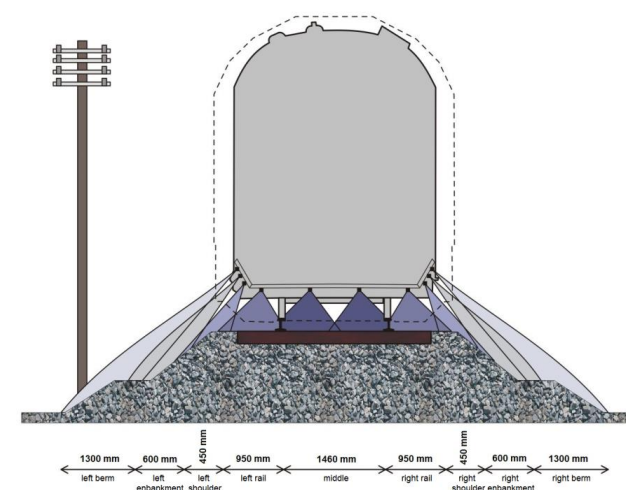


Figure 1. 9-section spraying frame to spray embankments

The liquid circle of the 4 chemicals has the same structure: Membrane pumps feed the agents into a common flow pipe then the necessary amount of chemicals is set by the rev of the hose pumps.

A self-developed weed detection system was installed when the postmergent applications by trains were carried out. The system checks the railway line automatically on the way and it applies spraying only where there are weeds. This real time weed detection and the weed patch application in sectors meet the most demanding environmental requirements as it applies place specific technology and uses chemicals sparingly. The train is suitable to work at night as well and there is continuous meteorological measurement and data recording on board.

Testing took place next to Deszk on the railway line (between Szeged and Makó), from 26 to 29 August 2014.

We did not have an approved standard for the testing method therefore the first step was to prepare a plan by an expert which was made more precise and finalised after being conciliated by the contributing places of research (P.E. Georgikon Faculty and JKI Braunschweig). For the test line 3 weed free sample areas were created, each of them was 150m long (marked as 1, 2, 3.). On the basis of 1-1 manual sample map, sample sheets covered with artificial grass (figure 2) were positioned precisely and their spraying was checked and evaluated. The sample sheets had different sizes. (3 x 3 cm, 5 x 5 cm, 10 x 10 cm, 40 x 30 cm). After measuring the precision of spraying, the detection fault and the previous determination of minimal sensitivity, we decreased the number test surfaces and we used only the 5 x 5 cm, 10 x 10 cm and 20 x 30 cm sample sheets. We carried out the tests in 4 periods of the day (at dawn, at noon, at dusk and at night) with one repetition therefore the influence of the different light conditions could be tested as well. Besides the sample sheets covered with artificial grass, we applied water sensitive paper to test sensitivity, and filter paper (with 0.25% Nigrosin marker) at the other tested parameters. The spraying speed was 40 km/h, (at the determination of minimum sensitivity it was 40 and 60 km/h), the spraying norm was 350 dm³/ha. Depending on the sample area we used 37-37-95 sample sheets per measurement, (when we measured sensitivity we used 50).

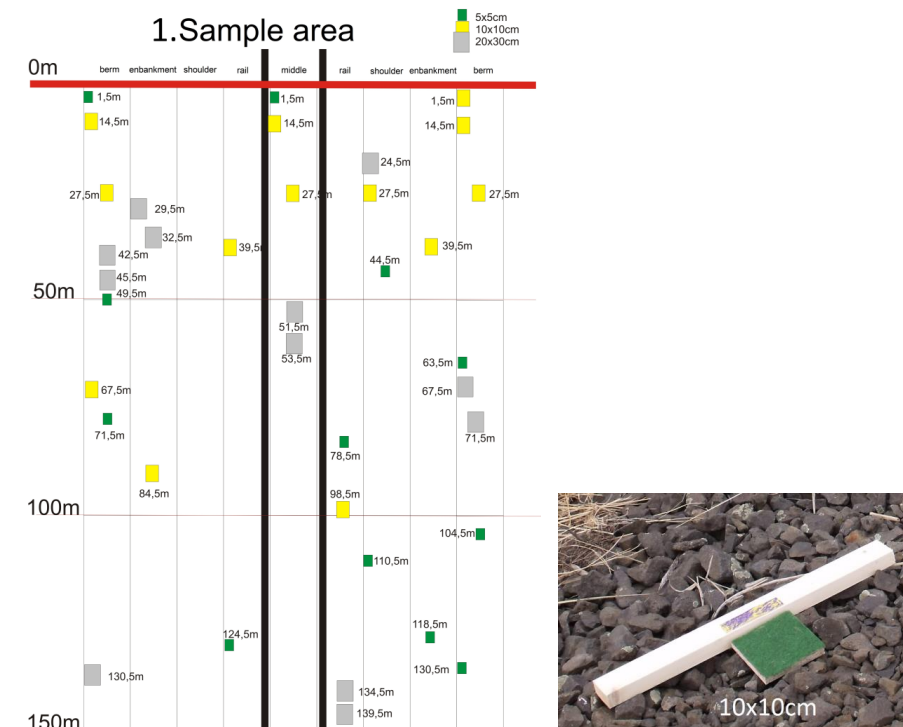


Figure 2. Map of sample area, sample sheet with artificial grass and water sensitive paper
Summarised tests, parameters:

- The measurement of minimum sensitivity. It is necessary to give the rate of percentage for the weed patch sizes and the size which was identified 100%. Sample area (1 and 3): 50-50 pieces of artificial grass and water sensitive paper of the same length along with them.
- Precision of weed identification, examination of mistakes of detection and their reproduction and different lighting (part of the day). Evaluation of the target precision of yes-no spraying at different sectors. Sample area (1-2-3): 37-37-95 pieces of artificial grass with filter paper next to them.
- Examination of distribution lengthwise, measurement of spraying to the front and behind. Sample area (1): artificial grass with 4-4m of filter paper in front of it and behind.
- Examination of the distribution of spraying across. In the case of sample area 1 artificial grass and filter paper was laid across at 27.5 and 32.5m of the sector. In

sample area 3 at 44.5m artificial grass was laid at all sectors and next to it filter paper was put at right angles to the railway line along the whole working area.

- Examination of the precision of GPS controlled switching on and off mechanism at objects and level crossings. In sample area 3 at the points of switching on and off 8-8 m of filter paper was laid in direction of traffic.

Results and Discussion

As the first step of the whole examination the minimum sensitivity was determined. In the case of the smallest 3 x 3cm test surfaces the target precision (detected/total pieces) was not acceptable: at 40km/h it was 2 at repetition 3/11, at 60km/h 2 at repetition 1/11. The smallest size which was detected 100% was 5 x 5cm at 40km/h and over that size we did not perceive unattended surfaces. Higher speed (60km/h) increased the percentage of mistakes slightly. The average target precision was 96.2% for the weed patches at or over 5 x 5cm taking both speeds into consideration.

As a result, we measured the precision of weed detection, spraying and the reproduction in different lighting (parts of the day) from surfaces of 5 x 5cm (at 40km/h). Weed detection takes place at the same time with application in the 9 sectors independent from each other. (figure 3).

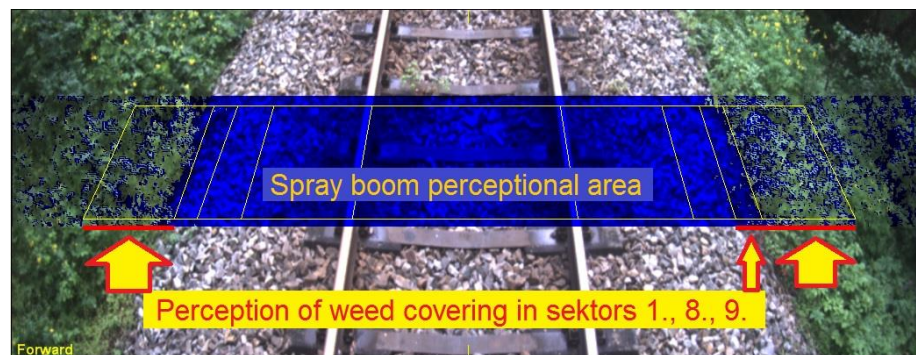


Figure 3. Camera photo

After comparing the maps of the sample areas, weed detection and spraying, target precision, false and missed detections and sprayed areas can be proved exactly (figure 4).

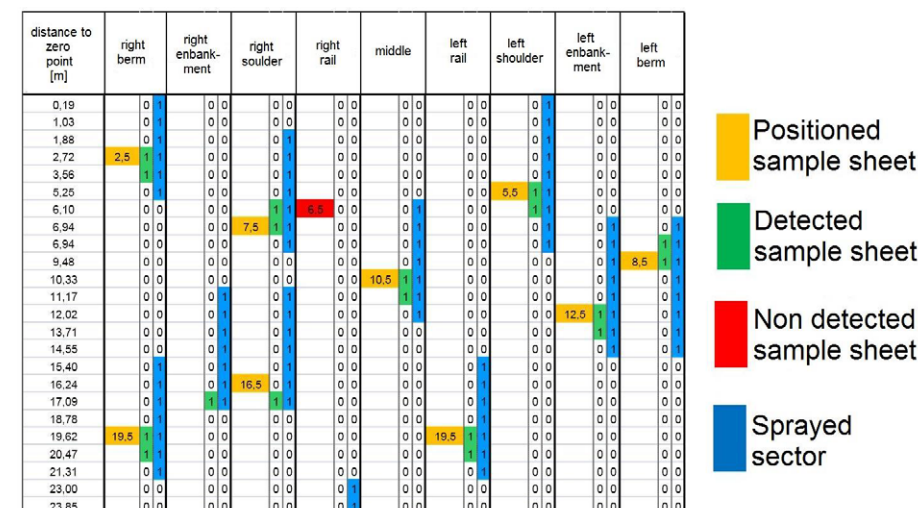


Figure 4. Proof of target precision in a part of the sample area

After summing up the results we can establish that the average target precision of the real-time, yes-no spraying system was 92.8%, calculating the results of the spraying sections and the parts of the day (in the case of sample areas of 5 x 5cm or above). If we examine the precision of weed detection and detection mistakes we can see bigger differences between the measurement data of the different parts of the day (lighting) and not that of the spraying sections. The spraying target precision of the laid weed patches was the best at dusk (98.5%), however we could measure the most undetected test surfaces at dawn, facing the light, (in sample area 3), the mistakes of detection were the highest in this case. Its cause is that according to the sensor system the artificial grass test objects appear as 2 dimension target surfaces and they show very little contrast when lighting is unfavourable. As a result, we can decrease the rate of detection mistakes in the future if we apply 3 dimension surfaces which represent real surfaces covered with weed more efficiently.

A further task of measurement technology and development is to decrease the rate of false detection (detection without a real test object) because it is not the fault of the system but it happens if the area is not well-prepared. In some sectors the amount of green plant residues left behind was significant mainly on the berm.

The supervision of the distribution of length wise spraying in each sector proved the application and amount of front and behind spraying because of safety, control and stream technology. Its value increases together with the speed, at a higher speed e.g. 40km/h it reached 3

or 4 m as well. The position and the distribution width of the **cross** spraying sections were set precisely it derived from the nominal values within the margin of error. The sections were sprayed precisely, the width of distribution was slightly larger as a result of overlapping (e.g.: right rail 1000mm, middle 1500mm, left embankment 800mm).

The precision of the GPS controlled switching in and off mechanism was the same as that of the measurement results of the GPS controlled agricultural spraying machines (Herbst-Osteroth-Spranger 2012). The deviation is 0.1-0.4m. The values were checked by repetitions. It is such high precision that cannot be reached by traditional hand controlled systems at a high speed like this.

Acknowledgement

Tests were carried out on commission of G&G Ltd. Szeged, which ensured the material, personal and professional conditions. We would like to thank their employees for cooperation and help.

