



GEORGICON FOR AGRICULTURE

A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES

KÜLÖNSZÁM

Volume 27

2023

Number 1

The Journal **Georgikon for Agriculture** (briefly: G. Agric) is published twice a year by Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus. 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.

Editorial Board

Editor-in-Chief: Rózsa L., PhD, Director of the Georgikon Campus

Editor: Anda A., DSc

Associate Editors: Takács A., PhD, Kormos É., PhD

Technical Editor: Kormos É., PhD

Reviewers: Budai P., Grúz A., Kadlicskó S., Kazinczi G., Keresztes B., Koósné Szathmáry E., Kormos É., Nádasyné Ihárosi E., Pásztor Gy., Pintér Cs., Szabó R., Takács A.

Georgikon is the predecessor of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus founded by Count Gy. Festetics in 1797. Georgikon was among the first regular agricultural colleges in Europe that time.

Responsible Publisher is the Director of the Georgikon Campus, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, KESZTHELY.

HU ISSN 0239 1260

A PARADICSOM INTEGRÁLT ÉS ALTERNATÍV NÖVÉNYVÉDELMI TECHNOLÓGIÁINAK VIZSGÁLATA

Dezső Dániel - Pásztor György*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*dezsodaniel12@outlook.hu

Összefoglalás

Kísérletünkben az öko és kis gazdaságokban, házikertekben egyre inkább terjedő alternatív növényvédelmi technológiákat vizsgáltuk paradicsom kultúrában: a különböző talajtakaró anyagokat és a *Pythium oligandrum* tartalmú Polyversum nevű biofungicidet, összevetve hagyományos mechanikai gyomszabályozással és az integrált termesztésben használt fungicidekkel. A talajtakaró anyagok közül az agroszövet és a szalma volt perspektivikus, míg a fűnyesedék még kétszeri kijuttatás esetén sem. A vizsgált biofungicid használatával nem értük el a kívánt hatást, míg az integrált növényvédelmi technológia szignifikánsan növelte a termés mennyiségét a kezeletlen kontrollhoz képest.

Kulcsszavak: paradicsom, talajtakarás, gyomszabályozás, Polyversum, biofungicid

Abstract

In our experiment, we investigated the more and more popular alternative pest management technologies in bio and small-scale farming in tomato crop: different mulches and a biofungicide Polyversum, contains *Pythium oligandrum*, compared with mechanical weeding and fungicides generally used in integrated pest (IPM) management. Agrotextile and strew were

perspective from the tested mulches, while grass clippings even with two applications was not. The use of Polyversum did not increase the yield, while IPM significantly enhanced crop yield.

Keywords: tomato, mulching, weed control, Polyversum, biofungicide

Bevezetés

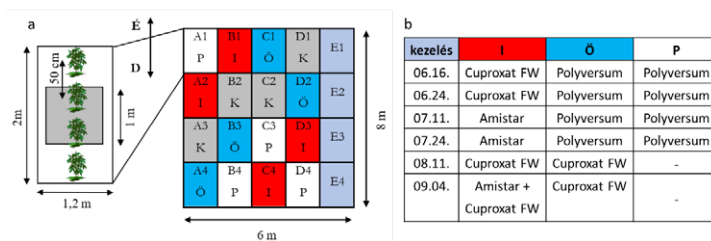
A paradicsom a világ egyik legkedveltebb és legfontosabb zöldségnövénye, mely egyre népszerűbb az ökológiai gazdálkodást folytató termelők körében is. Az ilyen gazdaságokban gyakran alkalmaznak különböző alternatív növényvédelmi módszereket, mint a talajtakarás, vagy a biológiai fungicidek. A mulcsanyagok a gyomszabályozáson kívül egyéb pozitív hatást is gyakorolhatnak (talajhőmérséklet és -nedvesség, betegségek megjelenése stb.) (Pap és Fekete, 2021). Azonban hátrányaik is lehetnek és nem mindig kellően hatékonyak önmagukban (Dezső és Pásztor, 2022). A betegségek ellen egy hazánkban is elérhető és kedvelt készítmény a *Pythium oligandrum* oospóráit tartalmazó Polyversum, mely hatékonyságáról azonban kevés és ellentmondásos szabadföldi kutatási eredményeket találtunk (Grebore et. al., 2014).

Anyag és módszer

Kísérletünket a Dezső családi gazdaságban Nemespátróban állítottuk be 2022-ben. Május 17-én Tolna megyei tájfajta paradicsom palánták kerültek a földre, szimpla sorban 120x50 cm-es kötésben. A támrendszert 1,7 m magas karókra rögzített lécek adták, melyekre felkötöttük a növényeket. Csepegtető öntözést is alkalmaztunk. A kísérlet elrendezése látható az 1.a ábrán, mely osztott parcellás volt, minden kezelésből 4 ismétléssel. A főparcellákra kerültek a talajtakaró anyagok: A-takaratlan kontroll, B-agroszövetes takarás, C-szalma takarás, D-fűnyesedékes takarás, E-fűnyesedékes takarás kétszer kijuttatva. A szerves takarók vastagsága 15 cm volt, a gyomfelvételezések után a gyomokat eltávolítottuk a területről, Az A esetében kapáltunk is. A C és D jelű kezeléseket az ültetés után 6 nappal, E esetében a második kijuttatás:

július 27.-én míg a B-t az ültetéssel egyidőben végeztük. A fungicides kezelések az alparcellákra kerültek: I-integrált technológia réz (Cuproxat FW) és azoxistrobin (Amistar) hatóanyagú készítményekkel, Ö-Öko technológia (*Pythium oligandrum* - Polyversum, réz), P-csak a Polyversum alkalmazása és K-kezeletlen kontroll (1b ábra).

Négy alkalommal végeztünk gyomfelvételezéseket Balázs-Ujvárosi módszer szerint. Három alkalommal mértük a talaj hőmérsékletét, és a lombfertőzöttséget is meghatároztuk bonitálással, majd az 5 szedés alkalmával a bogyókat 4 csoportba soroltuk (I. - II. osztályú, beteg és napégett bogyók) és meghatároztuk mennyiségi paramétereiket. A statisztikai kiértékelést IBM SPSS 24 szoftverrel végeztük, az alkalmazott módszerek: ANOVA, Kruskal-Wallis és Welch teszt továbbá két tényezős varianciaanalízis voltak.

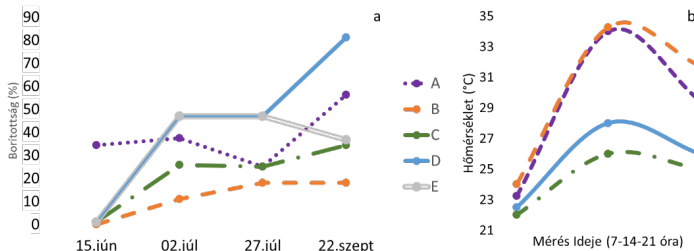


1. ábra a - a kísérélet elrendezése, b - az alkalmazott fungicides technológiák, (saját szerkesztés)

Eredmények

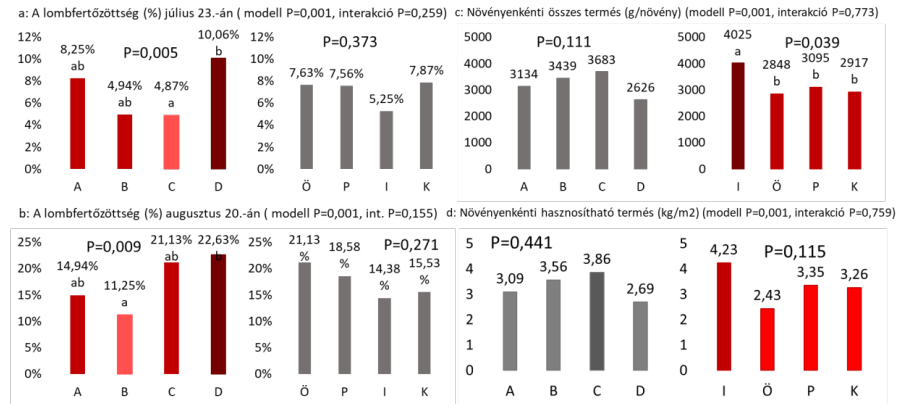
A vegetáció elején a talajtakaró anyagok (B, C és D) szignifikánsan ($p=0,012$) csökkentették a gyomborítottságot az A-hoz képest, így esetükben nem is volt szükség gyomlálásra. Ez a hatás a későbbiekben csökkent és csak a B és C kezelések hatékonysága bizonyult megfelelőnek. Június 4-én nem volt szignifikáns különbség a kezelések közt, míg július 27-én a B kezelés szignifikánsan kisebb ($p=0,012$) borítottságot eredményezett, mint a D, addig az A és a C kezelések nem különböztek egyiktől sem, azonban 25%-os borításukkal elfogadható eredményt adtak. Ekkor juttattuk ki a második adag fűnyesedéket az E kezelésben, ami a következő

felvételezésre csökkentette ugyan a gyomok borítását, de így sem eredményezett szignifikánsan ($p=0,001$) jobb eredményt, mint az A és a C (2.a ábra). A területen előforduló domináns gyomok a paradicsomra jellemző T₄-esek voltak, azonban C és főleg D, E kezelésekben több évelő magról kelő alakja is megjelent (*Taraxacum officinale*, *Rumex obtusifolius* stb.), továbbá több T1-es gyom is, melyek fontos vírus rezervoárok lehetnek (pl.: *Lamium purpureum*, *Stellaria media* stb.).



2. ábra a – gyomborítottság alakulása a különböző kezelésekben, b – a talajhőmérséklet napi változása az alkalmazott kezelések hatására, június 4-én, (saját szerkesztés)

A talajhőmérsékletet is befolyásolták a talajtakarók, június 4-én A, B, C és D szignifikánsan különböztek ($p<0,001$), ekkor az A és a B kezelés esetében rendkívül magasra, 34 °C-ig emelkedett a déli órákban a talajhőmérséklet, ami több palánta pusztulását is okozta, míg a C és a D esetében ilyen nem történt és jóval kisebb volt a hőmérséklet változása a napon belül (2.b ábra). Július 23-án a C és a D szignifikánsan alacsonyabb ($p=0,002$) talajhőmérsékletet eredményeztek, mint az A és a B, szeptemberben pedig már nem volt különbség a kezelések közt. A gyomszabályozáshoz szükséges munkaidőt (talajtakarók kihelyezése, gyomlálása stb.) a C kezelés 60%-kal csökkentette az A-hoz képest, B és D kevésbé, addig az E még növelte is.



3. ábra A lombfertőzöttség (a, b) és a termésmennyiség (c, d) alakulása a kezelésekben kéttényezős varianciaanalízissel vizsgálva (saját szerkesztés)

A lombfertőzésre a talajtakarók nagyobb hatást gyakoroltak, mint a fungicid kezelések: a C (június 23-án) és a B (augusztus 20-án) szignifikánsan csökkentették a D-hez képest, a fungicid technológiák közül az I esetében volt a legalacsonyabb, K esetén a legnagyobb egy alkalmat leszámítva (3a, 3b ábra). A vegetáció elején főleg Alternáriás tüneteket találtunk, míg a vége felé a fitoftóra lett a domináns, szeptember 17-ére kb. 40%-os lett a fertőzöttség minden kezelésben. A termés mennyiségét már a fungicid kezelések határozták meg, az összes betakarított termés esetén I szignifikánsan növelte azt a többi kezeléshez képest, addig a hasznosítható termés esetén nem volt szignifikáns különbség a kezelések közt, de a takaróanyagok közül C, míg a fungicidok közül I eredményezte a legtöbb termést (3c, 3d ábra). Az alacsony átlagtermés okai lehetnek: fejtrágyázás hiánya, alacsony tőszám és vírusfertőzés.

Eredmények értékelése

A talajtakarók a vegetáció elején kiváló hatást gyakoroltak, de ez a későbbiekben csökkent és szükség volt kézi gyomlálásra is, befolyásolták a talajhőmérsékletet, a gyomflóra összetételét és a lombfertőzöttséget is. Mindent egybevetve a munkaidőszükséglettel összhangban B és C

perspektivikus, míg D és E, illetve valószínűleg bármely talajtakaró kétszeri kijuttatása kevésbé. Az alkalmazott fungicides technológiák közül I szignifikánsan növelte a termést, míg a Polyversumos Ö és P nem. A jövőben fontos lehet több kísérlet beállítása, ezekkel a ma még alternatívnak számító módszerekkel az őket támogató növekvő társadalmi elvárás miatt.

Irodalom

Dezső D. és Pásztor Gy. 2022. A burgonya alternatív és herbicides gyomszabályozási technológiáinak vizsgálata. *Georgikon for Agriculture* 26(1). 1-9.

Gerbore, J., Benhamou, N., Wallace, J., Le Floch, G., Grizard, D., Regnault-Roger, C. and Rey, P. 2014. Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 21. 4847-4860.

Pap Z. és Fekete K. 2021. Folyamatos növekedésű öko-paradicsom termesztése magas hozamokkal. *Agrofórum* 2. 152-156.

FONTOSABB EGYSZIKŰ GYOMNÖVÉNYEK ALLELOPATIKUS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA KUKORICÁBAN

Lórántfy Kolos - Pásztor György*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*lkolos1999@gmail.com

Összefoglalás

A kukorica világviszonylatban a harmadik legfontosabb termesztett növény, Magyarországon a legjelentősebb területen termesztett szántóföldi növény. A klímaváltozás hatására lényegesen változik a csapadék mennyisége és eloszlása, melyet a gyomnövények igyekeznek elvonni a kultúrnövényektől. A nyárutói egyéves pászitfűvek közül elsősorban a közönséges kakaslábfű, a termesztett köles és a fakó muhar tömeges megjelenése veszélyes a kapás kultúrákban, elsősorban kukoricaállományban. Az allelopátia jelenségét már az ókor óta vizsgálták, amit számos eredmény támaszt alá. Az allelopátiáért felelős kémiai anyagok a növény minden részében (gyökér, szár levél, virág vagy termés) megtalálhatóak. Többnyire gátló hatással bírnak. A kölcsönhatás során a kibocsátó növény fejt ki hatását vagy hatásait a befogadó növényvel szemben (Hunyadi és mtsai., 2011).

A kukoricában jellemző fontosabb egyszikű T4-es gyomok allelopátiás hatásait vizsgáltuk a kukorica csírázására.

Kulcsszavak: allelopátia, kukorica, pászitfű, hipotézisvizsgálat, ANOVA

Abstract

Maize is the third most crucial cultivated plant worldwide, in Hungary, it is the field crop cultivated in the most significant area. However, due to climate change, the amount and distribution of precipitation continuously change, which weeds try to take away from cultivated plants. Therefore, among the summer annual lawn grasses, the mass appearance of common cocksfoot grass, cultivated millet and yellow foxtail are dangerous in hoe crops, mainly in corn stocks. Allelopathy has been studied since antiquity in natural sciences, supported by many research results. The chemical substances responsible for allelopathic effects can be found in all parts of the plant (roots, stems, leaves, flowers or fruits). Generally, they have an inhibitory effect. During the interaction, the allelochemical-releasing plant on effects another plant species. The allelopathic effects of major T4 weeds typical in maize were studied on the germination of maize.

Keywords: allelopathy, maize, grasses, hypothesis testing, ANOVA

Bevezetés

A kukoricatermesztés meghatározó szerepet tölt be hazánk mezőgazdaságában, mivel az őszi búza mellett az egyik legnagyobb területen termesztett kultúrnövényünk (Antal, 2005).

Gyomszabályozásában kihívást jelent a herbicid hatóanyag-típusok intenzív használata bizonyos fenológiai stádiumokban, a monokultúrás termesztés, valamint a globális klímaváltozás (Ujvárosi, 1979; Szieberth és Széll, 1998). Magas színvonalú kukoricatermesztés nem lehet sikeres a gyomnövények irtása nélkül. Ezek a növények veszélyeztetik a termelési hatékonyságot és a termésbiztonságot. Az eredményes védekezéshez nélkülözhetetlen az adott terület gyomviszonyainak pontos ismerete (Pepó, 2019).

Fajok szempontjából elszegényedett a kukorica hazai gyomflórája, az elmúlt időszakban a T4-es, G1-es és a G3-as életformájú gyomnövények dominálnak a területeken. Tág térállása végett

nem tudja felvenni a versenyt az előbb említett három életformacsoportba tartozó gyomnövények ellen (Winter, 1961). Emiatt okszerű a tudatos és tervszerű beavatkozás.

Anyag és módszer

Kísérletünkben a kukoricában jellemzően megjelenő egyszikű T4-es gyomnövények allelopatikus hatását vizsgáltuk bioassay kísérletben a kukorica csírázására és a csíranövények növekedésére.

A kísérlet előkészítése 2021 őszén kezdődött, amikor a vizsgált gyomnövények (*Echinochloa crus-galli*, *Panicum miliaceum* és *Setaria glauca*) zöld növényi mintáit Mesteri környéki mezőgazdasági területekről begyűjtöttük. Első lépésként megtisztítottuk a begyűjtött növényi anyagokat a földmaradványoktól, majd a mintákat légszáraz állapotig szárítottuk. A kísérletben csak a szárított növények hajtását használtuk fel. Ezeket a szárítás után 1-2 cm-esre felaprítottuk, végül homogenizáltuk.

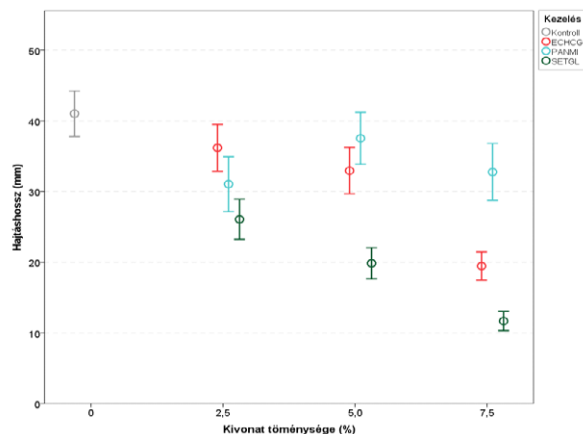
A felaprított növényi anyagokból szobahőmérsékleten 2,5%; 5%; 7,5 m/V% töménységű vizes növényi kivonatokat készítettünk. A kivonat készítésekor 250 ml csapvízben előre meghatározott tömegű szárított növényi anyag került 24 órás áztatásra. Az áztatást követően leszűrtük a növényi mintákat, így nyertük ki a különböző töménységű növényi kivonatokat.

Eredmények

Az elvégzett kísérletek alapján elmondható, hogy az *Echinochloa crus-galli* különböző töménységű kivonatainak negatív hatása van a tesztnövény hajtás-, és gyökérnövekedésére. Az *Echinochloa crus-galli* kivonatainak hatására a hajtáshosszban és a gyökérhosszban is szignifikáns eltérés mutatkozott. A különböző koncentrációjú kivonatoknál eltérő mértékű volt a negatív hatás. Legnagyobb eltérést a 7,5%-os kivonattal történő kezelés során tapasztaltunk. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a közönséges kakaslábfü hajtásmaradványaiából készített 7,5%-os koncentrációjú kivonat jelentősen gátolta a kukorica magvak csírázását. A

2,5%-os és az 5%-os kivonatok esetében statisztikailag igazolható változást nem tapasztalhatunk.

A *Panicum miliaceum* hajtásmaradványaiából készített kivonatok allelopatikus hatását értékelve megállapíthatjuk a gátló és stimuláló hatásokat. A 2,5%-os kivonat hatását a kukorica hajtásnövekedésére és a gyökérhosszúság alakulására gátló jelleggel fejtette ki. A kísérlet során a négy Petri-csésze tartalma kiszáradt, így annak az eredményei nem kerültek bele az elemzésbe. A *Panicum miliaceum* 7,5%-os kivonata a kezelt magvak hajtáshosszúságára fejtett csak ki gátló hatást. Az 5%-os kivonattal történő kezelés a kukorica magok csírázására jelentős változást nem eredményezett. Értékelve a fakó muharból készített kivonatok allelopatikus hatását, megállapítható a gátló hatás jelenléte. Az 5%-os kivonat hatását a kukorica hajtásnövekedésére és a gyökérhosszúság alakulására gátló jelleggel fejtette ki. Legkisebb mértékű változást a 2,5%-os kivonat váltotta ki a tesztnövényen. A *Setaria glauca* a kukorica hajtás- és gyökérhosszában szignifikáns eltérést okozott. A kísérlet során egy darab Petri-csésze kiszáradt, így annak az eredményei nem kerültek bele az elemzésbe.