References

- László, A. 1999. Környezetkímélő növényvédelmi eljárások, precíziós kijuttatás, minőség-ellenőrzés. Mezőgazdasági Technika, 12. pp. 2-5. (HU ISSN 0026 1890)
- Gaál, J., László, A., Szatmári, S. és Pályi, B. 2004. Precíziós, helyspecifikus növényvédelmi kijuttatástechnika. MTA Agrárműszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Külön Kiadvány 2.köt. pp.364-369., Gödöllő (ISBN 963 611 410 2)
- Pályi, B. 2008 Requirements and development challenges of railway weed control Remedies. Herbicides on Railway Tracks-Dangers and Remedies-. Conference, European Parliament, ASP 5E 2. Brussels, 12 June 2008. pp. 6-19.
- Wegener, J.K., Rautmann, D., Pályi, B. and László, A. 2014. Testing of weed seeking systems for spray trains - development of a test procedure. Fifth European Workshop on Standardised, Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe – 15-17.10.2014. Montpellier (www. JKI.bund.de 16p.)
- Herbst, A., Osteroth, H.J. and Spranger, M. 2012. Accuracy of GPS based boom section switching systems. Book of abstracts, 3rd International Symposium on Precision Aerial Application & Agricultural Automatio, College Station, TX.

Mikrobiális biomassza tömeg, talajszerkezet és humusz vizsgálatok szerves- és nitrogéntrágyázási tartamkísérletben

Kökény Mónika, Tóth Zoltán és Csitári Gábor

Pannon Egyetem Georgikon Kar, 8360 Keszthely, Deák Ferenc utca 16.

Összefoglalás

Kutatásaink során a műtrágyázás és a kiegészítésként alkalmazott szervestrágyázási változatok hatását vizsgáltuk a mikrobiális biomassza tömegére, a humusz mennyiségére, valamint a talaj szerkezetét meghatározó aggregátumok stabilitására az 1983-ban beállított keszthelyi IOSDV (Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerversuch) trágyázási tartamkísérletben.

A kísérlet talaja Ramann-féle barna erdő talaj, homokos vályog fizikai féleséggel. A kísérletben műtrágyát minden parcella kap egységes foszfor és kálium hatóanyag tartalommal, illetve emelkedő nitrogén dózissal. A kísérletben a csak műtrágyázott parcellákon kívül különböző szerves anyag kiegészítéseket is alkalmaznak: műtrágya + istállótrágya, műtrágya + zöldtrágya + szárleszántás. Ezen kezelések hatását állapítottuk meg az általunk vizsgált paraméterekre.

Vizsgálataink eredménye szerint az eltérő szerves anyag kiegészítések esetén mért mikrobiális biomassza C mennyisége szignifikáns eltérést mutatott. Hasonlóképpen a humusz mennyiség, valamint az aggregátum stabilitás esetében is statisztikailag igazolhatóak voltak az eltérések. A különböző műtrágya N adagok viszont nem befolyásolták szignifikánsan egyik vizsgált paramétert sem.

Abstract

In our research we examined the effects of different fertilization variations and supplementary organic fertilization on the weight of microbial biomass, the quantity of humus and its effects on the structure of the soil. This research was going on in a long term fertilization experiment called: IOSDV (Internationale organische und Stickstoff Dauerversuche), which was started in 1983 in Keszthely.

The soil is Ramann's brown forest soil, and it's physical tipe is sandy pise. In the experiment the same amount of phosphorous and potassium fertiliser and emerging doses of nitrogen was

given on to every plots. In the experiment there were three types of organic treatments: control (only mineral fertiliser), mineral fertiliser and organic manure and mineral fertiliser plus straw and green manure.

By our result we measured significant difference between the carbon content of the biomass in each treatment. We also get statistically significant results in the quantity of humus and in its effects on the structure of the soil. However the different nitrogen doses have not caused any significant difference between the treatments.

Bevezetés

A földművelési beavatkozások elsődleges célja a talaj szerkezetének javítása, a szerves anyag tartalmának és minőségének növelése, és ezek által a tápanyagellátó képességének, vízgazdálkodásának optimalizálása, illetve a talajélet serkentése. A mikroorganizmusok jelentős szerepet töltenek be a talajban a szerves anyagok lebontásában és a szerkezetesség kialakításában egyaránt. A talaj típusa, nedvességtartalma, a klimatikus viszonyok, illetve a különböző talajhasználati módok jelentősen befolyásolják a mikroorganizmusok előfordulását és mennyiségét.

A talajszerkezet a mezőgazdasági termelés kulcskérdése, hiszen a természetni kívánt növénynek, illetve a terület adottságainak leginkább megfelelő szerkezet kialakítása nélkül elképzelhetetlen az optimális gazdálkodás. Talajszerkezetre sokféle definíciót találunk a szakirodalomban:

Zsoldos (1967) alapján a talaj szerkezetén (struktúráján) a talajnak azt a tulajdonságát értjük, hogy egyes darabja magától vagy enyhe nyomásra, feszítésre a talajra jellemző szerkezeti elemeire esik szét. *Lal* (1991) megállapítása szerint a talaj szerkezetét tulajdonképpen a szerves és szervetlen elemi szemcsék, és az összekapcsolódásuk következtében kialakult szerkezeti elemek, az úgynevezett aggregátumok alkotják. *Schmidt* (2011) definíciója alapján a talajszerkezet a talajnak az az állapota, amelynek képződése folyamán az elsődleges ásványi részecskék összetapadása után nagyobb méretű többé-kevésbé ellenálló másodlagos, harmadlagos halmazok, aggregátumok jönnek létre.

Az aggregátumok stabilitása indikátora a talaj szerkezetének (*Six et al.*, 2000).

Az aggregátumok kialakulása és bomlása számos folyamat együttes eredménye. Ezen folyamatok fő befolyásolója a környezet, talajművelés, növényzet, mikrobiológiai aktivitás, talajnedvesség (fagyás, száradás), a talaj ásványi összetétele, szervesanyag tartalma, a kicserélhető ionok mennyisége, valamint a tápanyagkészlet (*Bronick et al.*, 2005).

A talajok szerves C tartalma (*soil organic carbon*, SOC) nagyban befolyásolja a talajaggregátumok kialakulását és azok stabilizálódását (*Six et al.*, 2002).

Az ásványi részecskékhez nem kötött szerves anyagokat a talaj aerob szervesanyag-bontó mikrobái teszik védetté a dekompozícióval szemben, mert aprítják azokat, így később ásványi anyagokkal kapcsolódhatnak, valamint az aprózódás során ragasztóanyagok szabadulnak fel, melyek elősegítik a szerves-ásványi komplexek kialakulását (*Huisz*, 2012).

Kutatási munkánk célja az volt, hogy megállapítsuk van-e hatása a szerves kiegészítésnek, illetve a műtrágya adagnak a talaj aggregátum stabilitására, illetve, hogy az hogyan befolyásolja a mikrobiális biomassza tömegét és humusztartalmát? Továbbá, hogy van-e statisztikailag igazolható kapcsolat a vizsgált paraméterek között?

Anyag és módszer

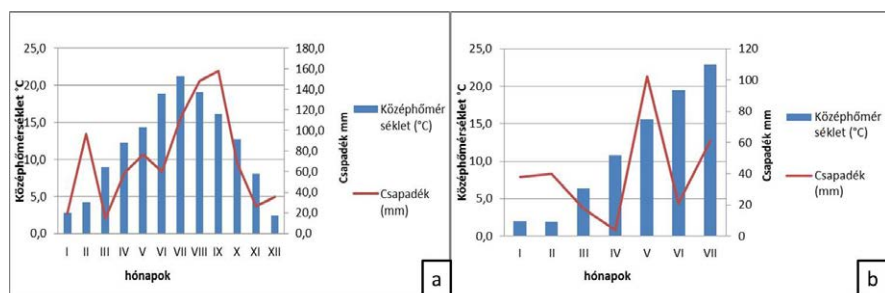
Az 1983-ban beállított keszthelyi IOSDV (kísérlet talajtípusa Ramann-féle barna erdőtalaj, humuszban és foszforban gyengén, káliummal közepesen ellátott. Az átlagos humusztartalom 1,6-1,7%, az ammóniumlaktát oldható P₂O₅ tartalom 60-80 mg/kg, a K₂O tartalom 140-160 mg/kg, a pH_{KCl} 6,8-7,0, fizikai fűlésege homokos vályog. Az Arany-féle kötöttségi száma 36-37, leiszapolható rész a felső 20 cm-ben 32,7 % (*Kismányoky et al.*, 1996.)

Az IOSDV kísérlet elrendezése kéttényezős sávós, gabonás vetésforgóval melynek növényi sorrendje: kukorica - őszi búza – őszi árpa; ismétléseinek száma: 3. Parcelláinak bruttó mérete: 48 m². A kísérlet tényezői között a növekvő N műtrágya adagok és a kiegészítésként kijuttatott különböző szerves trágyák szerepelnek. A műtrágyázást tekintve minden kísérleti parcella (a N kontroll is) egységesen 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ és K₂O hatóanyag tartalmú alapműtrágyázásban részesül, míg a N kezelések kijuttatása a vetésforgóban szereplő növényektől függően 5 egyenlően növekvő adagban történik (N0, N1, N2, N3, N4). A N hatóanyag adagok kukorica esetében: 0-70-140-210-280 kg ha⁻¹, búza és az őszi árpa esetében: 0-50-100-150-200 (0-50-[50+50]-[50+50+50]-[100+50+50]) kg ha⁻¹. A műtrágya (MT) önmagában történő kijuttatása (szervestrágya kiegészítés nélküli kontroll) mellett műtrágya+istállótrágya (IST) és műtrágya+szármaradvány+zöldtrágya (SZ+ZT) változatok szerepelnek. Az istállótrágyás kezelésekben az istállótrágya kijuttatása 35 t ha⁻¹ adagban a rotáció során (három évenként) egy alkalommal a kukorica előtt novemberi mélyszántáskor történik (2013. évben). A szármaradványok visszapótlása esetében minden 1 t szármaradványra számítva 10 kg N hatóanyag kiegészítés is történik hektáronként. A szármaradvány visszapótlási változatokban a rotáció során egy alkalommal az őszi árpa tarlójába vetett másodvetésű olajretek zöldtrágya

növény (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) alászántása is megtörténik (Kismányoky és Balázs, 1996).

Növényvédelem tavasszal történt: herbicid 50 g/ha Granstar Super teljes hatásspektrumú kalászos gyomirtás érdekében összeállított herbicid csomag alkalmazásával, mely három hatóanyag a tribenuron-metil, tifenszulfuron-metil és a fluroxipir kombinációja. Az alkalmazott inszekticid az Acanto 0,75 l/ha + Talius 0,15 l/ha + Nurelle-D 50/500 EC voltak. A fungicid kezelés pedig Prosaro 1 l/ha + Karate Zeon 0,2 l/ha volt.

Keszthelyen évente átlagosan lehullott csapadék mennyisége: 683 mm (1901-2000), az átlagos évi középhőmérséklet: 10,5 °C. Az aktuális meteorológiai adatok az 1. ábrán láthatóak.



1. ábra. 2014. (a) és 2015. (b) év havi középhőmérséklet és csapadék mennyiség adatai, (Forrás: Keszthelyi Meteorológiai Állomás)

A talajmintákat 2015. április 30-án vettük a búzával bevetett területéről. Előző évben kukorica volt a területen, melyet a szárleszántás miatt talajba kerülő szerves maradványok, és a kukorica előtt kijuttatott istállótrágya szempontjából fontos megjegyezni. A kísérleti területen termesztett búza a Mulan, nagy termőképességű malmi búza, kiválóan adaptálódik a változó termőhelyi viszonyokhoz (saaten-union.hu). A mintavétel *Zadoks* (1974) -féle fenológiai kódrendszer alapján az őszi búza 37-es (a zászlóslével éppen hogy látható) állapotában, enyhén nedves talajállapotonál történt. A növényállomány egészséges volt a mintavétel idejében. A mintavétel után a talajokat teljesen le nem zárt nylon zacskókban, hűtőszekrényben tároltuk 4-6 hétig.