1. ábra A hajtáshosszúságok alakulásának konfidencia intervalluma 95%-os megbízhatósággal a különböző kezelések esetében

Eredmények értékelése

A laboratóriumi vizsgálatok a közönséges kakaslábfi, a termesztett köles és a fakó muhar leveles szár különböző töménységű kivonatainak allelopátiás potenciáljának a megállapítására szolgáltak. Meghatároztuk a vizsgált gyomnövények kivonatainak hatását a kukorica csíranövények hajtásainak, gyökereinek fejlődésére és a csírázási %-okra. Vizsgálatunk eredményei rámutattak arra, hogy a három gyomnövény kivonataival kezelt kukoricamagok csírázására, a hajtásnövekedésre és gyökérhosszúságra minden esetben gátlón hatott. A hatás látványos, amelyet az 1. ábraszemléltet. Az adatokat összevetve és egytényezős variancia-analízissel feldolgozva igazolható, hogy szignifikáns különbség mutatkozott mindegyik gyomnövénykivonat hatásában a kukorica gyökér- és hajtásképződésére, a kontrollhoz és az egyes kezelésekhez képest.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani Dr. Pásztor György egyetemi adjunktusnak, aki kiváló szakértelmével segítette publikációm létrejöttét.

Köszönettel tartozom a Festetics Imre Bioinnovációs Központ Diagnosztikai Centrumának, hogy részt vehettem a kísérletben.

Továbbá köszönettel tartozom Dezső Dánielnek, aki a csírázási eredmények kiértékelésében nyújtott segítséget.

Irodalom

Antal J. 2005. Növénytermesztéstan 1-2. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Hunyadi K., Béres I. és Kazinczi G. 2011. Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Pepó P. 2019. Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest 59-92.

Szieberth D. és Széll E. 1998. Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell. Agroinform Kiadó, Budapest 30.

Ujvárosi M. 1979. Változások a kukorica gyomnövényzetében az elmúlt 20 évben. Kukoricaterm. Kiss. 1968-1974. Akadémiai Kiadó, Budapest 139-154.

Winter, A. G. 1961. New physiological and biological aspects in the interrelationships between higher plants. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 15. 229-244.

**A GYOMKÖLES (*PANICUM MILIACEUM* SUBSP. *RUDERALE*
L.) KOMPETÍCIÓS KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA
TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN**

Pásztor György - Nyisztor Boglárka*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*pasztor.gyorgy@uni-mate.hu

Összefoglalás

A köles (*Panicum miliaceum*) jelentősége, mint gyomnövény folyamatosan növekszik. Leginkább azokon a területeken, ahol monokultúrában termesztették a kukoricát és a gyomszabályozását klóramino-triazin tartamú készítményekkel végezték, ugyanis erre a hatóanyagra a köles rezisztens, így versenytársak hiányában nagyon könnyen fel tudott szaporodni. Az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményeit megfigyelve látható, hogy 60 év alatt a gyomnövények fontossági sorrendjében a 199. helyről a 10. helyre emelkedett. A legnagyobb kártételt kukoricában képes előidézni. Ennek fő oka, hogy a köles fajok életmódja nagyon hasonló a kukoricához, csírázásuk is szinte egyszerre kezdődik. Ráadásul a hazánkban már régebb óta jelenlévő gyomkölesek mellé újabb köles fajok érkeznek. Fontos, hogy ezeket minél jobban és alaposabban megismerjük, mert ezáltal hozzájárulunk ahhoz, hogy egyre hatékonyabb védekezési eljárásokat dolgozzunk ki ellenük. Kutatásunk célja annak avizsgálata, hogy a kukoricával együtt csírázó és fejlődő kölesek hogyan hatnak a hajtás- és gyökérhosszra, illetve a biomasszára.

Kulcsszavak: köles, kompetíció, gyomszabályozás

Abstract

The importance of millet (*Panicum miliaceum*) as a weed is constantly growing. Mostly in areas where maize was grown in monoculture and its weed control was carried out with preparations with the duration of chloraminotriazine, since millet is resistant to this active substance, so it was able to multiply very easily in the absence of competitors. Observing the results of the National Field Weed Surveys, it can be seen that in 60 years it has risen from 199th place to 10th place in the order of importance of weeds. It is capable of causing the greatest damage in corn. The main reason for this is that the way of life of millet species is very similar to corn, their germination also begins almost simultaneously. In addition, in addition to the weed millets that have been present in Hungary for a long time, new species of millet are arriving. It is important to get to know them as well and thoroughly as possible, because in this way we will contribute to the development of more and more effective protection procedures against them. The aim of our research is to examine that millet, which germinates and develops together with maize, how can effect on the shoot and root length, as well as biomass.

Keywords: millet, competition, weed management

Bevezetés

A köles nemzetség terjedését és fontosságát tökéletesen jellemzi az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményei, hiszen körülbelül 60 év alatt a gyomnövények fontossági sorrendjében a 199. helyről a 10. helyre emelkedett (Hunyadi és mtsai., 2011, Novák és mtsai., 2011). Szinte az egész ország területén előfordul és habár nem kizárólagosan, de a legnagyobb mértékben a kapás kultúrákban károsít (Király és Magyar, 2012). A régebb óta károsító köles fajok ellen már viszonylag jól kidolgozott növényvédelmi eljárások vannak (Pásztor, 2020). Az

integrált növényvédelmet szem előtt tartva az agrotechnikai, mechanikai és a kémiai elemek kombinálásával lehet eredményesen védekezni ellenük. A további nehézséget az új fajok, többek között a *P. riparium* és *P. dichotomiflorum* okozzák, amelyeknek a vizsgálata még jelenleg is folyik (Király és Magyar, 2012). Hiszen lényeges, hogy kiderüljön mennyire különböző a biológiájuk vagy a herbicidérzékenységük a már ismert köles fajokhoz képest (Ábrahám és mtsai., 2011, Nádasyé és Pásztor, 2015).

Vizsgálataink során tenyészedenyes kísérleteket végeztünk, amelyekben a kontroll kezeléssel kívül a többi kezeléssel a kukorica növények mellett köles (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) egyedek is nevelkedtek. A kukorica mellett 5, 10 és 20 darab köles fejlődött, majd a kísérlet beállítása után 30 nappal több paramétert is megvizsgáltunk. Ezek a következők: A kölesben az átlagos nedves és száraz biomasszákat egy egyedre vonatkoztatva. A kukoricában a hajtáshosszt és gyökérhosszt, továbbá a hajtásnak és a gyökérnek a friss, illetve száraz biomasszáját szintén egy egyedre vonatkoztatva. Kutatásunk célja annak vizsgálata, hogy a kukoricával együtt csírázó és fejlődő kölesek hogyan hatnak a fent említett paraméterekre, vagyis a hajtás és gyökérhosszra, illetve a biomasszára.

Anyag és módszer

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem keszthelyi Georgikon Campusán, a Festetics Imre Bioinnovációs Központ kutató- és szolgáltató laboratóriumaiban végeztük az additív kompetíciós tenyészedenyes kísérletet (4 ismétlésben) 2022. január 24. és 2022. március 04. között. Mindegyik tenyészedenyben 5-5 darab kukorica lett nevelve. A kontroll tenyészedenyekben csak a kukorica volt, a többi edényben 5-10-20 darab köles (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) is nevelkedett. A növények egy Binder márkájú termosztátban lettek felnevelve, amelyben a szabályozott hőmérséklet (24 °C) mellett a fotoperiódust is nyomon tudtuk követni.

A tenyészedényből kiszedett növényeket kezelésként és a kukorica esetében egyedenként mértük le. A kölesek (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) biomasszáját az összes növényre vonatkoztatva mértük, majd azt leosztottuk a darabszámmal. A kukoricánál több tényezőt is vizsgáltunk: megmértük egyedenként a hajtásoknak és a gyökereknek a hosszát, tenyészedényenként a friss hajtás- és gyökértömeget, illetve a légszáraz hajtás- és gyökértömeget. A statisztikai értékeléshez egytényezős varianciaanalízist (ANOVA tesztet) alkalmaztunk, amelynél a szignifikanciaszintet 5%-ra állítottuk be.

Eredmények

A kölesben vizsgált paraméterek

Az első vizsgált paraméter a köles friss biomasszatömege. Az első kezelésként a kukorica mellett 5 darab *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* is nevelkedett. Ezeknek a növényeknek a teljes friss biomasszája 0,235 gramm volt, ami 0,047 gramm/1 db köles. A második kezelésként, amikor 10 darab köles volt a kukorica mellett, akkor a kölesek teljes friss biomasszája 0,39 gramm volt. Ez 0,0039 gramm egy növényre leosztva. A harmadik kezelésként már 20 darab köles volt a tenyészedényben a kukorica növények mellett. Ekkor a köles teljes biomasszája 1,14 gramm volt, vagyis 1 kölesnek 0,0057 gramm a biomasszája.

Az 5 darab kölest tartalmazó tenyészedényben a kölesek légszáraz tömege 0,0225 gramm volt összesen, ez átlagosan 0,0045 gramm. A 10 db PANMI kezelésként a tíz köles 0,037 grammot nyomott szárazon, ami egy egyedre leosztva 0,0037 grammnak felel meg. A 20 darab kölest nevelő tenyészedényben a tömegük 0,112 gramm volt összesen, vagyis átlagosan 0,0056 gramm/köles.

A kukoricában vizsgált paraméterek

A kukoricában az első vizsgált paraméter a kukorica gyökerének a hossza volt. A kontroll tenyészedényben nevelkedett kukoricáknak a gyökérhossza átlagosan 39,907 centiméter volt.

Ennél némileg hosszabb gyökérrel rendelkeztek azok a kukoricák, amelyek a kukoricán kívül 5 darab kölest tartalmazó cserepekben voltak. Ezek gyökérhossza átlagosan 43,421 centiméter hosszúságú volt. A 10 darab kölessel nevelkedő kukoricák átlagos gyökérhossza 37,513 centiméter volt. A kontrollhoz képest a legkisebb méretű gyökerekkel a 20 darab kölessel fejlődő kukoricáknak volt, ebben az esetben az átlagos gyökérhosszúság 25,583 centiméter volt, ami több mint 14 centivel kevesebb, mint a kontroll egyedek gyökérhossza. A különbség statisztikailag (ANOVA teszt) igazolható.

A kontroll kukoricáknál átlagosan 49,271 centiméter hajtáshosszt mértünk. Az első kezelésnél a kukorica mellett 5 darab *Panicum miliaceum* subsp. *rudérale* is nevelkedett. Ennél a kezelésnél a kukorica átlagos hajtáshossza 49,347 centiméter volt. A második kezelésnél, amikor 10 darab köles fejlődött a kukorica mellett, akkor a kukorica átlagos hajtáshossza 41,687 centiméter volt. A harmadik kezelésnél már 20 darab köles volt a tenyészedényben a kukorica növények mellett. Ekkor a kukorica átlagos hajtáshossza 34,625 centiméter volt, azaz 14,646 centiméternyi hajtáshossz a különbség a kontroll kukorica növények hajtáshosszához viszonyítva. Az egytényezős varianciánálizist elvégezve, a különbség szignifikánsan igazolható.

Eredmények értékelése

A kölesben vizsgált mindkét paraméternél, vagyis a friss és légszáraz biomasszájánál megfigyelhető, hogy a kukorica mellett 10 darab kölest is tartalmazó tenyészedényes kezelésnél alacsonyabb értékeket kaptunk, mint a többi (5 db PANMI és 20 db PANMI) kezelés esetében. Habár minden kezelésnél visszaosztottunk a tenyészedényben található kölesek darabszámával, mégis magasabb biomasszatömeget kaptunk a 20 PANMI-s kezelésnél, mint a másik két kezelés esetében. Valószínűsíthető, hogy a magyarázat a köles magok eltérő csírázási és

növekedési erélyében keresendő. Az egytényezős variancianalízist elvégezve, a különbség szignifikánsan igazolható.

A kukoricában vizsgált gyökerek és hajtások hosszánál látható a köles kompetíciós képessége. A kontroll kezelésben a kukoricának mind a gyökérhossza és a hajtáshossza nagyobb volt, mint a 10 és a 20 kölest is tartalmazó tenyészedényben nevelt kukoricáknak. Az eredmények által látható, hogy versengés zajlott a fényért, vízért és a tápanyagért a köles és a kukorica növények között. Tehát egyértelmű a köles kompetíciós negatív hatása, amit a kukorica egyedekre gyakorolt. Az 5 kölessel együtt nevelkedő kukoricák esetében nem volt számottevő a különbség a kontrollhoz viszonyítva. Az egytényezős variancianalízis alapján a különbség szignifikánsan igazolható.

Irodalom

- Ábrahám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L. és Reisinger P. 2011. Növényvédelem. Digitális könyvtár. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem 19, 88.
- Hunyadi K., Béres I. és Kazinczi G. 2011. Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest 12-14, 143, 287-290.
- Király G. és Magyar L. 2012. Kiegészítések a *Panicum miliaceum* L. alakkörének ismeretéhez. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 2. 30-40.
- Nádasyné I. E. és Pásztor Gy. 2015. A köles fajok (*Panicum* spp.) hazai elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 2. 3-14.
- Novák R., Dancza I., Szentey L. és Karamán J. 2011. Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc- felügyeleti Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest
- Pásztor Gy. 2020. Adatok a köles fajok biológiájához és természetes vírusfertőzöttségéhez. Doktori (PhD) értekezés, Pannon Egyetem 29-31, 34-38.

A KLIMATIKUS TÉNYEZŐK ÉS A GYOMFLÓRA VÁLTOZÁS ÖSSZEFÜGGÉSEI

Kazinczi Gabriella - Pásztor György*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*kazinczi.gabriella@uni-mate.hu

Összefoglalás

A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai növénytermesztési és növényvédelmi szempontból elsősorban a légkör szén-dioxid tartalmának, az aszályos és hőségnapok számának emelkedésében, valamint a szélsőséges klimatikus történésekben (pl. hirtelen lezúduló nagy mennyiségű, özvényszerű csapadék) nyilvánulnak meg. Vizsgálatainkban a három legutóbbi országos szántóföldi gyomfelvételezés során az első legfontosabb húsz gyomfaj analizését végeztük el, a hőmérsékleti és vízigény, a géncentrum és az életforma elemzése kapcsán. Eredményeink arra utalnak, hogy a klímaváltozás fontos, de nem a legdominánsabb faktora a gyomflóra változásának.

Kulcsszavak: országos gyomfelvételezések, klímaváltozás, életforma, ökológiai indikátorok

Abstract

Extreme climatic events (e.g. sudden heavy rainfall), enhancing carbon dioxide concentration of the air, increase in the number of drought and heat days are believed to be the most important factors from the aspects of plant production and plant protection. In our studies, we analyzed the first twenty most important weed species during the three most recent national field weed

surveys (between 1996 and 2018 years), in connection with the analysis of temperature and water requirements, gene center and life forms. Our results indicate that climate change is important, but not the most dominant factor in the change of the weed flora.

Keywords: national weed surveys, climate change, life form, ecological indicators

Bevezetés

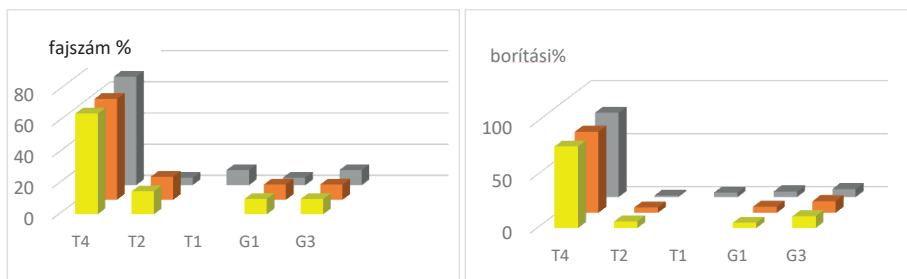
A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai az élet minden területén megnyilvánulnak. Mindezekről számos kommunikációs csatornán keresztül kaphatunk releváns információkat. Növénytermesztési és növényvédelmi szempontból elsősorban a légkör széndioxid tartalmának, az aszályos és hőségnapok számának emelkedése, valamint a szélsőséges klimatikus történések (pl. hirtelen lezúduló nagy mennyiségű, özvényszerű csapadék) a relevánsak. A klímaváltozás gyomflórára gyakorolt hatását már számos szerző tanulmányozta (Kazinczi és mtsai., 2004; Solymosi, 2005; Kazinczi, 2011; Szőke és Dávid, 2011; Glemnitz és mtsai., 2000, 2019), akik – többek között – megállapították, hogy a melegkedvelő fajok borítása az utóbbi években fajtól függően a többszörösére növekedett és elterjedési területük észak felé történő eltolódása is megfigyelhető. Jelen munkában a legutolsó három országos szántóföldi gyomfelvételezés (továbbiakban: OSZGY) (Novák és mtsai., 2022) során a hús legfontosabb gyomfaj analízisét végeztük el a fajok életformája, a hőmérsékleti - és vízigény, valamint a géncentrum kapcsán.

Anyag és módszer

A „top 20” életforma besorolását a Balázs-Ujvárosi életforma rendszer alapján végeztük. A fajok relatív hőmérséklet igénye és nedvesség indikátor értékei Soó (1973) és Ellenberg és munkatársai (1991) munkája nyomán módosítva kerültek megállapításra, míg a géncentrumoknál Simon (1992) és Horváth (1995) munkáit vettük alapul.

Eredmények

Az életforma analízis kapcsán a nyárutói egyévesek (T4) dominanciáját figyeltük meg. Mind fajszám, mind a borítási % tekintetében az idő előrehaladtával enyhén emelkedő tendencia mutatkozik. A terofizációt számos kutató a klímaváltozás egyenes következményének tekinti (1. ábra).



1. ábra A húsz legfontosabb gyomfaj életforma analízise fajszám % (balra) és borítási % (jobbra) alapján (T4: nyárutói egyéves; T1-T2: téli egyévesek; G1: tarackos, rizómás fajok; G3: szaporítógyökéres fajok. Elöl: IV. OSZGY; középén: V. OSZGY; VI. OSZGY)

A relatív nedvességindikátor értékek alapján a szárazságtűrő (WB1) fajok száma és borítása emelkedik, a közepes vízigényű (mezofita, WB2) fajok száma csökkent. A nedvességkedvelők (WB3) a legutóbbi felvételezésnél már nincsenek a „top 20”-ban. Kifejezetten vízigényes (higrofil, WB4) fajok nem találhatóak. A mezofiták összborításból való részesedése mind a három gyomfelvételezésnél a legmagasabb (1. táblázat).

1. táblázat Az országos szántóföldi gyomfelvételezések húsz legfontosabb fajának szárazságtűrő képessége

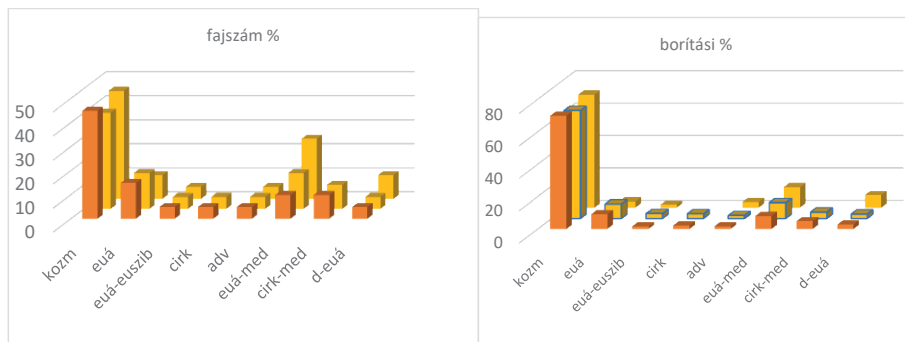
	Relatív nedvesség indikátor értékek			
	WB1	WB2	WB3	WB4
fajszám%/borítási % (IV OSZGY)	45/36	50/62	5/2	-
fajszám%/borítási % (V OSZGY)	50/42	45/55	5/2	-
fajszám%/borítási % (VI OSZGY)	60/44	40/56	-	-

Hőigény tekintetében a T1 (nagy hidegtűrűsű) és T5 (melegigényes) fajok nincsenek az első húsz legfontosabb gyomfaj között. A T0 (hőközömbös) fajok dominálnak, de az idő előrehaladtával a T3 (kevésbé hidegtűrő) és T4 (melegkedvelő) csoportba tartozók dominanciája nő. T2-es csoport tagjai (hidegtűrők) eltűntek a „top 20”-ból a legutóbbi (6.) gyomfelvételezés során (2. táblázat).