Mikrobiális biomassza mérését *Vance et al.* (1987) módszer szerint végeztük. A módszer elve röviden: A kloroform fumigálás miatt az intakt mikrobák lizálnak és a mikrobiális szerves anyag kiszabadul. A talaj nem-élő szerves anyagaira a kloroform kezelés nem hat. A talajmintákat kettéosztottuk, egyik részt fumigáltuk kloroformmal 24 órán keresztül vákuum exsikkátorban, a másik részt nem. A szerves szén 0,5 M kálium-szulfát oldattal extraháltuk ki, és a fumigált és

fumigálatlan mintákban egyaránt megmértük. A különbségekből a mikrobiális biomassza széntartalma egy korrekciós faktorról ($k_{EC} = 0,38$) meghatározható. A korrekciós faktorra azért van szükség, mert a kloroformos fumigálás során nem az összes mikroorganizmus pusztul el, és a talaj oldható szerves szén tartalmának csak egy része oldható ki a kálium-szulfátos kivonó oldattal. A különböző talajok vizsgálata alapján *Vance et al.* (1987) által javasolt érték széleskörűen elfogadott.

A talaj humusztartalmát az MSZ 08-0452:1980: Szervesanyag-tartalom meghatározás talajban szabvány szerint történt. A káliumos-bikromátos kénsavas oxidációjával a talajok összes szervesanyag-tartalma határozható meg, és abból számítható 1.724 szorzófaktorral a talaj humusztartalma. A méréseket 2013-ban végezték az általunk vizsgált kísérleti terület talajmintáiból, újabb mérések azóta nem történtek, vizsgálatunk során ezért ezeket az adatokat használtuk

Az aggregátum stabilitás meghatározása az alábbi módszerrel történt:

A mintákat légszáraz állapotban a Retsch AS200 Digit szitarázón átszitáltuk. Majd nedves szitálásos módszerrel az Eijkelkamp Agrisearch Equipment (Hollandia) által forgalmazott, „Wet Sieving Apparatus” nevű nedves szitarázóval vizsgáltuk tovább. Ebben 8 darab, 250 mikronos lyukméretű, műanyag házú, fémszövetes szita található. A készülék 34/perces ütemmel, 13 mm-es teljes lökethosszal működik.

Ennél a készüléknél a sziták a talajmintával együtt mozognak, a vizes fázis pedig álló helyzetben marad. A minták előkészítéshez *Kemper és Koch* (1966) módszerét alkalmaztuk, tehát 1 és 2 mm között átszitált frakciót használtuk a méréshez. A minták 250 mikronos szitákba kerültek, majd a készüléket öt percig járattuk. Aztán a mintákat főzőpohárba átmostuk, 105 °C-on szárítottuk. Az ezt követő visszamérés után 0,1 M Na-pirofoszfáttal kezeljük a mintákat, és újból a szitákba mostuk őket, így csak a 250 mikronnál nagyobb frakció (homok) maradt fenn. Megint szárítottuk és így megkaptuk a homok frakció tömegét, majd a stabil aggregátum %-os meghatározásához a következő számítást végeztük el:

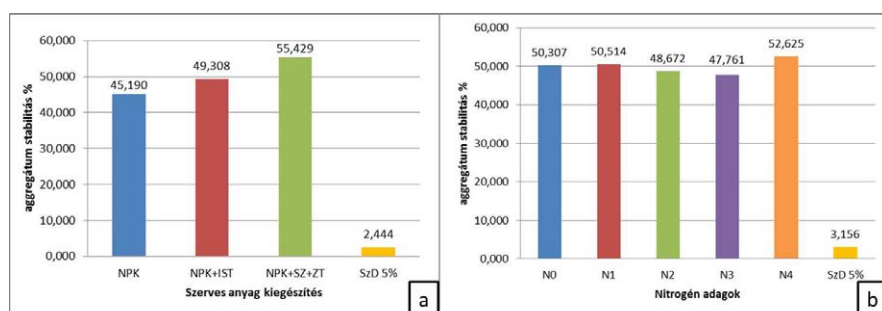
Stabil aggregátum % = $\{[\text{stabil frakció (g)} - \text{homok frakció (g)}] / \text{bemért talaj (g)} - \text{homok frakció (g)}\} \times 100$ (Dunai et al., 2012)

A méréseket 3 ismétlésben végeztük el.

A mérési eredményeket SPSS Student Version 15.0 statisztikai programmal, valamint Microsoft Office Excel programmal értékeltük ki.

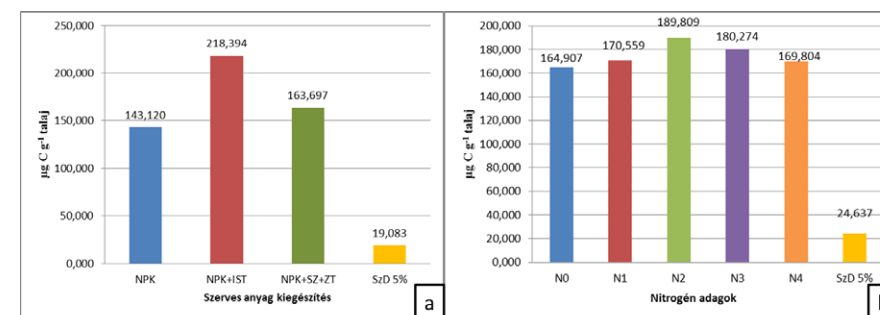
Eredmények

Az aggregátumok stabilitását csak a szerves kiegészítések befolyásolták szignifikánsan. A legalacsonyabb aggregátum stabilitási érték a csak műtrágyával kezelt parcelláké, ettől szignifikánsan magasabb (8,4 %-kal) értéket mutat az istállótrágyás kiegészítés. A legmagasabb aggregátum stabilitási értéket (55,429 %) a szárleszántás és zöldtrágya növény alkalmazásával lehetett elérni, ez szignifikánsan magasabb értéket jelent a másik két kezeléshez képest. A N adagok nem befolyásolták szignifikánsan a stabil aggregátumok %-át (2. ábra).



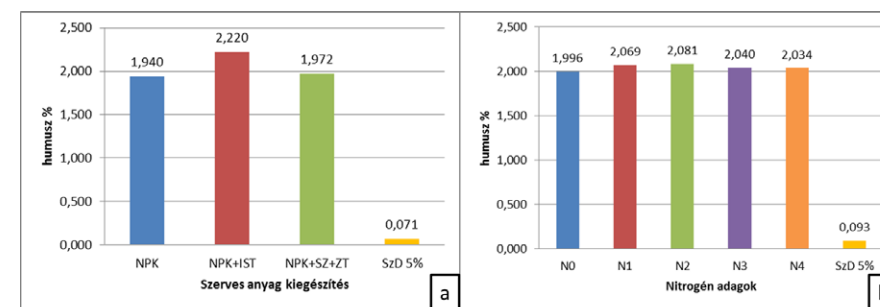
2. ábra. Különböző szerves trágya kiegészítési (a) módok és nitrogén adagok (b) hatása az aggregátum stabilitásra IOSDV 2015. Rövidítések magyarázata a szövegben.

A 2015-ös év tavaszi mikrobiális biomassza mérésének eredményei szerint a trágya kiegészítések statisztikailag is igazolható különbséget mutattak (3. ábra). A legmagasabb érték az istállótrágyás kiegészítésnél volt (második éves istállótrágya hatás), 25 %-kal alacsonyabb ennél a szárleszántás+zöldtrágyás, 35 %-kal pedig a csak műtrágyás kezelés. Bár a N adagok esetében nem volt kimutatható szignifikáns hatás, az eredmények mégis jól látható tendenciát követnek. A N adagok kezdeti emelkedése növeli a mikrobiális biomassza mennyiséget, majd az optimumot meghaladva csökkenti azt.



3. ábra. A különböző szerves trágya kiegészítési módok (a) és nitrogén adagok (b) hatása a mikrobiális biomassza tömegére IOSDV 2015. Rövidítések magyarázata a szövegben.

A 4. ábrán a talaj humusztartalom vizsgálatának eredményei láthatóak. A különböző szerves kiegészítések esetében az istállótrágyázott parcellák humuszmennyiségi eredményei mutattak szignifikáns eltérést. A zöldtrágya+szárleszántásos kezeléshez képest 11,18 %-kal, a csak műtrágyázotthoz képest 12,7 %-kal magasabb az istállótrágyával kezelt parcellák humusz % értéke. A nitrogén adagoknál nem számottevő az eltérés, de hasonló tendencia figyelhető meg, mint a mikrobiális biomassza tömeg esetében.



4. ábra. A különböző szerves trágya kiegészítési módok (a) és nitrogén adagok (b) hatása a humusztartalomra IOSDV 2013. Rövidítések magyarázata a szövegben.

Az 1. táblázat az aggregátum stabilitás, a mikrobiális biomassza mennyiség, és a humusz mennyiség közötti korrelációs vizsgálatok eredményeit szemlélteti. Mint látható, a mikrobiális biomassza és a humuszmennyiség statisztikailag is igazolható módon korrelálnak egymással. Viszont az aggregátum stabilitás és a többi általunk vizsgált paraméter között elvégzett korrelációanalízis nem mutatott statisztikailag is igazolható összefüggést.

1. táblázat. Az aggregátum stabilitás, mikrobiális biomassza C és a humusz % közötti korrelációs együtthatók értékei. (Zárójelben a korreláció szignifikancia értéke látható.)

	Mikrobiális biomassza C	Humusz %	Aggregátum stabilitás
Mikrobiális biomassza C	1	0,435 (0,003)	0,116 (0,447)
Humusz %	0,435 (0,003)	1	-0,129 (0,395)
Aggregátum stabilitás	0,116 (0,447)	-0,129 (0,395)	1

Következtetések

A különböző mechanikai földművelési beavatkozások, melyek módosítják a talaj szerkezetét, befolyásolják a stabil aggregátumok mennyiségét, hatással vannak a talaj mikroorganizmus közösségeire, valamint a szerves anyag változásaira is (Bronick and Lal, 2005). Ezen hatások az általunk vizsgált kísérletben is érvényesülnek.

A szakirodalmi közlemények nagyobb részében leírtak szerint a trágyázás, főként a szerves trágyázás pozitívan befolyásolja a talajban a mikrobiális biomassza tömeget (Ibrahim 1971, Helmezi 1983, Müller 1991, Kátai 1999, Kátai 2006, Szili-Kovács 2012.). Közvetlen hatást általában a szervestrágyázással kapcsolatban mutatnak ki. Kutatásaink eredményei is alátámasztják, hogy a műtrágyázás mellett kiegészítésként használt istállótrágyázás, valamint szárleszántás+zöldtrágya növény alkalmazása növeli a talaj mikrobiális biomassza tömegét, és humusztartalmát, valamint pozitív hatással van a stabil aggregátumok kialakulására is.

Az istállótrágya tápanyagai fokozatosan ásványosodnak, így hosszú ideig jelentenek energiaforrást mind a növény, mind a mikroorganizmusok számára. A zöldtrágya főként a talajtermékenységre és a kultúrállapotra van jótékony hatással. Olajretek esetében 10 t biomasszában 48 kg N, 22 kg P₂O₅ és 43 kg K₂O kerül a talajba. A tarlómaradványok bedolgozása a fizikai állapot és a tápanyag utánpótlás szempontjából lehetnek jelentősek. (Birkás, 2006).

A műtrágyázás során alkalmazott különböző N adagok közvetlenül nem befolyásolták számottevően egyik vizsgált paramétert sem. Tendenciaszerűen azonban megállapítható, hogy a növényállomány számára optimális szintű N műtrágya adag mellett nagyobb volt a mikrobiális biomassza mennyisége is.

A kutatásaink alapján a humuszmennyiség hatékony növelése érdekében mindenképpen indokolt lehet istállótrágya alkalmazása, de a zöldtrágya növényel és szárleszántással is jelentős javulás érhető el. A kísérlet eredményei alapján tendenciaszerűen megfigyelhető az a megállapítás, hogy a túlzott N műtrágya használat általi gyorsabb szervesanyag-mineralizáció csökkenti a szerves anyagok mennyiségét, de szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható.

Az aggregátum stabilitás vizsgálatának eredményei szerint a talaj szerkezetességét leginkább a szárleszántás és zöldtrágya növény alkalmazása javítja, de az istállótrágyázással is javíthatunk a talaj szerkezeti állapotán.