2. táblázat Az országos szántóföldi gyomfelvételezések húsz legfontosabb fajának hőmérsékleti igénye

	Hőmérsékleti értékek					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
fajszám%/borítási % (IV OSZGY)	50/73	-	10/9	25/12	15/7	-
fajszám%/borítási % (V OSZGY)	50/69	-	10/6	25/14	15/12	-
fajszám%/borítási % (VI OSZGY)	45/67	-	-	35/19	20/14	-

A fajok származási helyeit tekintve mind a fajszám mind a borítás tekintetében a kozmopoliták dominálnak. A VI. OSZGY során a cirk és a cirk-med flóraelemek eltűntek a top 20 -ból. Az euá-med és a d-euá flóraelemek aránya növekedést mutat, különösen az elmúlt tíz évben (2. ábra).



2. ábra A húsz legfontosabb szántóföldi gyomfaj származása fajszám % (balra) és borítási % (jobbra)¹ alapján .

Elöl: IV. OSZGY; középen: V.OSZGY; VI. OSZGY

¹ adv:adventív; cirk:cirkumpoláris; cirk-med:cirkumpoláris mediterrán; d-euá: dél-eurázsiai; euá:eurázsiai; euá-euszib:eurázsiai-euroszibériai; euá-med:eurázsiai-mediterrán

Eredmények értékelése

A klímaváltozás gyomflórára gyakorolt hatása tekintetében megerősítettük azt, hogy a terofizáció erőteljes, ezen belül is a T4-esek aránya magas. Bár a közepes vízigényűek (mezofiták) továbbra is dominálnak, a szárazságtűrő fajok száma és borítása emelkedik. A hőközömbös (T0) fajok továbbra is dominálnak, de a kevésbé hidegtűrők és melegkedvelők arányában növekedés tapasztalható. A kozmopolita fajok dominanciája mellett megfigyeltük a meleg termőhelyről származó (d-euá, euá-med) flóraelemek arányának növekedését az idő előrehaladtával. Adataink megerősítették azt a tényt is (Kazinczi és mtsai., 2004; Kazinczi, 2011), hogy a klímaváltozás csak egy, és nem a legfontosabb gyomflórára ható faktor. A gyomirtó szerek szelekciós nyomása, az agrotechnikai eljárások, a gyombiológiai sajátosságok, és végül, de nem utolsósorban a növénytermesztés (beleértve a növényvédelmet is) intenzitása és színvonala egyaránt jelentős, a gyomflórát befolyásoló faktorok (Babinszky és mtsai., 2011).

Irodalom

- Babinszky, L., Dunkel, Z., Tóthi, R., Kazinczi, G. and Nagy, J. 2011. The impacts of climate change on agricultural production. *Hungarian Agricultural Research* 20(2). 14-20.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, W., Werner, W. und Paulissen, D. 1991. Zeigenverte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18. Goltze Vrl. Göttingen
- Glemnitz, M., Czimmer, Gy., Radics, L. and Hoffmann, J. 2000. Weed flora composition along a north-south climate gradient in Europe. *Acta Agronomica Ovariensis* 42(2). 155-169.
- Glemnitz, M., Radics, L., Hoffmann, J. and Czimmer, Gy. 2019. The evidence of large scale empirical weed flora data for climate change adaptation research - a review. *Hungarian Weed Research and Technology* 20(1). 3-26.
- Horváth F., Dobolyi Z., Morschauser T., Lökös L., Karas L. és Szerdahelyi T. 1995. FLÓRA Adatbázis. 1.2. Taxonlista és attribútum állomány. MTA-ÖBKI, Vácrátót

- Kazinczi G. 2011. Növényföldrajzi-ökológiai elemzések. In: Novák R., Dancza I., Szentey L. és Karamán J. (szerk.) Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. VM Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest 313-348.
- Kazinczi G., Reisinger P. és Mikulás J. 2004. Az időjárás változás hatásai a herbológia területén. *Magyar Gyomkutató és Technológia* 5(2). 3-25.
- Novák, R. et al. 2022. Change in the spread of common ragweed in Hungary in the light of the national arable weed surveys (1947-2019). *Ecocycles* 8(3). 45-46.
- Simon T. 1992. A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok-virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest
- Solymosi P. 2005. Az éghajlatváltozásának hatása a gyomflórára a hazai kutatások tükrében, az 1969 és 2004 közötti időszakban. *Növényvédelem* 41(1). 13-24.
- Soó R. 1973. A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Szőke L. és Dávid I. 2011. Az éghajlatváltozás hatása a gyomnövényzetre. In: In: Novák R., Dancza I., Szentey L. és Karamán J. (szerk.) Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. VM Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest 358- 366.

CSERESZNYELÉGY ELLENI ENDOTERÁPIÁS KEZELÉS

Gyuris Rita^{1} - Sörös Csilla² - Gutermuth Ádám³ - Szabó Árpád¹*

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Rovartani Tanszék

²MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszerkémia és

Analitika Tanszék

*gyurisrita17@gmail.com

Összefoglalás

Az európai cseresznyeléggy (*Rhagoletis cerasi*) akár 100%-os kártételt is okozhat a cseresznyefa termésében, ezáltal fogyasztásra és feldolgozásra alkalmatlanná téve a termést. Rovarölőszeres permetezéssel üzemi termesztésben sikeresen megvédhetők a fák, azonban a kijuttatott permetszerek java nem a célhelyre jut, így fölöslegesen szennyezik a környezetet. Munkánkban egy környezetbarát, új növényvédelmi megoldást dolgoztunk ki a szóban forgó kártevővel kapcsolatban. Törzsinjektálás formájában juttatjuk a növényvédőszer a fába, így a hatóanyag egy zárt rendszerben halad a fa vegetatív és generatív részeihez. Vizsgáltuk az injektálható formává alakított flupiradifuron és az acetamiprid hatóanyag tartalmú növényvédő szerek cseresznyeléggy elleni hatását. Flupiradifuron esetében a legnagyobb hatóanyag mennyiséggel (3,96 g) kezelt fáknál 99%-os kártevő elleni védelmet figyeltünk meg, míg az acetamiprid esetében a két középső dózis (0,56 g és 1,12 g) volt a leghatékonyabb, 97%-os védelmet biztosítva. A kisebb dózisu kezeléseknél a rovarölő hatás is kisebb mértékű volt. A cseresznye termésben mért flupiradifuron hatóanyag-maradék koncentráció 51,42 ng/g és 400,37 ng/g között alakult, az acetamiprid hatóanyag-maradék koncentráció 6,6 ng/g és 176,96 ng/g között mozgott a kezelési dózis függvényében.

Kulcsszavak: *Rhagoletis cerasi*, cseresznyelégység, törzsinjektálás, acetamiprid, flupiradifuron

Abstract

The European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi*) can cause up to 100% damage in Hungary and in some other countries. This fly makes the crop completely unusable for export and fresh consumption. Smaller trees can be successfully protected by spraying in the intensive cultivation. But spraying is often applied in unnecessary amounts, what pollutes the environment and most of the spraying does not reach the target pests. Injection affects only the tree organisms, environmentally friendly, and we can use low doses of the active ingredient to kill pests. In our work, we select and formulate pesticides into injectable formulations, evaluate the experiment from an entomological view, and then measure the active ingredient residue in the fruit. When trees were treated with 3.96 g active flupyradifurone ingredient, we reached 99% protection against the cherry fruit fly. And when we treated the trees with 0.56 g and 1.12 g acetamiprid, the protection were 97% in both cases. The insecticidal effect was also lower with lower dose treatments. Flupyradifurone ingredient residue in the cherry crop were ranged from 51.42 ng/g to 400.37 ng/g and the acetamiprid ingredient residue were ranged from 6.6 ng/g to 176.96 ng/g, depending on the treatment dose.

Keywords: Cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*, trunk injection, acetamiprid, flupyradifurone

Bevezetés

Az európai cseresznyelégység (*Rhagoletis cerasi* Linnaeus, 1758, Diptera: Tephritidae) Magyarországon és a világ számos területén akár 100%-os kártételt is okozhat, feldolgozásra és fogyasztásra alkalmatlanná téve a cseresznye termését (Fimiani, 1983; Daniel, 2009). A kisebb lombkoronájú fák üzemi termesztésben sikeresen megvédhetők többszöri rovarölő szeres permetezésekkel, jóllehet a permetszerek java nem a célhelyre jut, így főlegesen

szennyezik a környezetet. A védekezés azért is nehéz, mert a nőtény az érésben lévő vagy már érett termésbe rak tojást és ez a fenológiai stádium nagyon közel esik a betakarítási időhöz (Ioannou és mtsai., 2019). Összhangban és célul tűzve ki az európai „Zöld Megállapodás” elvárásait, munkánkban egy környezetbarát növényvédelmi megoldást dolgoztunk ki a szóban forgó kártevővel kapcsolatban, ez a törzsinjektálás. Az injektált növényvédőszer a fa zárt rendszerében, a xilémbe halad a fa vegetatív és generatív részeihez, így csak a fa különböző részeit fogyasztó szervezeteket pusztítja, ezáltal ökotoxikológiai profilja sokkal kedvezőbb (Gutermuth, 2017). Nemcsak a felhasznált szer mennyisége kevesebb a permetezéshez képest, hanem a vízfelhasználás is (VanWoerkom és mtsai., 2014). A törzsinjektálásról egyre több tudományos cikk jelenik meg, de nem volt még a törzsinjektálás és a cseresznyelégység témakörét egyaránt érintő tudományos közlés. Munkánkban bemutatjuk az injektálható formulává alakított, szisztémikus kinetikájú, idegrendszeri mérgező hatásmódú flupiradifuron és acetamiprid cseresznyelégység elleni hatását.

Anyag és módszer

2022. május 12-én (BBCH 73) a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság intenzív cseresznye ültetvényében nyolc cseresznyefát acetamiprid hatóanyagú készítménnyel, illetve nyolc cseresznyefát flupiradifuron hatóanyagú készítménnyel injektáltunk. Az azonos méretű és korú fákba (5 m magasság, 12-15 cm törzsátmérő) négy, egyenként 3-4 mm átmérőjű, 40 mm hosszú furatot fúrtunk, melyekbe különböző dózisú növényvédő szert juttattunk (1. táblázat). Minden fába összesen 40 ml növényvédő szert injektáltunk, egyenletesen elosztva a kifúrt lyukakba, három ismétlésben. Ezt követően lezártuk a furatot fásbekezelővel. A fentiekben kívül három fát vízzel injektáltunk, melyeket kontrollként alkalmaztunk a kísérletben. Ezek semmilyen egyéb növényvédelmi kezelést nem kaptak. A növényvédő szert és a vizet is könnyen be tudtuk injektálni a fák törzsébe, nem tapasztaltunk fizikai ellenállást. Beállítottunk permetezett

kontrollként két fát, egyet acetamipriddel, egyet pedig flupiradifuronnal kezeltünk, így össze tudtuk hasonlítani a két kezelés közötti különbséget, ez leginkább a hatóanyag-maradék mérés tekintetében számottevő.