A szárleszántás és zöldtrágya növény kedvezőbb hatása annak tudható be, hogy talajba jutó szerves anyagok csak akkor képesek elősegíteni a talaj szerkezet optimális kialakulását, ha lebomlásuk a talajban történik, és optimálisak a feltételek. Így bomlásuk során ragasztóanyagok keletkeznek, melyek segítik az aggregátumok kialakulását (Huisz, 2012).

Csitári *et al.* (2014) vizsgálataiban - melyek szintén ezen a kísérleti területen folytak – csak az istállótrágyázás esetében mértek szignifikáns eltérést mikrobiális biomassza esetében. Birkás (2006) szerint a zöldtrágya növények biomassza tömegnövelő hatása évről-évre függően akár el is maradhat.

Az aggregátum stabilitás eredményei a szárleszántás+zöldtrágyás kezelésnél tértek el szignifikánsan. A mostani vizsgálatok eredményei azonban mindkét paraméternél szignifikáns eltérést mutattak a szerves kiegészítések esetében. A humuszmennyiség eredményei hasonlóságot mutatnak.

Az eredmények különbözősége adódhat az időjárási tényezők változékonyságából, illetve befolyásolja a szerves kiegészítések talajba kerülésének eltérő időpontja és a mintavétel időpontja közti különbség (pl. az istállótrágya a kukorica vetése előtt, zöldtrágya pedig az őszi árpa aratása után kerül tarlóba), valamint a talaj aktuális lazultsága és nedvesség állapota is fontos módosító tényező lehet.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Csütörtökiné Rigó Erzsébetnek és Dunai Attilának a mintavételben és a laboratóriumi vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségéért. Köszönet Dr. Hoffmann Sándornak a meteorológiai adatokért.

Hivatkozások

- Birkás, M. 2006. Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 199
- Bronick, C. J. and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review, *Geoderma* 124, 1-2
- Bronick, C.J. and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124:3-22.
- Csitári, G., Dunai A., Tóth Z. és Hernádi H. 2014. Mikrobiális biomaszatömeg és a talajfizikai állapot vizsgálata trágyázási tartamkísérletben. Talajtani Vándorgyűlés. 19-28
- Dunai, A., Harmat, A., Makó A. és Tóth Z. 2012. Talajok aggregátum stabilitásának összehasonlító vizsgálata. Talajvédelem Különszám. 145-157
- Helmecci B. 1983. Műtrágyák hatása a talaj mikroflórájára. *Agrokémia és Talajtan* 32: 580-592
- Huisz, A. 2012. A talajszerkezet és a szervesanyag-megoszlás változásainak jellemzése új módszerekkel művelési tartamkísérletben, Doktori értekezés, 9-17
- Ibrahim, A. N., Kamel. M és El-Sherbeny, M.A., 1971. A Tolypotrix tenius algával történő oltás hatása a rizs termésére és a talaj nitrogénmértékére. *Agrokémia és Talajtan* 20: 389-399
- Káta J. 1999. Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan* 48: 348-360
- Káta J. 2006. Changes in soil characteristics in a mono- and triculture long-term field experiment. *Agrokémia és Talajtan* 55: 183-192
- Kemper, W. D., Koch, E.J. 1966. Aggregate stability of soils from western portions of
- Kismányoky T., Hoffmann S. és Tóth Z. 1996. Keszthelyi tartamkísérletek. Pannon Egyetem. Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Jegyzet.
- Kismányoky, T. és Balázs, J. 1996. Keszthelyi tartamkísérletek. Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely. 37-41
- Lal, R. 1991. Soil structure and sustainability, *J. Sustain. Agric*, 1, 67-92
- MSZ 08-0452:1980: Szervesanyag-tartalom meghatározás talajban.
- Müller G. 1991. Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. *Agrokémia és Talajtan*. Budapest. 40 (1991) 1-2. 263-271
- Schmidt, J. 2011. Földműveléstan. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem
- Six J., Callewaert P., Lenders S., De Gryze S., Morris S.J., Gregorich E.G., Paul E.A. and Paustian K. 2002. Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. *Soil Science Society of America Journal*, 66: 1981–1987
- Six, J., Elliott, E.T. and Paustian, K. 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 1042 – 1049

- Szili-Kovács T., Molnár E., Villányi I., Knáb M., Bálint Á., Heltai Gy. és Anton A. 2012: CO₂ kibocsátás és mikrobiális aktivitás bolygatótalan talajoszlopban ásványi és istállótrágya kezelések hatására kukorica jelzőnövényvel. *In: Lehoczy É. (szerk.) Talaj-víz-növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. MTA Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest, 61-64*
- the United States and Canada. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull., 1355
- Vance, E. D., Brookes, P. C. and Jenkinson, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19 (6): 703-707
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-21
- Zsoldos L. 1967. A talaj mint polidiszperz rendszer *In: Fekete Z., Hargitai L. és Zsoldos L.: Talajtan és agrokémia, Mezőgazda Kiadó, Budapest*
- <http://www.saaten-union.hu/index.cfm/product/6,58,buza,12,html> (2015.11.27.)

Növényvédő szerek *in vitro* szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemem

Kormos Éva^{1*}, Buda István², Szabó Rita¹, Lehel József³ és Budai Péter¹

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

²Toxi-Coop Zrt, 2120 Dunakeszi, Pálya u. 2.

³Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

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

Összefoglalás

A növényvédő szerek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban elsősorban emlősállatokat alkalmaznak. A primer szemirritációs vizsgálatot Draize és munkatársai fejlesztették ki 1944-ben, melyben albinó nyulakat használnak fel. Az évek során több olyan *in vitro* módszert is kidolgoztak, amely nem csak csökkentheti az emlős kísérleti állatok számát, hanem a jövőben ki is válthatja ezek felhasználását. A lehetséges alternatív módszerek közé tartoznak az izolált szerveken végrehajtott szemirritációs tesztek, köztük az izolált csirkeszemet felhasználó vizsgálat is.

Vizsgálatainkban 4 növényvédő szer irritatív hatását tanulmányoztuk az *in vitro* ICE (Isolated Chicken Eye) teszttel. Az *in vitro* irritációs tesztből származó eredményeket összehasonlítottuk a biztonságtechnikai adatlapon közölt irritációs értékekkel. Az *in vitro* eredmények jól korrelálnak a gyártók által közölt *in vivo* adatokkal. Az izolált csirkeszemet felhasználó *in vitro* ICE teszt jelen formájában elővizsgálati módszerként jól alkalmazható a növényvédő szerek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban, így csökkentve a kísérleti állatfelhasználást.

Kulcsszavak: *in vitro*, izolált csirkeszem; szemirritáció, növényvédő szer

Abstract

The toxicological studies for registration of pesticides are mostly based on mammals. Albino rabbits are used in the generally accepted eye irritation study developed by Draize et al. in 1944. Several various *in vitro* tests have been developed to replace *in vivo* eye irritation testing. One of these alternative methods is the Isolated Chicken Eye test.

In the present study four different pesticides were screened for irritation potential by the Isolated Chicken Eye test. The *in vitro* results were compared with the *in vivo* data from material safety data sheet. In general a good correlation was found between *in vitro* results from ICE test and reported data based on the Draize eye test. The present form of the ICE test can be proposed as a screening method for the registration of pesticides, therefore the number of test animals can be reduced.

Keywords: *in vitro*, isolated chicken eye, eye irritation, pesticide

Bevezetés

A növényvédő szerek engedélyezése során szükséges kockázatbecsléshez az alapot az emlősállatokon végzett toxikológiai kísérletek adják. Az elmúlt években nagy hangsúlyt kaptak és a törekvés azóta is folyamatos az alternatív, *in vitro* módszerek előtérbe helyezésére az 3R szabály (Russell and Burch, 1959) értelmében.

A szemirritáció meghatározására *in vivo* módszerként a Draize és mtsai által (1944) kidolgozott albinó házinnyúlón végzett vizsgálat végzendő. A lehetséges alternatív módszerek közé tartoznak az izolált szerveken végrehajtott szemirritációs tesztek, köztük az izolált csirkeszemet felhasználó vizsgálat is. Vizsgálataink során növényvédő szerek primer szemirritációs tulajdonságainak meghatározását végeztük vágóhídról származó csirkeszemem (ICE). A módszert az OECD 438 irányelv szerint végeztük, amely során a szaruhártya duzzadásának, vastagodásának és fluoreszcien megtartásának értékelésével határoztuk meg a növényvédő szerek szemirritációs potenciálját.

Célunk az volt, hogy összehasonlítsuk a vizsgálatba vont növényvédő szerek ICE tesztből származó *in vitro* eredményeit a készítmények biztonságtechnikai adatlapján közölt *in vivo* tesztből származó adataival, abból a célból, hogy alkalmas lehet-e az izolált csirkeszemem végzett vizsgálat jelenlegi formájában a Draize-féle szemirritációs teszt teljes kiváltására a növényvédő szerek engedélyezéséhez szükséges toxikológiai vizsgálatokban.

Anyag és módszer

A vizsgálatainkban felhasznált növényvédő szerek a következők voltak: Dual Gold 960 EC (S-metolaklór), Glyphogan 480 SL (glifozát-izopropilamin-só), Systhane duplo (miklobutanil), Vertimec 1,8 EC (abamektin). A kísérletek során a kezeléseket a készítmények kereskedelmi koncentrációjával végeztük el.

Vizsgálati anyagokként 7 db csirkeszemet kezeltünk: 3 szemre tesztanyag került, 3 szem pozitív kontrollként (triklórecetsav 30 V/V%) és egy szem negatív kontrollként (fiziológiás sóoldat) szolgált.

Az ICE tesztet az OECD 438 irányelv alapján végeztük el.

A vizsgálathoz használt csirkeszemek a vágástól számított két órán belül az izolált körülményeket biztosító szuperfúziós készülékbe kerültek. A készülék a vizsgálat időtartama alatt biztosítja a szükséges hőmérsékletet ($32 \pm 1,5$ °C), továbbá a kamrába elhelyezett csöveken keresztül a szaruhártyák megfelelő nedvesítését (fiziológiás sóoldat). A vizsgáló kamrákba helyezett szemek megfelelőségét a szaruhártyahomály és a 2 V/V%-os fluoreszcien-oldat megtartásának mértékével ellenőriztük. A sérült vagy meg nem felelő szemeket kicseréltük, majd szaruhártya-vastagságot mértünk. A 45-60 perces akklimatizációt követően, de még a kezelés előtt szintén mértük a szaruhártya-vastagságot és meghatároztuk a homályt és a fluoreszcien megtartást mindegyik szemnél. A kezelés közvetlenül a referencia értékek felvétele után történt. A kezelési térfogat 30 µl, az expozíciós idő pedig 10 másodperc volt minden egyes szem esetében, amelynek lejárta után a tesztanyagot szobahőmérsékletű fiziológiás sóoldat segítségével távolítottuk el a szaruhártya felszínéről (kb. 20 ml/szem). A kezelés előtt felvett referencia értékek a kezelést követő mosás utáni 30., 75., 120., 180., 240., percben végzett megfigyeléseink során rögzített paraméterekkel való összehasonlítást biztosították, amelynek alapján meghatározható volt a vizsgált növényvédő szer szaruhártyára gyakorolt károsító hatása az adott időpontban. A különböző időpontokban (30, 75, 120, 180, 240 perc) mért 3 vizsgálandó paraméterből a kiértékelő táblázat alapján irritációs értékeket képeztünk.

Eredmények

A Dual Gold 960 EC-vel történt kezelés eredményeként, a csirkeszemek szaruhártyája kis mértékben megvastagodott. A szaruhártyahomály kezdetben nem vagy csak kis mértékben jelentkezett, a fluoreszcien megtartás is kismértékű volt. A vizsgálati eredmények alapján a

készítmény enyhén szemirritatívnak bizonyult. A növényvédő szer biztonságtechnikai adatlapján szereplő toxikológiai információk szerint a nyúlón elvégzett *in vivo* vizsgálat alapján a Dual Gold 960 EC mérsékelten szemirritáló tulajdonságú.