1. táblázat Cseresznyefa törzsébe injektált rovarölő készítmény a hozzá tartozó hatóanyag tartalom megjelölésével (2022. május)

Készítmény térfogat (ml)	Hatóanyag mennyisége
40	0,056 g acetamiprid/fa/4 furat
40	0,56 g acetamiprid/fa/4 furat
40	1,12 g acetamiprid/fa/4 furat
<u>40</u>	<u>2,25 g acetamiprid/fa/4 furat</u>
40	0,33 g flupiradifuron/fa/4 furat
40	0,66 g flupiradifuron/fa/4 furat
40	1,21 g flupiradifuron/fa/4 furat
40	3,96 g flupiradifuron/fa/4 furat
permetezés	1 g/fa acetamiprid
permetezés	3 ml/fa flupiradifuron

Mintagyűjtés

A fákat egyedi azonosító számmal láttuk el (Signumat), így a kísérlet teljes ideje alatta könnyen tudtuk azonosítani azokat. A mintagyűjtés 2022. június 15-én (BBCH 87) történt, az egyes fákról zárható gyűjtőzacskóba véletlenszerűen minimum 100 darab termést gyűjtöttünk, majd hűtőszekrényben tároltuk feldolgozásig, azaz néhány napig. Minden termést felvágunk és sztereo-mikroszkóppal megvizsgáltunk a rovarfajta-értékeléshez. Ha élő, vagy elpusztult lárvát találtunk a termésben, azt károsítottnak nyilvánítottuk. A biológiai hatást Abbott-féle módszerrel értékeltük. A rovarfajta-értékelés után szermaradék analízis céljából a mintákat mélyhűtőszekrényben tároltuk.

Hatóanyag-maradék mérés

A cseresznyében lévő hatóanyagmaradék-tartalom meghatározását validált módszerrel végeztük. A hatóanyag-tartalom mérésre a mintákat a növényi eredetű élelmiszermintákhoz

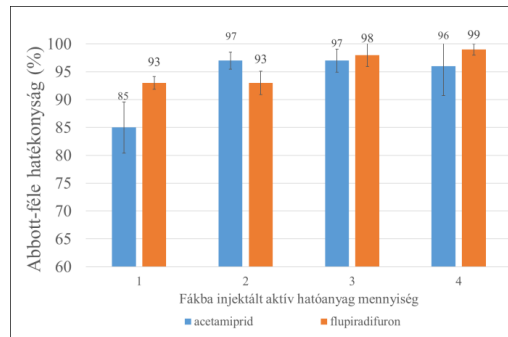
kifejlesztett, magyar szabványként is használt citrát-pufferelt QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) módszer alapján készítettük elő (MSZ EN 15662: 2018). A mérésekhez Agilent Ultivo típusú, hármass kvadrupól (QQQ) analízátorral és tömegspektrometriás detektorral felszerelt UHPLC-MS/MS kapcsolt rendszert használtunk. A folyadékkromatográfiás elválasztáshoz alkalmazott UHPLC rendszer egy nagynyomású pumpa, egy automata mintaadagoló (autosampler) és egy oszloptermostát egységből épült fel. Az elválasztást fordított fázású Agilent ZORBAX RRHD Eclipse Plus C18 (1,8 μ m, 2,1 x 50 mm) oszlopon végeztük. Az MS detektor ionforrásként ESI ionforrást (Electrospray Ionization) alkalmaztunk. A mérésekhez vak cseresznye mátrixra (kontroll) felépített kalibrációs módszert használtunk. A validált módszer kimutatási határa (LOD – limit of detection) 0,0002 ng/ml (analitikai minta), meghatározási határa (LOQ – limit of quantitation) 0,005 mg hatóanyag/kg cseresznye voltak.

Eredmények

A törzsbe injektált acetamidrid és flupiradifuron rovarvív hatása

A kezeletlen fák és a vízzel injektált fák termésében a károsító jól fejlett és éló, egyúttal a kártétel mértéke 100%-os volt. A négy különbözó dózis közül az acetamidrid esetében a 0,56 g-mal és az 1,12 g-mal kezelt fákon átlagosan 97%-os védelmet nyújtott a kezelés a kártevóvel szemben. A legnagyobb dózissal kezelt fáknál a rovaröló hatás átlagosan 1%-kal alacsonyabb volt, tehát 96%. A legkisebb dózissal kezelt fáknál a rovaröló hatás is kisebb volt, mindössze átlagosan 85% (1. ábra).

A flupiradifuron esetében a legnagyobb dózissal kezelt fák (3,96 g) védte meg a fákat a leghatékonyabban, átlagosan 99%-ban. Az 1,21 g dózissal kezelt fák 98%-ban védte meg a termést a kártevóvel szemben. A két kisebb dózissal (0,33 g és 0,66 g) azonos mértékben voltak hatékonyak, átlagosan 93%-os védelmet nyújtottak.



1. ábra Acetamipriddel és flupiradifuronnal kezelt fák Abbott-féle hatékonysága
Jelmagyarázat: Dózis-magyarázat az ábrához

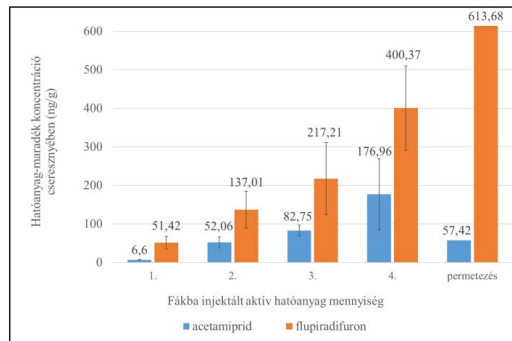
1	0,056 g acetamiprid
	0,33 g flupiradifuron
2	0,56 g acetamiprid
	0,66 g flupiradifuron
3	1,12 g acetamiprid
	1,21 g flupiradifuron
4	2,25 g acetamiprid
	3,96 g flupiradifuron
permetezés	1 g acetamiprid
permetezés	3 ml flupiradifuron

Hatóanyag-maradék mérés eredményei

Az acetamipridre vonatkozó, cseresznye pericarpiumából mért hatóanyag-maradék koncentrációk pozitívan korreláltak a törzsbe injektált hatóanyag mennyiséggel (2. ábra). A legkisebb hatóanyag mennyiséggel kezelt fák 6,6 ng/g hatóanyag-maradékot tartalmaztak, a 0,56 g-mal kezelt fák termésében 52,06 ng/g hatóanyag-maradék volt, az 1,12 g-mal kezelt fák termésében 82,75 ng/g hatóanyag maradék volt, illetve a legnagyobb dózissal kezelt fák termésében 176,96 ng/g acetamipridet mértünk.

A flupiradifuronra vonatkozó, cseresznye pericarpiumából mért (csonthéjas maggal kalkulált) hatóanyag-maradék koncentrációk is pozitívan korreláltak a törzsbe injektált hatóanyag mennyiséggel (2. ábra). A legkisebb hatóanyag mennyiséggel kezelt fák termése 51,42 ng/g

hatóanyag-maradékot tartalmazott. A 0,66g flupiradifuronnal kezelt fák termésében 137,01 ng/g szermaradékot mértünk. Az 1,21g-mal injektált fák termésében 217,21 ng/g flupiradifuron-maradék volt, míg a legnagyobb dózissal kezelt fák termésében 400,37 ng/g flupiradifuront mértünk.



2. ábra Termésben mért acetamiprid hatóanyag-maradék mérési eredményei (jelmagyarázat megegyezik az első ábrán bemutatottal)

Eredmények értékelése

Ma már egyre több tudományos cikk jelenik meg a törzsinjektálásról, de nem volt még az európai cseresznyelégység és a törzsinjektálás témakörét egyaránt érintő tudományos közlés, így munkánk hiánypótlónak tekinthető.

A flupiradifuron egy szerves heterociklusos vegyület, szisztémikus kinetikájú hatóanyag, a rovarok nikotinos acetilkolin receptorainak (nAChR-ek) agonistája, hatásmódját tekintve idegrendszeri mérég. Toxikológiai és ökotoxikológiai eredményei nagyon kedvezőek. Az acetamiprid a neonikotinoidok csoportjába tartozó, szisztémikus kinetikájú hatóanyag, hatásmódját tekintve idegrendszeri mérég. Permetezéssel történő kijuttatás esetén nem csak érintő hatást tud kifejteni, hanem gyomorméregként is működik.

Mindkét hatóanyag esetében a termés héja alá helyezett tojások lárvává tudtak alakulni, de a táplálkozó lárvák már elpusztultak a felvett hatóanyagtól. Eltérő volt a rovarölő hatás mértéke

a különböző mennyiségben injektált hatóanyagoknak, tehát sikerült a helyes dózistartományt megválasztanunk, azonban a minimum effektív dózis pontos meghatározásához további kísérleteket kell végeznünk.

Az acetamiprid mért hatóanyag mennyisége a cseresznye termésmintákban nagyságrendekkel a megengedett határ alatt volt, hiszen jelenleg az acetamiprid hatóanyag vonatkozásában megengedett maximális hatóanyag-maradék koncentráció (MRL) értéke cseresznye termésére vonatkozóan (csonthéjas maggal kalkulálva) 1500 ng/g (EU pesticides database, 2021). A termésben mért flupiradifuron hatóanyag mennyiségei a jelenlegi megengedett határ felett voltak. Ugyanis a megengedett maximális hatóanyag-maradék koncentráció (MRL) flupiradifuron esetében cseresznye kultúrában 20 ng/g (EU pesticides database, 2021). Véleményünk szerint ez az érték azért ilyen alacsony, mert a flupiradifuronnak még nincs kiterjesztve az engedélye cseresznye kultúrára és ezt jelzik a forrásban is, hogy a jövőben változás várható erre az értékre. Tehát a vizsgált cseresznye minták acetamiprid esetében emberi fogyasztásra alkalmasak voltak, a flupiradifuron esetében a jelenlegi MRL korlátozás miatt nem, és persze egyelőre engedélye sincs a készítménynek cseresznyében. A törzsinjektálást a cseresznye kártevői ellen perspektivikusnak tekintjük, hiszen egyetlen kezeléssel megvédtük a cseresznyetermést a légy kártételétől úgy, hogy MRL túllépés nem volt az acetamiprid esetében. A cseresznyeléggy elleni védelemben más hatóanyagok is sikeresek lehetnek, ezeket ugyanígy tesztelni kívánjuk a jövőben, illetve e hatóanyagoknak más kártevőkre kifejtett hatása is vizsgálendő.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságnak, hogy helyet biztosítottak kísérleteink elvégzéséhez.