A Glyphogan 480 SL növényvédő szerrel kezelt szemeken jelentős szaruhártya vastagodás, nagymértékű homály és jelentős fluoreszcien megtartás jelentkezett. A készítmény a kezelt szemeken szemkorróziót/súlyos szemirritációt okozott a teszt során. A növényvédő szerhez tartozó biztonságtechnikai adatlapon szereplő toxikológiai információk szerint a nyúlón elvégzett *in vivo* vizsgálat alapján a Glyphogan 480 SL súlyos szemkárosodást okoz.

A Systhane duplo alkalmazása során a kezelt csirkeszemeken csak kismértékű szaruhártya-vastagodás volt tapasztalható, majd jelentős szaruhártyahomály és fluoreszcien megtartást mértünk. Az elvégzett vizsgálat alapján a növényvédő szer közepesen szemirritatív. A készítményhez tartozó biztonságtechnikai adatlapon szereplő toxikológiai információk szerint a nyúlón elvégzett *in vivo* vizsgálat alapján a Systhane duplo közepesen irritáló hatású.

A Vertimec 1,8 EC vizsgálati anyaggal elvégzett kezelés eredményeként a csirkeszemeken enyhe szaruhártya-vastagodás és homály, valamint nagymértékű fluoreszcien megtartást jegyeztünk fel. A készítmény a megfigyelt tünetek szerint a közepesen irritatív kategóriába sorolható. A növényvédő szerhez tartozó biztonságtechnikai adatlapon szereplő toxikológiai információk szerint a nyúlón elvégzett *in vivo* vizsgálat alapján a Vertimec 1,8 EC mérsékelten szemirritáló tulajdonságú.

A vizsgálatba vont növényvédő szerek ICE teszttel meghatározott *in vitro* szemirritációs eredményeit és a biztonságtechnikai adatlapjaikon szereplő *in vivo* adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A vizsgálat során alkalmazott növényvédő szerek közül a Dual Gold 960 EC, Glyphogan 480 SL, Systhane duplo esetében megegyeztek az *in vitro* ICE tesztből és az irodalmi adatokból származó eredmények. A Vertimec 1,8 EC esetében a biztonságtechnikai adatlapon közölt *in vivo* adathoz képest az *in vitro* teszt során erősebb irritációt értékeltünk.

1. táblázat. A vizsgálati anyagok eredményeinek összehasonlítása

Növényvédő szer	ICE teszt eredménye	Biztonságtechnikai adatlap szerinti besorolás
Dual Gold 960 EC	enyhe szemirritáció	mérsékelten irritatív
Glyphogan 480 SL	szemkorrózió/súlyos szemirritáció	súlyosan irritatív
Systhane duplo	közepes szemirritáció	közepesen irritatív
Vertimec 1,8 EC	közepes szemirritáció	mérsékelten irritatív

Megvitatás

Az általunk növényvédő szerekkel elvégzett ICE tesztből származó *in vitro* eredmények jó korrelációt mutatnak a biztonságtechnikai adatlapon közölt *in vivo* értékekkel. Jelen formájában az *in vitro* ICE teszt azonban még nem használható a Draize-féle szemirritációs vizsgálat teljes kiváltására, mert csak korrozív, súlyosan irritáló eredmény esetén alkalmas a növényvédő szerek primer szemirritációs kategóriákba sorolására. A Glyphogan 480 SL készítmény esetében az ICE teszttel meghatározott erősen irritatív/korrozív eredmény alkalmas a készítmény szemirritációs kategóriába történő besorolására. A Dual Gold 960 EC, Systhane duplo és a Vertimec 1,8 EC készítmények esetében a meghatározott *in vitro* eredmények csak tájékoztató jellegűek az irritációs potenciálra vonatkozóan, kategorizálásra nem alkalmasak. A módszer előnyei között említhető, hogy gyors, olcsó, egyszerű, és megbízható, viszont egyik legfőbb hátránya, hogy nem alkalmas az irritációs hatás eredményeként kifejlődő szaruhártya károsodások reverzibilitásának a megfigyelésére az izolált rendszer korlátozott idejű fenntarthatósága miatt.

Az izolált csirkeshemen végzett *in vitro* módszer ezáltal elsősorban más *in vitro* módszerrel (HET-CAM, Skinethic HCE, stb) együtt alkalmazva lehet a jövőben megfelelő a növényvédő szerek szemirritációs kategóriájának megállapítására.

Hivatkozások

- Draize, J. H., Woodard, G. and Calvery, H. O. 1944. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 82. 377–390.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2009. Test Guideline 438. OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Isolated Chicken Eye Test Method for Identifying Ocular Corrosives and Severe Irritants.
- Russell, W. M. S. and Burch, R. L. 1959. *The Principles of Humane Experimental Technique*, Methuen, London.

TOTAL herbicid és a réz-szulfát egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk embriókban

Budai Péter^{1*}, Kormos Éva¹, Grúz Adrienn¹, Szemerédy Géza¹, Lehel József² és Szabó Rita¹

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

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

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

Összefoglalás

A glifozát hatóanyagú TOTAL herbicid és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk fejlődő csirkeembriókon. A kezelésekhez a réz-szulfát 0,1% és 0,01%-os oldatát, valamint a TOTAL (360 g/l glifozát) gyomirtó szer 1%-os emulzióját alkalmaztuk, 0,1-0,1 ml térfogatban. Az injektálásos kezelésekre a keltetés megkezdése előtt, a feldolgozásra a keltetés 19. napján került sor. A kórbontani feldolgozás során feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos deformitásokat, illetve lemértük az élő embriók testtömegét. A vizsgálati anyagok egyedi és együttes kezelése során, a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei szignifikánsan kisebbek voltak a kontrollhoz viszonyítva. A kezelt csoportokban az embrióletalitás szignifikánsan emelkedett a kontroll csoporthoz képest. A fejlődési rendellenességet mutató embriók előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt minden kezelt csoportban. A kísérletünkben felhasznált réz-szulfát-oldat és a TOTAL herbicid egyedi méreghatása embriótoxikus volt a tojásban fejlődő madárszervezetre. Teratogén hatás nem volt igazolható. A kísérleti anyagok együttes alkalmazása során az embriótoxikus dóziszú réz-szulfát mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott TOTAL gyomirtó szeres kezelés fokozta az embriótoxicitást, a toxikus interakció hátterében additív hatás állhat.

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

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of TOTAL herbicide (glyphosate 360 g/l) and copper sulphate on the development of chicken embryos. On the first day of incubation chicken eggs were injected by 0.1 ml of copper sulphate solutions (0.1, 0.01%) and/or by 0.1 ml of TOTAL (1%). The chicken embryos were examined on day 19 by the followings: number of embryonic death, body weight, type of developmental anomalies. Single administration of both test materials and their combination significantly decreased the body weight of the embryos as compared to the control group. Single administration of test items and the combination of them significantly increased the embryomortality. Developmental abnormalities were observed sporadically due to the single and combined administration. Our teratogenicity study revealed that, the individual copper sulphate reduced the body weight of embryos significantly but teratogenic effect was not realised. The single toxic effect of TOTAL was embryotoxic in chicken embryos. The combined administration of TOTAL and copper sulphate increased the embryotoxic effect and the form of toxic interaction may be addition.

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

Bevezetés

Napjainkban a mezőgazdasági termelésnek az élelmiszer előállításán túl fokozott figyelmet kell fordítania az élővilágot érő környezetterhelés csökkentésére, illetve elkerülésére. A növényvédő szerrel kontaminált környezetben a peszticidek megváltoztatják az élő szervezetek kémiai környezetét és ezzel megteremtik a mérgezés lehetőségét. A felhasznált növényvédő szerek, így mind a kifejlett állatokra, mind pedig a tojásban fejlődő embrióra is kifejtetik mérgező hatásukat. Az ipari szennyezések mellett a mezőgazdasági termelés is fontos szerepet játszik a környezeti rézterhelés forrásai között, mivel a rézvegyületek felhasználásra kerülnek mikroelem trágyákban, valamint gombaölő szerek hatóanyagaiként is, amelyek lehetőséget teremthetnek a vadmadarak tojásainak expozíciójára (Jeng és Yang, 1995). Napjainkban a környezet védelme egyre fontosabbá válik, ez szükségessé teszi az ökotoxikológiai vizsgálati rendszerek kiszélesítését. Ezekben a vizsgálatokban az egyes peszticideket nagyrészt külön alkalmazzák. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy a vegyi anyagok sohasem egyedül, önmagukban találhatóak az élő szervezetekben, illetve azok környezetében. A vegyi terhelés általában komplex módon jelentkezik, így számolni lehet az úgynevezett együttes

méreghatással (Várnagy, 1996). Az utóbbi időkben a toxikológiai kutatások területén is hangsúlyosabban jelennek meg azon vizsgálatok, amelyekben a nehézfémeket más vegyületekkel kombinálva tanulmányozzák az interakciós hatásokat (Kertész, 2001; Institoris és mtsai, 2001; Pecze és mtsai, 2001). Vizsgálatunkban arra kerestük a választ, hogy a környezetben jelenlévő réz expozíció, kiegészítve a glifozát hatóanyagú TOTAL herbicides terheléssel, milyen károsító hatást gyakorol a tesztorganizmusként választott házityúk embrió fejlődésében.

Anyag és módszer

A környezeti rézterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,1% és 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldatot (Reanal-Ker Kft., Magyarország) használtunk. A 360 g/l glifozát hatóanyagú TOTAL (Cheminova Magyarország Kft., Magyarország) gyomirtó szert mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (1%) alkalmaztuk. A vizsgálathoz szükséges termékeny tyúktojások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) vegyes hasznosítású, Farm fajtájú tenyészetéből (apai és anyai vonal Farm) származtak. A tojások keltetése RAGUS® (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben történt. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról. A keltetés megkezdésének napján 0,1 ml vizsgálati anyagot injektáltunk a tojások légkamrájába. A feldolgozást a keltetés 19. napján végeztük, amelynek során jegyzőkönyvben rögzítettük az embriók testtömegét, az elhalások számát és a makroszkópos magzati deformitásokat. A testtömeg adatokat varianciaanalízissel és Tukey HSD teszttel értékeltük, a fejlődési rendellenességek és az embrióletalitás statisztikai vizsgálatához a Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztuk.

Eredmények

A réz-szulfát 0,1% és 0,01%-os oldataival elvégzett egyedi kezelések szignifikánsan ($p < 0,001$) csökkentették az embriók testtömegét (átlag 18,32 g és 19,53 g) a kontroll csoporthoz (átlag 21,95 g) viszonyítva. A TOTAL herbiciddel történt egyedi kezelés hatásaként az embriók testtömege (átlag 19,80 g) szignifikánsan ($p < 0,001$) csökkent a kontrollhoz képest. A kombinációs kezelések eredményeként a gyomirtó szert együtt alkalmazva a 0,1% és a 0,01%-os réz-szulfát oldattal az embriók testtömegei (átlag 18,15 g és 18,14 g) szignifikánsan ($p < 0,001$) kisebbek voltak a kontroll csoportban mért értékekhez képest. Az együttes kezelések során a herbicid és a réz-szulfát 0,1%, valamint 0,01%-os töménységű oldatát együtt alkalmazva az élő

embriók testtömeg értékei statisztikailag igazoltan ($p < 0,05$) csökkentek (átlag 18,15 g és 18,14 g) összevetve a TOTAL gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoportban mért értékekhez (átlag 19,80 g) képest. A réz-szulfát 0,1% és 0,01%-os oldataival elvégzett egyedi kezelések szignifikánsan ($p < 0,01$; $p < 0,05$) növelték az embrióelhalás mértékét (14 db, 10 db) a kontroll csoporthoz (3 db) képest. A 0,1% és 0,01%-os réz-szulfáttal, valamint a herbiciddel elvégzett kombinációs kezelések eredményeként az elpusztult embriók száma (16 db, 12 db) szignifikánsan ($p < 0,001$) emelkedett a kontroll csoporthoz (3 db) képest. A 0,01%-os réz-szulfáttal és gyomirtó szerrel együttesen kezelt csoportban tapasztalt embriómortalitás a 0,01%-os réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban mért elhalásokhoz képest szignifikánsan ($p < 0,05$) nőtt. Hasonló jellegű szignifikáns ($p < 0,05$) mértékű eltérés volt megfigyelhető a herbiciddel egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva is. A réz-szulfát 0,1%-os oldatával és a gyomirtó szerrel elvégzett kombinált kezelés eredményeként az elpusztult embriók száma szignifikánsan ($p < 0,05$) emelkedett mind a réz-szulfát 0,1%-os oldatával, mind az 1%-os TOTAL herbiciddel egyedileg kezelt csoportokhoz képest. A kontroll csoportban nem volt fejlődési rendellenességet mutató embrió. A réz-szulfát 0,1% és 0,01%-os oldatával és a TOTAL herbicid 1%-os emulziójával elvégzett egyedi és együttes kezelések hatására a fejlődési rendellenességek előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt.