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

Irodalom

Daniel, C. and Wyss, E. 2009. Susceptibility of different life stages of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*, to entomopathogenic fungi. *Journal of Applied Entomology* 133. 473-483.

European Pesticides Database 2021. https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

Fimiani, P. 1983. Multilarval infestations by *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Trypetidae) in cherry fruits. In *Fruit Flies of Economic Importance*; Cavalloro, R., Ed.; Balkema: Rotterdam, The Netherlands 52-59.

Gutermuth, Á. J. 2017. The injectability of deciduous trees. Szent István University, Faculty of Horticultural Science

Ioannou, C. S., Papanastasiou, S. A., Zarpas, K. D., Miranda, M. A., Sciarretta, A., Nestel and Papadopoulos, N. T. 2019. Development and Field Testing of a Spatial Decision Support System to Control Populations of the European Cherry Fruit Fly, *Rhagoletis cerasi*, in Commercial Orchards. *Agronomy* 9. 568. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100568>

VanWoerkom, A. H., S. G. Acimović, G. W. Sundin, B. M. Cregg, D., Mota-Sanchez, C., Vandervoort and J. C., Wise 2014. Trunk injection: an alternative technique for pesticide delivery in apples. *Crop Prot.* 65. 173-185, [10.1016/j.cropro.2014.05.017](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.017)

**ÚJABB TAPASZTALATOK A TÖRZSINJEKTÁLÁS ÉS A
NYUGATI DIÓBUROK-FÚRÓLÉGY (*RHAGOLETIS
COMPLETA* CRESSON, 1929) VONATKOZÁSÁBAN**

Kiss Máté^{1} - Sörös Csilla² - Gutermuth Ádám³ - Szabó Árpád¹*

¹*MATE Növényvédelmi Intézet, Rovartani Tanszék*

²*MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszerkémia és*

Analitika Tanszék

³*GreenUnit Kft.*

*kissmate0816@gmail.com

Összefoglalás

2021-ben végzett kísérletünk során három rovarölő hatóanyag (abamektin, emamektin-benzoát, acetamiprid) (larvicid) hatását értékeltük törzsinjektálással történő kijuttatás mellett a nyugati dióburok-fúrólégy ellen (*Rhagoletis completa*). Mindeközben mértük a hatóanyag dió burokban kialakuló koncentrációját is. Mindhárom hatóanyaggal végzett törzsinjektálás hatásosnak bizonyult, csökkent a kártétel mértéke a kontrollhoz képest. A burokban visszamért hatóanyag mennyisége minden esetben pozitívan korrelált a larvicid hatással. A peszticid szermaradékok meghatározását UHPLC-MS/MS kapcsolt technika segítségével végeztük. Méréseink során az acetamiprid kivételével sem a friss, sem a szárított dióbél nem tartalmazott a megengedett növényvédőszer-maradéknál nagyobb hatóanyag mennyiséget.

Kulcsszavak: *Juglans regia*, törzsinjektálás, nyugati dióburok-fúrólégy, abamectin, emamectin-benzoát, acetamiprid

Abstract

During our experiment in 2021, the insecticidal (larvicidal) effect of the three active ingredient (abamectin, emamectin-benzoate, acetamiprid) by trunk injection has been evaluated against the walnut husk fly (*Rhagoletis completa*). Meanwhile the concentration of the active ingredient in various plant organs was also determined. All three active ingredients used for trunk injection reduced the extent of damage compared to controls. The detected amount of active ingredient in husk was positively correlated with the larvicidal effect all cases. The concentration of the active ingredients was determined by UHPLC-MS/MS analytical method. In the measurements, neither fresh nor dried walnut kernels contained more than the permitted amount of pesticide residue, except of the active ingredient acetamiprid.

Keywords: *Juglans regia*, trunk injection, walnut husk fly, abamectin, emamectin-benzoate, acetamiprid

Bevezetés

Hazánkban a közönséges dió (*Juglans regia*) a legnagyobb mennyiségben termelt héjas gyümölcs, melynek területe 6438 ha (KSH 2021), illetve termésmennyiségének alakulása 5947 t (KSH 2021). Ugyanakkor az utóbbi években a hazai diótermesztés volumene egyre inkább csökkenő tendenciát mutat, amiért főként a nyugati dióburok-fúrólégy (*Rhagoletis completa*, Fam.: Tephritidae) okolható. Ezen invazív kártevő térhódítása Európában jelenleg is zajlik. Magyarországon jelenleg az ország keleti határán tart (Oláh és mtsai., 2017).

Egyes vizsgálatok szerint már két lárva kártétele esetén is képes a dióburok az egész felületre kiterjedően károsodni (Tuba és mtsai., 2012). A lárvák károsításának következtében

másodlagos, szaprofita kórokozók is megjelenhetnek, ami a dióhéjak teljes elfeketedéséért felelős (Coates, 2005). A piacossági mutatókat (sötétebb színű dióbél) is kedvezőtlenül érinti a károsítás (Duso és Dal Lago, 2006; Ohlendorf, 2000).

A törzsinjektálás története egészen Leonardo da Vinci koráig nyúlik vissza (Costonis, 1981; Roach, 1939). Napjainkban a törzsinjektálást elsősorban növényvédelmi célból, másodsorban tápanyagutánpótlásra, vagy fairtási célra, valamint termésmennyiség szabályozásra használják (Doccola és Wild, 2012). A törzsinjektálásra többféle módszer ismert, abban azonban hasonlóak, hogy általában a vízszállító rendszert (faedények) célozzák, majd az oda bejuttatott hatóanyag ezen rendszer segítségével jut el a hatáskifejtés helyére (Doccola és Wild, 2012; Prasad és Travnick, 1973).

Anyag és módszer

2021-ben diófa törzsinjektálást három hatóanyaggal (abamektin, emamektin-benzoát, acetamiprid) végeztünk Szelevény településen. A kísérlet beállításának helyszínén rovarölő szeres kezelés nélkül történt a diótermesztés az egész ültetvényt érintően. A növényvédő szer törzsbe juttatása, egy speciális nyomásálló gumitasakkal történt (Kiss és mtsai., 2021).

A vizsgálatokhoz két különböző kontroll faegyedet jelöltünk ki, így a vizes kontroll egyednél elvégeztük az injektálást, de csak vízzel, míg a másik kontroll egyednél nem történt injektálás. Az injektáláshoz 18 g/l koncentrációjú abamektin, 95 g/l koncentrációjú emamektin-benzoát, 200 g/l acetamiprid hatóanyagú növényvédő szereket használtunk. Az azonos helyszíneken lévő diófák azonos korúak voltak, átlagos törzsátmérőjük 30 ± 2 cm (Szelevény) volt.

1. táblázat Bonitálási csoportok a dióhéjon látható folt alapján

foltos termékek gyakorisága	0%	1-10%	11-50%	50-74%	75-99%	100%
egyedi termésen látható legnagyobb folt kiterjedése a burok felületének arányában	0%	1-10%	11-50%	50-74%	75-89%	>90%
Bonitálási érték	0	1	2	3	4	5
gazdasági szempontú elfogadhatóság (Igen/Nem)	I	I	I	N	N	N

Az élő lárvák előfordulási gyakoriságának értékelését összel végeztük a dióburok természetes felrepedése előtt. A fákról legalább 100-150 db termésburokkal fedett termést gyűjtöttünk. Az értékelés szerint a fedett terméseket két csoportba válogattuk, ennek alapján megkülönböztettük az élő lárvát tartalmazó és az élő lárváktól mentes, ép terméseket. A gazdasági kár mértékét bonitálással (1. táblázat) becsültük a fekete foltot mutató termékek gyakorisága, illetve a foltosság mértéke alapján. E két paraméter közül mindig a szigorúbbnak megfelelő bonitálási csoportba soroltuk a kezelés gazdasági/termelői szempontú jóságát.

A hatóanyag-tartalom mérésére a mintákat növényi eredetű élelmiszermintákhoz kifejlesztett, citrát-pufferelt QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) módszer alapján készítettük elő (EN 15662:2018). A hatóanyag-tartalomra vonatkozó méréseket UHPLC-MS/MS kapcsolt technika segítségével végeztük. A diófák injektálásának paraméterei a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat Diófák injektálásának paraméterei

Hatóanyag	Injektált hatóanyag (g/fa)	Bejuttatott szermennyiség (ml/fa)	Injektálási oldatmennyiség (ml)	Fa sorszáma
Abamektin	0,9	50	100	1, 2, 3
	1,8	100	100	4, 5, 6
	3,6	200	200	7, 8, 9
Emamektin-benzoát	1,9	20	60	10, 11, 12
	3,8	40	60	13, 14, 15

	5,7	60	60	16, 17, 18
Acetamidrid	5	25	50	19, 20, 21
	10	50	50	22, 23, 24
Vizes kontroll	0	0	50	25, 26, 27
Nem injektált kontroll	0	0	0	28, 29, 30

A statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics 27 és az Excel 2016 szoftverekkel hajtottuk végre. Az egyes kezelések hatékonyságának összehasonlítására a Marascuilo tesztet használtuk (Marascuilo, 1966). A hatékonyság alapját az élő lárvákkal fertőzött termések aránya adta, amit az azonos kezelésben részesült fákról származó mintákból együttesen számoltunk. Változók összefüggésének vizsgálatához a Spearman-féle rangkorrelációt (Spearman's rank correlation) használtuk. $P < 0,05$ esetén tekintettük szignifikánsnak az eredményeket. A hatékonyságot Abbott képlettel számoltuk.