Megvitatás

A 0,1% és 0,01%-os réz-szulfát oldattal elvégzett egyedi kezelések eredményei alapján megállapítható, hogy a réz-szulfát kísérletben alkalmazott dózisa embriótoxikusak voltak, amely elsősorban a szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésben és az embriómortalitás fokozódásában nyilvánult meg, teratogén hatás azonban nem volt igazolható, mivel fejlődési rendellenességet mutató embriók csak sporadikusan fordultak elő. Korábbi vizsgálat alkalmával Szabó és mtsai (2011) hasonló eredményről számoltak be, a 0,01%-os réz-szulfáttal elvégzett kezelés hatására a házityúk embriók testtömege szignifikánsan csökkent, az embriómortalitás szignifikánsan fokozódott, a fejlődési rendellenességek előfordulása azonban szignifikánsan nem tért el a kontrolltól. A glifozát hatóanyagú TOTAL herbicid 1%-os emulziója embriótoxikusnak bizonyult. A tojásban fejlődő embrióra nézve mérgező hatásai a 19. napi feldolgozás adatai alapján főként a kontroll csoporthoz viszonyított szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésben nyilvánult meg, valamint szignifikánsan nőtt az elhalt embriók száma a kontroll csoporthoz viszonyítva. Dallegrave és mtsai (2003) vemhes patkányokon tanulmányozták a glifozát hatóanyagú Roundup herbicid 500, 750 és 1000 mg/kg dózisaik teratogén hatását. A Roundup

készítmény alkalmazott dózisaik fokozták az embriómortalitást, amely a legmagasabb dózisonál elérte az 50%-ot. A kezelések teratogén hatásúak voltak, mivel fokozták a magzati csontvázfejlődési rendellenességek előfordulását. Az 0,1% és 0,01%-os réz-szulfáttal és a 1%-os TOTAL herbiciddel elvégzett együttes kezelések eredményei alapján az egyedi méreghatásokhoz képest az embrióletalitás szignifikáns mértékben fokozódott, a fejlődési rendellenességek előfordulási gyakorisága azonban sporadikus jellegű maradt. A kombinált kezelések embriótoxikusak voltak, teratogén hatás nem volt igazolható. A hatás additív interakcióként jelentkezett.

Hivatkozások

- Dallegrave E., Mantese F. D., Coelho R. S., Pereira J. D., Dalsenter P. R. and Langeloh A. 2003. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicology Letters*, 142: 45-52.
- Institóris L., Siroki O. és Dési I. 2001. Kombinált cipermetrin Hg^{2+} és As^{3+} expozíció immuntoxikológiai vizsgálata patkányon. TOX'2001 Konferencia. Eger. Absztraktok C1-2.
- Jeng S. L. and 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.
- Pecz L., Papp A. és Nagymajtényi L. 2001. Kombinált toxikus expozíció hatása az *in vivo* regisztrált hippokampális populációs spike-ra patkányban. TOX'2001 Konferencia. Eger. Absztraktok C1-4.
- Szabó R., Budai P., Lehel J. and Kormos É. 2011. Toxicity of s-metolachlor containing formulation and heavy metals to chicken embryos. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci.*, Ghent University, 76: 931-938.
- Várnagy L. 1996. Növényvédő szerek és a reprodukció kapcsolata. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 51. 421-423.

Glifozát hatóanyagú gyomirtó szer (Fozát 480) és a kadmium-szulfát interakciós vizsgálata házityúk embriókon

Szabó Rita^{1}, Kormos Éva¹, Szemerédy Géza¹, Sipos Ádám¹, Lehel József² és Budai Péter¹*

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

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

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

Összefoglalás

Vizsgálatunkban egy széles körben alkalmazott gyomirtó szer, a Fozát 480 és a környezeti fémterhelést modellező kadmium-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk fejlődő tyúkembriókon. Kísérleti anyagként 0,1%-os kadmium-szulfát-oldatot és a Fozát 480 (480g/l glifozát (izopropil-amin só) gyomirtó szer 2%-os emulzióját alkalmaztuk. Az injektálásos kezelést a keltetés első napján, míg a tojások felbontását a 19. napon végeztük el. A kórbonctani vizsgálat során lemértük az embriók testtömegét, rögzítettük az elhalások számát, továbbá feljegyeztük a makroszkópos magzati elváltozásokat. A testtömeg adatokat varianciaanalízissel és Dunnett teszttel értékeltük, az embriómortalitás és a fejlődési rendellenességek biometriai értékeléséhez a Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztuk. A Fozát 480 gyomirtó szer és a kadmium-szulfát együttes madárteratológiai vizsgálatának eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti kadmiumterhelés (amely önmagában kismértékben embriotoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Fozát 480 gyomirtó szeres kezelés additív formában fokozta az embriotoxicitást, amely az embriók szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésében és az embrióelhalások fokozódásában nyilvánult meg az általunk alkalmazott kísérleti körülmények között.

Kulcsszavak: glifozát, kadmium-szulfát, együttes méreghatás, ökotoxikológia, tyúkembrió

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Fozát 480 herbicide (glyphosate [isopropylamine salt] 480g/l) and cadmium sulphate on the development of chicken embryos. On the first day of incubation chicken eggs were injected by 0.1 ml of cadmium sulphate solution (0.1%) and/or by 0.1 ml of Fozát 480 (2%). The chicken embryos were examined on day 19 by the followings: rate of embryo mortality, body mass, type of developmental anomalies, macroscopic examination. The body weight was evaluated statistically by one-way ANOVA and Dunnett test, the embryomortality and the developmental anomalies was analysed by Fisher test. Our teratogenicity study revealed that, the combined administration of cadmium sulphate and glyphosate (isopropylamine salt) containing herbicide formulation (Fozát 480) caused a significant reduction in the body weight of embryos and increased the rate of embryonic mortality. The joint toxic effect of cadmium sulphate and Fozát 480 is an additive effect compared to the individual toxicity of the test materials.

Keywords: glyphosate (isopropylamine salt), cadmium sulphate, joint toxic action, ecotoxicology, chicken embryo

Bevezetés

Az ipar és a mezőgazdaság fejlődése következtében az embert és az embert körülvevő élő környezetet jelentős kémiai terhelés éri napjainkban, amelyen belül „előkelő helyet” foglalnak el a növényvédő szerek. A mezőgazdaságban alkalmazott kemikáliák felhasználása egyrészt segítséget jelent a kártevők és kórokozók leküzdése révén a termésbiztonság növelésében, ugyanakkor - mivel minden vegyi anyag potenciális mérgeg – egyúttal kockázatot is rejt magában. A vegyi terhelésnek elsősorban a mezőgazdasági művelésbe vont területek állatvilága, valamint a növényvédő szert a munkája során felhasználó ember van kitéve. Az agrárterületek táplálékforrást, búvó- és költőhelyet jelentenek vadmadarainknak. A növényvédelmi munkák során kipermetezett szerek nemcsak a kifejlett madarakra, hanem a tojásban fejlődő embrióra is hatással lehetnek (Várnagy és Budai, 1995). A fácánok szaporodási periódusa rendszerint egybeesik a vegyszeres növényvédelmi munkák elvégzésével, ami indokolja, hogy ökotoxikológiai szempontból foglalkozzunk a peszticidek élő szervezetekre gyakorolt káros hatásának kérdéseivel. A peszticidek ökotoxikológiai tesztelése során döntő részben az egyes kémiai ágensek külön-külön kerülnek alkalmazásra, azonban nem hagyható figyelmen kívül az a

tény, hogy a vegyi terhelés általában komplex módon jelentkezik, így számolni lehet az egyidejűleg jelen levő vegyi anyagok együttes méreghatásával, interakciójával, amelynek következtében a komponensek egymás méreghatását módosíthatják (Oskarsson, 1983; Danielsson és mtsai, 1984; Speijers és Speijers, 2004).

Anyag és módszer

A környezeti kadmiumterhelés modellezéséhez 0,1%-os koncentrációjú kadmium-szulfát-oldattal (Reanal-Ker Kft., Magyarország) végeztük az egyedi és együttes kezeléseket. A 480g/l glifozát (izopropil-amin só) hatóanyagú Fozát 480 gyomirtó szert (Agro-Chemie, Budapest, Magyarország) az egyedi és az együttes kezeléseknél gyakorlati permetlé töménységben (2%) alkalmaztuk. Vizsgálatainkat Farm fajtájú termékeny tyúktojásokon végeztük, amelyek a Goldavis Kft. (Sármellék Magyarország) Farm tenyészetéből származtak. A tojások keltetése Ragus típusú (Wien, Ausztia) asztali keltetőgépben történt. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról (Bogenfürst, 2004). A tojások kezelésére (n=35/csoport) a keltetés megkezdésének napján került sor. A vizsgálati anyagokból készült oldatból és emulzióból az egyedi kezeléseknél során 0,1–0,1 ml végtérfogatban, míg az együttes méreghatás vizsgálatoknál kombinációként a vegyszerekből összesen 0,2 ml-t injektáltunk a tojások légkamrájába. Az oldatok és emulziók készítéséhez, valamint a kontroll csoport kezeléséhez desztillált vizet használtunk. A kezelést követően megindítottuk a keltetést. A várható kelés előtt két nappal, a keltetés 19. napján került sor a feldolgozásra. A kórbonctani feldolgozás keretén belül lemértük és jegyzőkönyvben rögzítettük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elpusztult embriók számát, továbbá értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát. Az elő embriók testtömeg adatai esetén a csoportok összehasonlítását egytényezős varianciaanalízissel végeztük. Mivel az adatok szignifikáns eltérést mutattak, a csoportok páronkénti összehasonlítását Dunnett teszttel végeztük. Az embriómortalitási adatok és fejlődési rendellenességek biometriaival feldolgozása során Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztuk.

Eredmények

A desztillált vízzel kezelt kontroll csoportban az elpusztult embriók aránya 9,10%-ot tett ki. Az embriómortalitás aránya sporadikusnak tekinthető, ami lehetővé tette a csoport viszonyítási alapként való alkalmazását. Fejlődési rendellenesség a csoportban egy esetben fordult elő

(3,33%). A desztillált víz injektálásának hatására a kontroll csoportban az embriók testtömegének átlaga 22,61 g. A 0,1%-os kadmium-szulfáttal elvégzett egyedi kezelés hatásaként az embriómortalitás mértéke szignifikáns módon ($p < 0,001$) 85,71%-ra emelkedett a kontroll csoportban mért értékekhez viszonyítva. A csoportban nem találtunk rendellenes fejlődésű embriót. A kadmium-szulfát injektálása csökkentette az embriók testtömegét (átlag 21,14 g) a kontroll csoportban mért értékekhez képest (átlag 22,61 g), az eltérés azonban statisztikailag nem volt igazolható. A 2%-os koncentrációjú Fozát 480 készítménnyel történt kezelés 40,63%-os embrióhalandóságot eredményezett. A mortalitás növekedése a kontroll csoporthoz viszonyítva szignifikáns mértékűnek ($p < 0,01$) bizonyult. A herbiciddel kezelt csoportban nem fordult elő fejlődési rendellenességet mutató embrió. A gyomirtó szer injektálásának hatására szignifikáns testtömeg-csökkenést ($p < 0,05$), (átlag 20,78 g) tapasztaltunk a kontroll csoportban mért értékhez (átlag 22,61 g) képest.

A kadmium-szulfáttal és Fozát 480 herbiciddel elvégzett kombinált kezelés 100%-os embriómortalitást eredményezett.

Megvitatás

A 19. napon elvégzett kórbonctani feldolgozás során megállapítottuk, hogy az egyedileg alkalmazott kadmium-szulfát szignifikánsan növelte az elhalások arányát, amit más szerzők eredménye is igazolt (Szabó és mtsai, 2011). A Fozát 480 egyedileg, valamint kadmium-szulfáttal való kombinációjakor szintén szignifikáns növekedést eredményezett az embriómortalitást illetően. A fejlődési rendellenességek aránya alacsony szinten maradt minden kezelt csoportban, így teratogén hatás nem volt igazolható. Dallegre és mtsai (2003) a glifozát hatóanyagú Roundup gyomirtó szer különböző dózisaival (500, 750 és 1000 mg/kg) teratogén hatását vizsgálták vemhes patkányokon. Megállapították, hogy a Roundup herbicid kísérletükben alkalmazott dózisaival fokozták az embriómortalitást, amely a legmagasabb dózisonál elérte az 50%-ot. A magzati csontvázfejlődési rendellenességek gyakorisága jelentősen nőtt a kezelt csoportokban, ami igazolta a kezeléseknél teratogén hatást. A feldolgozás során a Fozát 480-nal egyedileg kezelt csoportban tapasztaltunk szignifikáns testtömeg-csökkenést a kontroll csoporthoz viszonyítva. A 0,1%-os kadmium-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban a testtömeg-csökkenés nem volt szignifikáns mértékű, a kombinált csoport esetében pedig 100%-os volt az embriómortalitás, így nem lehetett testtömeg adatokkal számolni. A Fozát 480 gyomirtó szer és a kadmium-szulfát együttes madárteratológiai vizsgálatának eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kísérleti anyagok együttes alkalmazása során a viszonylag alacsony környezeti

kadmiumterhelés (amely önmagában kismértékben embriótoxikus lehet) mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Fozát 480 gyomirtó szerves kezelés additív formában fokozta az embriótoxicitást, amely az embriók szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésében és az embrióelhalások fokozódásában nyilvánult meg az általunk alkalmazott kísérleti körülmények között. Kutatási eredmények szerint a növényvédő szerek kombinációi általában fokozzák, sőt egyes esetekben akár jelentősen növelhetik a komponensek méreghatását, ezáltal természetesen a felhasználásuk kockázatát is megsokszorozzák. Ezek a hatások faj-, idő-, illetve dóziszfüggőek, ezért meglehetősen nehéz feladat rutinszerűen előre jelezni a várható hatást (Thompson, 1996).

Hivatkozások

- Bogenfürst F. 2004. A keltetés kézikönyve. Gazda Kiadó. Budapest. 42-63.
- Danielsson B. R. G., Oskarsson A. and Dencker L. 1984. Placental transfer and fetal distribution of lead in mice after treatment with dithiocarbamates. Arch. Toxicol., 55: 27-33.
- Dallegrave E., Mantese F. D., Coelho R. S., Pereira J. D., Dalsenter P. R. and Langeloh A. 2003. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. Toxicology Letters, 142: 45-52.
- Oskarsson A. 1983. Redistribution and increased brain uptake of lead in rats after treatment with diethyldithiocarbamate. Arch. Toxicol., 6: 279-284.
- Speijers G. J. A. and Speijers M. H. M. 2004. Combined toxic effects of mycotoxins. Toxicology Letters, 153: 91-98.
- Szabó R., Budai P., Lehel J. and Kormos É. 2011. Toxicity of s-metolachlor containing formulation and heavy metals to chicken embryos. Comm. Agr. Appl. Biol. Sci., Ghent University, 76: 931-938.
- Thompson H. M. 1996. Interactions between pesticides; A review of reported effects and their implications for wildlife risk assessment. Ecotoxicology, 5: 59-81.
- Várnagy L. és Budai P. 1995. Agrárkémiai higiéné. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 45., 50-52., 64-65.

Effect of temperature on germination of different panic weed species

György Pásztor* and Erzsébet Nádasy

Georgikon Faculty, University of Pannonia, Deák F. u. 16., Keszthely H-8360,

Hungary

* e-mail: pasztor018@freemail.hu

Abstract

The millet species has been a serious problem for a long time in the maize production. They can be found in the largest maize producer countries in large quantities and species richness. The main reason of the spreading is that it is perfectly adapted to maize production technology. These weed species have a good herbicide tolerance, and if the soil is warmer than 15 °C, they can germinate in the complete vegetation period.

The experiment was designed to examine the effect of rising temperatures on germination of *Panicum miliaceum*, *P. ruderale* and *P. riparium*. We wish to determine the effect of increasing temperatures of seedlings viability and the effect on the shoot and the root length. We made an experiment in laboratory conditions, where we have investigated the germination of three panic species in different temperatures.

Keywords: *Panicum miliaceum*, *P. ruderale*, *P. riparium* germination, temperature

Összefoglalás

A köles fajok régóta komoly problémát jelentenek a kukoricatermesztőknek. A legnagyobb kukoricatermesztő régiókban nagy mennyiségben és fajgazdagsággal vannak jelen. Elterjedésének fő oka, hogy tökéletesen alkalmazkodott a kukorica termesztéstechnológiájához, jól viseli a gyomirtást, nem rendelkezik nagyugalommal, illetve amennyiben a talajhőmérséklet elérte a 15 °C-ot, folyamatosan képes csírázni (megfelelő csapadékmennyiség mellett). Kísérletünk célja az volt, hogy összehasonlítsuk három köles faj, a *Panicum miliaceum*, *P. ruderale* és *P. riparium* csírázását emelkedő hőmérsékleten, illetve vizsgáljuk a csíránövények növekedését. Kísérletünket a Pannon Egyetem Georgikon Karának Növényvédelmi Intézetében végeztük, laboratóriumi körülmények között. A vizsgálat során 20 Petri-csészébe helyeztünk 50-

50 magot, fajonként és hőmérsékletenként 4 ismétlésben. A vizsgálatokat 20, 25, 30 illetve 35 °C-on végeztük. Mindhárom fajból két-két mintát vizsgáltunk: egy 1985-ös keszthelyi gyűjtésű, illetve egy 2013-as tarjáni *Panicum miliaceum* mintát, két 2010-es gyűjtésű *Panicum riparium* mintát Mérkről illetve Nagykállóról, valamint két 2010-es gyűjtésű *Panicum ruderales* mintát Keszthelyről illetve Pusztadobosról. A mintákat fűthető termosztátba helyeztük. A harmadik napon vizsgáltuk a csírázási százalékot és az abnormális csírák számát, majd a hetedik napon a hajtás- illetve gyökérhosszt.

Kulcsszavak: *Panicum miliaceum*, *P. ruderales*, *P. riparium*, hőmérséklet, csírázás

Introduction

The millets (*Panicum*) are one of the largest, species-rich group of grasses, the number of species belonging to this group is more than five hundred in the world (Barkworth et al, 2007). The millet, in our country and throughout Europe, because of the intensification of crop production and the wide usage of herbicides, has become dangerous, hard to eradicate weed (Novák et al, 2009).

The common millet (*Panicum miliaceum subsp. ruderales*) is the wild form of the (*Panicum miliaceum L.*) proso millet (Scholz-Mikolás, 1991; Williams et al., 2007;). The common millet's subspecies, which can be found in large quantities in large-scale maize farming, evolved by reverse mutation from proso millet (Pinke-Pál, 2005).

In Central Europe, in the early 1990s a new independent, weed millet subspecies (*P. miliaceum subsp. agricola*) had been identified, which have been added to the European plant identification handbooks and to the list of invasive species. Hungarian name has not been found for it yet. The most important feature is that in many properties intermediate character can be seen between the proso millet and the *subsp. ruderales* (Magyar-Király, 2012a).

Fresh ripped millet seeds have high vitality (above 90%), however the germination dynamics of species are different. The proso millet seeds practically have no dormancy state, after a 30 days-after-ripening period the germination is almost 100% (Csala, 1975; Eberlein et al., 1990; Czimer-Hartmann, 2005). For the germination is required about 10 °C soil temperature and an amount of water which is equivalent to the 20-30 % of its weight (Láng, 1965).

At a small part of the grains (5-8%) a secondary dormancy can be occurred, because the seeds are heavily surrounded by the awn, and the core is not able to take the moisture needed for the germination. In such a case the seeds only will germinate if the awn dissolved enough to be able

to let through the moisture (Czimer-Hartmann, 2005). To the persistence of millet species contributes a morphological characteristic, that the seed crust of the darker coloured seeds is thicker, so in their case the water absorption and also the germination can take place much more slowly than in the case of the lighter coloured seeds. Such seeds remain viable for up to 5 years in the soil (Kahn et al, 1996).

The optimal germination temperature in laboratory conditions, according to Trivedi (2010) is 27-34 °C, however Baskin and Baskin (1985) have proved that the most intensive germination takes place at alternating temperature (20/35 °C).

The seeds of different millet species germinate from the topsoil (on average 2.5 cm) (Bough-Cavers, 2009). While the quantity of common millet core is significant, depending on the soil type from 12-17 cm depth viable seeds can develop (Trivedi, 2010). Seeds from the shallower layers usually can germinate in 5 days, but from deeper layers may be 10-14 days required for the first appearance of seedlings (James et al, 2010).

Its prosperity may begin on the 30th day after germination, flowers bloom constantly, so the seed formation can be delayed (Reddy et al, 2007). The millet species have no special strategy in seed dispersal, the seeds fall (Magyar-Király, 2012b) hard by the mother plant. In seed dispersal especially the anthropogenic factor plays a role, because the seeds can be delivered by different agricultural machines in a short area, within or between boards (Csala, 1975; Westra, 1990; Bough-Cavers, 2009).

Material and method

The experiment was conducted in the Institute of Plant Protection, Georgikon Faculty, University of Pannonia, under laboratory conditions. The millet seeds have been deep-frozen immediately after collection (-40 °C), until the start of the experiment. Millet seeds were placed in 20 cm diameter glass Petri dishes on a double layer of filter paper, 50-50 seeds of each species at different temperature with 4 replicates. The temperatures were 20, 25, 30 and 35 °C. 3 millet species were tested, two *P. miliaceum* samples (one is from 1985, Keszthely and the other is from 2013, Tarján), two *P. riparium* samples (both from 2010, Mérk and Nagykálló) and two *P. ruderales* samples (from 2010, Keszthely and Pusztadobos). The samples were placed in a thermostat and evaluation was performed in two occasions. The germination percentage and the number of abnormal seedlings were determined on the third day and then the length of the shoot and the root on the seventh day.

Results

Table 1. The germination percentage of millet species at different temperatures

Germination %	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANMI 1985	98%	100%	96%	98%
PANMI Tarján	98%	96%	100%	98%
PANRU Keszthely	98%	100%	96%	98%
PANRU Pusztadobos	98%	100%	100%	98%
PANRI Mérk	98%	94%	94%	90%
PANRI Nagykálló	98%	94%	92%	90%

A first evaluation of the experiment was carried out on the third day. The percentage of germinated seeds and the number of abnormal seedlings were determined in each Petri dish (table 1.). The lack of these suggests that by the increase of the temperature, even on 35 °C, the seedlings were not damaged. Furthermore, it was observed that the number of germinating seeds was not decreased by the increase of the temperature, which leads to the conclusion that under laboratory conditions, if sufficient amount of water is available, the high temperature will not prevent the seeds from germination.

The termination of the experiment was performed on the seventh day, when the length of the shoot and the root was measured.

Table 2. Average shoot length of the tested *P. miliaceum* samples at different temperatures

Shoot length (mm)				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANMI 1985	77,5	78,82	82,45	78,5
PANMI Tarján	76	76,5	79,5	74,15

By the increase of the temperature in the case of the two tested *P. miliaceum* samples significant change has not occurred, the shoot formation was not affected by the increased stable temperature verifiably (table 2.).

Similar results were obtained by measuring root length (table 3.). The minimal differences at the shoot length almost disappeared at the root length; equalized root length was produced at all temperatures. The only well-marked difference from the aspect of shoot and root length was in the samples from Tarján, if only minimally, but weaker growth was observed.

Table 3. Average root length of the tested *P. miliaceum* samples at different temperatures

Root length (mm)				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANMI 1985	11,15	11,12	11,02	11,63
PANMI Tarján	9,912	9,512	9,22	9,737

Table 4. Average shoot length of the tested *P. ruderalis* samples at different temperatures

Shoot length (mm)				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANRU Keszthely	75,45	76,25	77,15	76,45
PANRU Pusztadobos	76,1	77,12	76,15	77,85

Similar results were obtained on the *P. ruderalis* samples as on *P. miliaceum* samples, the growth of shoot was equalized, no outliers were observed (table 4.). However, compared to the samples of *P. miliaceum* the growth of shoot was found to be weaker, which has been observed during previous tests. The effect of temperature proved to be insignificant for this species.

Table 5. Average root length of the tested *P. ruderalis* samples at different temperatures

Root length (mm)				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANRU Keszthely	10,25	11,15	9,85	9,91
PANRU Pusztadobos	9,71	9,65	9,72	9,67

Similar results were obtained by root length measurements, in this case also the increased temperature did not affected significantly the development of roots, but compared to the *P. miliaceum* samples, the rooting of these two samples proved to be weaker (table 5.).

Table 6. Average shoot length of the tested *P. riparium* samples at different temperatures

Shoot length (mm)				
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANRI Mérk	36,75	35,25	34,12	32,15
PANRI Nagykálló	41,25	45,75	44,95	44,75

By evaluating *P. riparium* samples, was found that although the increase of temperature only influenced slightly the growth of shoot, but significantly decreased the length of shoot compared with the other two species (table 6.). The reason can come from the size of the seeds, because the

test item was a small grain crop, which accumulate less reserve nutrient, and therefore the seedlings is much weaker than the large grain millet species.

Table 7. Average root length of the tested *P. riparium* samples at different temperatures

	Root length (mm)			
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
PANRI Mérk	5,25	5,75	5,5	5,415
PANRI Nagykálló	6,125	6,55	5,715	5,915

Because of the less reserve nutrient the rooting was also much weaker. By measuring the samples from Nagykálló was observed that by increasing temperature the root length, although slightly, but decreased (table 7.).

Discussion

The aim of the experiments was to evaluate the germination vigour of millet species, as well as its change in variable temperatures. As previous germination tests and field experience has shown, the millet as a former crop, during the growing season if sufficient moisture is available, at any time the germination is possible. The experiment proved the stable viability of germs in a temperature range from 20 to 35 °C, and the germs were not damaged at increased temperature and decline in their development was not observed.

It was found examining the *P. miliaceum* samples from 1985, that the highest values of shoot and root length was measured by frozen seed samples. The development of samples from Tarján was very similar to that of *P. ruderales* samples; this suggests that *P. miliaceum* is genetically closer to *P. ruderales*.

The *P. riparium* samples due to the smaller seed sizes showed weaker growth, the germination percent also showed a slight decline compared with the other species, but the weaker efficiency was caused by the small grains and less reserved nutrient, the temperature did not affect significantly the development of the seedlings. However, the samples from Nagykálló showed, both in shoot and root length, bigger growth than the samples from Mérk.

It was observed about the tested millet species that by increasing the temperature, under laboratory conditions the germination cannot be influenced. This suggests that in field conditions, if sufficient moisture is available millet species will be able to germinate in the entire growing season.

References

- Barkworth, M. E., Anderton, L. K., Capels, K. M., Long, S. and Piep, M. B. 2007. Manual of grasses for North America north of Mexico. Utah State University Press. 289-296.
- Baskin J. M. and Baskin C.C. 1985. Seasonal changes in the germination responses of buried with grass seeds. Weed science. 34. 22-24.
- Bough N. and Cavers P. B. 2009. Proso millet- Factsheet. Retrieved 11/7/2009, <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/87-0.25.html>
- Czímber Gy. és Hartmann F. 2005. Köles nemzetség (*Panicum spp.*). In: Benécsné Bárdi G. et al. (szerk.): Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd. 218-224.
- Csala G. 1975. A bábolnai monokultúrában termesztett kukoricavetések gyomnövényzete, vegyszeres gyomirtása, különös tekintettel a nagyarányú gyomosodást okozó kölesre. Doktori értekezés, Mosonmagyaróvár. 171.
- Eberlein C. V., Lurvey E. L., Miller T. L. and Michael J. L. 1990. Growth and development of wild proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. Weed technology 4 (2): 415-419.
- James T. K., Rahman A. and Trivedi P. 2010. Broom corn millet (*Panicum miliaceum*): A new menace for maize and sweet corn growers in New Zealand. 17th Australasian Weeds Conference, Christchurch, 32-35.
- Khan M., Cavers P. B., Kane M. and Thompson K. 1996 Role of the pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum*) in imbibition, germination and seed persistence. Seed Science Res. 7, 21-25.
- Láng G. 1965. Növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Magyar L. és Király G. 2012a. Kiegészítések a *Panicum* (köles) nemzetség ismeretéhez – új potenciális invázorok Magyarországon. Növényvédelem, 48 (10), 457-466.
- Magyar L. és Király G. 2012b. Kiegészítések a *Panicum miliaceum* alakkörének ismeretéhez. Magyar Gyomkutatás és Technológia 13 (2), 29-40.
- Novák R., Dancza I., Szentey L. és Karamán J. 2009. Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés. FVM Budapest, 71-75.
- Pinke GY. és Pál R. 2005. Gyomnövényeink eredete, termőhelye és védelme. Pécsi DIREKT Kft. Alexandra Kiadója, Pécs 82, 132.

- Reddy W. G., Upadhyaya H. D. and Gowda C. L. L. 2007 Morphological characterisation of worlds proso millet germplasm collection. An open access journal published by International Crop Research Institute for Semi-Arid Tropics, 3 (1).
- Scholz H. and Mikolás V. 1991. The weedy representatives of proso millet (*Panicum miliaceum*, *Poaceae*) in Central Europe. *Thaiszia* 1, 31-41.
- Trivedi P. D. 2010. Aspects of Biology of the Weed of Arable Crops broom corn millet (*Panicum miliaceum*). M.Sc. thesis. University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 135.
- Williams M. M., Boydston R. A. and Davis A. S. 2007. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) Suppressive Ability among Three Sweet-Corn Hybrids. *Weed Science* 55. 245-251.
- Westra P. 1990. Wild proso millet. *Weed Technology* 4. 407-408.

Tartalomjegyzék

Növényi szervek felületi fertőtlenítése stabil klór-dioxid oldattal: Új lehetőség az obligát biotróf növényparazita gombák in vitro kultúráinak létesítésére Tóth Endre Kristóf és Kiss Levente	1
A növényi védekezőképesség fokozása egy természetes eredetű vegyülettel Oláh Csilla, Rácz Ilona és Rudnóy Szabolcs	8
Sárgarozsda rezisztenciagének azonosítása szegedi és külföldi búzafajtákban molekuláris markerek segítségével Kapás Mariann, Csősz Lászlóné, Tar Melinda és Purnhauser László	15
Effect of carbon sequestration of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L) varieties on soil organic matter Mária Katalin Kassai, Ákos Tamawa, Ferenc Nyárai Horváth, Barnabás Pósa and Márton Jolánkai	20
Virologiai vizsgálatok a dél-alföldi régióban termesztett paprika fajtákon. A dohány enyhe zöld mozaik vírus (<i>Tobacco mild green mosaic virus</i>, TMGMV) molekuláris azonosítása Nemes Katalin, Csilléry Gábor, Almási Asztéria, Salánki Katalin és Tóbiás István	27
Magyarországon megjelenő új szőlő vírusok azonosítása kis RNS-ek szekvenálásán alapuló metagenomikai módszerekkel Czotter Nikoletta, Molnár János, Deák Tamás, Tusnády E. Gábor, Kocsis László, Burgyán József és Várallyay Éva	34
Az évjáratok hatása a faszöveti betegségek tüneteinek jelentkezésére, különböző szőlőfajtákon Jakab Mariann, Werner János és Csikász-Krizsics Anna	39
A szőlő feketerothadás kórokozó áttelelésének megfigyelései és a fungicides védekezés lehetőségei Nagy Márton, Kövics György és Schmidt Ágnes	44
Cukorrépaajták rezisztenciavizsgálata a késői gyökérrothadással (<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn) szemben szabadföldi provokációs kísérletekben, 2014-2015 Gergely László, Potyondi László, Kimmel János és Horpácsi-Zsulya Ágnes	49
Az őszi búza aszkohítás levélfoltosság szerepe a levélfoltosság szindrómában és a védekezés lehetőségei Horváth Eszter, Varga Zsolt és Takács András Péter	55
Növényvédelmi védekezés hatása a hidrokultúrában termesztett fejes salátára (<i>Lactuca sativa</i> convar. <i>capitata</i> L.) Vojnich Viktor József, Novák Dávid István, Palkovics András és Hüvely Attila	62
Az amerikai lepkekabóca (<i>Metcalfa pruinosa</i> Say, 1830) (Hemiptera: Flatidae) tápnövényei, kártétele és a védekezés lehetőségei Bozsik András	68

A tarka szőlómoly (<i>Lobesia botrana</i> Denis&Schifferrmüller 1775) (Lepidoptera, Tortricidae) kártételének és tápnövény választásának kémiai ökológiája [Review]	
Csáky Júlia, Marczali Zsolt és Takács András Péter	82
Cyazypyr® (ciantraniliprol) hatóanyagú magcsávázó szer a káposztalégy ellen (<i>Delia radicum</i> L.) őszi káposztarepcében	
Molnár István, Somlyay István, Tóth Elemér és Farkas István	88
Újabb adatok a mezei pocok (<i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1778) atkáihoz	
Kontschán Jenő	93
A parlagfű (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) elterjedésének mennyiségi és minőségi értékelése, képi ábrázolása a Csalóközben 3 évben gyűjtött adatokra támaszkodva	
Domonkos Zsolt, Szabó-Szigeti Veronika és Farkas Anikó	97
A parlagfű gyomszabályozásának módszerei	
Pölös Endre, Fekete Evelin és Vojnich Viktor József	102
A csattanó maszlag (<i>Datura stramonium</i> L.), a fenyércirok (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers), és az olasz szerbtövis (<i>Xanthium italicum</i> Mor.) allelopatikus hatása kukoricára	
Tóth Máté István és Nádasyiné Ihárosi Erzsébet	107
A kukorica és a kölesfajok kompetíciós képességének tanulmányozása tenyészedényes kísérletben	
Pásztor György és Nádasyiné Ihárosi Erzsébet	113
Különböző talajápolási módok hatása erózióra hajlamos hegy-völgy telepítési irányú szőlőültetvényben, a 2015-ös évjáratban	
Varga Péter, Májer János és Németh Csaba	120
Testing of work quality characteristics of real-time precision application technology	
Béla Pályi, Alfréd László, Jens Karl Wegener and Dirk Rautmann	128
Mikrobiális biomassza tömeg, talajszerkezet és humusz vizsgálatok szerves- és nitrogéntrágyázási tartamkísérletben	
Kökény Mónika, Tóth Zoltán és Csitári Gábor	137
Növényvédő szerek in vitro szemirritációs vizsgálata izolált csirkeszemen	
Kormos Éva, Buda István, Szabó Rita, Lehel József és Budai Péter	148
TOTAL herbicid és a réz-szulfát egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk embriókban	
Budai Péter, Kormos Éva, Grúz Adrienn, Szemerédy Géza, Lehel József és Szabó Rita	153
Glifozát hatóanyagú gyomirtó szer (Fozát 480) és a kadmium-szulfát interakciós vizsgálata házityúk embriókon	
Szabó Rita, Kormos Éva, Szemerédy Géza, Sipos Ádám, Lehel József és Budai Péter	158
Effect of temperature on germination of different panic weed species	
György Pásztor and Erzsébet Nádasy	163

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: 15,225 A/5-ös ív