Eredmények

A kedvező biológiai hatásra utaló első jeleket a még érésben lévő zöld dió burkán megjelenő tojásrakási helyek mikroszkópi átvizsgálásakor tapasztaltuk. Az 1-2 milliméternyi átmérőjű feketedő foltokban, az epidermisz alatt, nagyon fiatal állapotokban elpusztult lárvákat találtunk (Kiss és mtsai., 2022). Az injektálással kezelt fákon, minden esetben szignifikáns eredményt kaptunk a kontrollhoz viszonyítva (3. táblázat). A Marascuilo-féle összehasonlítás szerint a nagyobb dózisú abamektines kezelés szignifikánsan jobb hatékonyságot eredményezett, mint a legkisebb, abamektines kezelés. A nagyobb adagú abamektines kezelés, illetve az emamektin-benzoátos kezelések között statisztikailag nem találtunk különbséget, úgy ahogyan az egyes emamektin-benzoátos kezelések között sem. Az acetamidrides kezelések szignifikánsan különböztek egymástól. A vízzel injektált, illetve az injektálás nélküli kontroll fákon erős fertőzöttség alakult ki, az élő lárvát tartalmazó dióburkok aránya 100%-os volt.

3. táblázat A kezelések hatékonysága és az ehhez társuló hatóanyag-tartalom (átlag±SE) alakulása a burokban, valamint a gazdasági kártétel nagysága. Azonos betűvel jelölt oszlopokhoz tartozó kezelések esetén a fertőzöttségi arány a Marascuilo-féle összehasonlítás szerint nem különbözik szignifikánsan ($P > 0,05$).

Helyszín: Szelevény, injektálás ideje 2021. május 28., mintavétel: 2021. szeptember 16.

(Detection limit: abamektin: 1,2 ng/g, emamektin-benzoát: 0,1 ng/g, acetamiprid: 0,25 ng/g)

Kezelés	Injektált aktív hatóanyag (g/fa)	A burok hatóanyag tartalma (ng/g) átlag±SE	Abbott hatékonyság (%)	Átlagos bonitálási értékszám (0-5)	Marascuilo-féle összehasonlítás eredménye
abamektin	0,9	1,67±0,28	30,0	2,7	a
	1,8	2,31±0,41	56,0	2,0	bc
	3,6	5,86±1,14	58,3	2,0	c
emamektin-benzoát	1,9	9,69±3,23	71,1	1,3	cd
	3,8	50,20±8,14	77,9	0,7	d
	5,7	16,55±2,50	69,4	1,0	cd
acetamiprid	5	61,34±4,85	68,7	1,7	cd
	10	43,37±5,96	43,5	3,3	b
vizes kontroll	0	<DL	-	5,0	e
nem injektált kontroll	0	<DL	-	5,0	e

A dió pericarpiumában mért abamektin és emamektin-benzoát hatóanyag-maradék gyenge pozitív korrelációt mutatott az injektált hatóanyag mennyiségével és erősen pozitívat a fertőzés mértékével, de az értékek nem különböztek szignifikánsan, míg az acetamiprid hatóanyag-maradék szintén pozitívan korrelált a fertőzés mértékével, de nem volt pozitív korreláció a beinjektált hatóanyag mennyiségével.

A rovarölő szeres injektálások gazdasági kártételét bonitálva, a gyakorlatban elfogadható, legfeljebb 2-es, vagy ez alatti kártételi értékszámokkal jellemezhetjük az emamektin-benzoáttal kezelt mindegyik fát, továbbá az abamektin két nagyobb és az acetamiprid alacsonyabb dóziséval injektált fákat. Az abamektin legkisebb és az acetamiprid nagyobb dózisa a nem elfogadható gazdasági kártételi kategóriába esett (3. táblázat).

Az injektált fák termésének (dióbél) maradék hatóanyag-tartalma abamektin és emamektinbenzoát esetében a detektálási határ (0,4 és 0,2 ng/g) alatt volt. Az acetamiprides kezelések maradék hatóanyag-tartalma 57 – 320 ng/g közötti értékeket mutattak a termésben. A száraz és friss dióbél hatóanyag-tartalma tekintetében nem volt számottevő különbség.

Eredmények értékelése

Az injektálással kezelt fákön a tojásrakás ugyanolyan módon és mértékben lezajlott, mint a védelem nélküli kontroll diófákon, repellens hatást tehát nem tapasztaltunk. A kezelések hatása a tojásból kikelő és táplálkozó lárvákon mutatkozott meg, amikor is a táplálkozást megkezdett lárvák a zöld burokban megjelenő hatóanyag következtében elpusztultak. Ezek az összeszáradt nyüvek, illetve a tojáshéj később az exocarpium alatt fellelhetőek voltak.

A tojásrakások helye a burkon jól látható, apró fekete, száraz foltokat eredményezett, melyek a tenyészedő végéig láthatóak voltak, de ez nem okozott minőségi romlást vagy másodlagos felülfertözödést a dióelet tekintve, így a diótermeszedés eredményességét sem befolyásolta hátrányosan (1. ábra).



1. ábra Tojásrakások helye az injektált dió burkán

Mindhárom hatóanyag esetében elmondhatjuk, hogy amennyiben megfelelő koncentrációban sikerült a lombkoronába eljuttatni, akkor a nyüvek károsításának megakadályozására

hatékonyak voltak. Egyértelmű dóziszválaszt az abamektin hatóanyag esetén tapasztaltunk, míg másik két hatóanyagnál nem. Azonban, ha a burok hatóanyag tartalmát nézzük, az ott mutatkozó tendenciák már mindegyik hatóanyag tekintetében szoros összefüggést mutatnak a kialakult hatékonysággal (3. táblázat). A dózist ezek alapján javasoljuk a lombkorona térfogatához igazítani.

Az eredmények megítélésénél ugyanakkor figyelembe kell vennünk az értékelési módunk rendkívüli szigorúságát is, hiszen például a nem jelentősnek tűnő, 70 %-os hatékonyság a gyakorlatban kedvezőbb megítélés alá esik. A burok fertőzöttségéből ugyanis nem következik egyértelműen az eladhatatlan dióbél. Ennek a kiküszöbölésére vezettük be az okozott kártétel minőségre gyakorolt hatásának becslésére alkalmazott módszert (1. táblázat). Ugyanis, ha csak kis számban, és csak gyengén fejlődő lárvák károsítják a burkot – akárcsak az alul dozírozásból fakadó szubletális hatás eredményeként –, akkor a burok részleges elfeketedése bekövetkezhet, de emellett a gazdasági kár kicsiny, mert a dióbél a piacosságát megőrzi.

A dióbélben mért abamektin és emamektin-benzoát hatóanyag-maradék értékek egy esetben sem haladták meg az EU peszticid adatbázisában a dióra (dióbélre) vonatkozó MRL (Maximum Residue Limit) értéket (0,02; 0,01 mg/kg), tehát az általunk végzett törzsinjektálás élelmiszerbiztonsági szempontból megfelelő. Az acetamiprid hatóanyag-maradék értékek azonban általában meghaladták a dióra (dióbélre) vonatkozó MRL értéket (0,07 mg/kg). Ezt kiküszöbölni, a lombkorona térfogatához mért kisebb dózisu injektálással lenne lehetőség, de sajnos a kisebb dózisu kezelés ezen hatóanyag esetében nem kellően hatékony a dióburok fűrölégy kártétele ellen.

A magyarországi diótermés jelentős részben szórvány diósokból és háztáji diófákról származik. Az itt, azaz belterületen, olykor közterületen termett dió megvédése a hagyományos, permetezéssel ma nem realitás, sem a szaktudás elérhetősége, sem technikai, sem

engedélyezési oldalról vizsgálva. Ezért megítélésünk szerint a törzsinjektálás, mint alternatív, környezetkímélő megoldás lehetőséget nyújt a jövőben ebben a szegmensben is.

Köszönetnyilvánítás

A projekt a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program Plusz (GINOP-Plusz 2.1.1.-21.00097) pályázat támogatásával valósult meg. Köszönet illeti Dr. Kakuk Ilonát, aki rendelkezésünkre bocsátotta dióskertjét a kísérlet idejére.

Irodalom

- Coates, William W. 2005. Walnut Husk Fly: Varietal Susceptibility and Quality Observations. Walnut Research Reports 2004, Walnut Marketing Board, Sacramento, CA.
- Costonis, A. C. 1981. Tree Injection: Perspective macro-injection/micro-injection. *Journal of Arboriculture* 7(10).
- Doccola, J. J. and Wild, P. M. 2012. Tree injection as an alternative method of insecticide application. *Insecticides-basic and other applications* InTech, Rijeka, Croatia 61-78.
- Duso, C. and Dal Lago, G. 2006. Life cycle, phenology and economic importance of the walnut husk fly *Rhagoletis completa* Cresson (Diptera: Tephritidae) in northern Italy. *Ann. soc. entomol. Fr.* (n.s.) 42(2). 245–254.
- European Standard - EN 15662 2018. Foods of plant origin-multimethod for the determination of pesticide residues using GC- and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE-modular QuEChERS-method. Available from <https://standards.cen.eu/>. Accessed 7. July 2020.
- Kiss, M., Hachoumi, I., Nagy, V., Ladányi, M., Gutermuth, Á., Szabó, Á. and Sörös, Cs. 2021. Preliminary results about the efficacy of abamectin trunk injection against the walnut husk fly (*Rhagoletis completa*). *Journal of Plant Diseases and Protection* 128(1). 333-338.

- Kiss M., Sörös Cs., Gutermuth Á. és Szabó Á. 2022. Megmentheti-e a törzsinjektálás a háztáji diótermést? *Georgikon for Agriculture* 26(1). 52-73.
- Központi Statisztikai Hivatal 2021. A fontosabb gyümölcsfélék termesztése és felhasználása. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0025.html
- Marascuilo, L. A. 1966. Large-sample multiple comparisons. *Psychol Bull.* 65. 280-290. <https://doi.org/10.1037/h0023189>
- Ohlendorf, B. 2000. Walnut husky fly: Integrated Pest Management in the home garden. Pest Notes, Publication 7430. Davis CA, Univer): *Aganaspis alujai* (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae), a new species attacking *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) in the neotropical region. *Florida Entomologist* 90. 626-634.
- Oláh R., Véték G. és Orosz Sz. 2017. A nyugati dióburok-fűrőlég (*Rhagoletis completa* Cresson, 1929) Magyarországi elterjedése (2012-2017). *Növényvédelem* 78(53). 11.
- Prasad, R. and Travnick, D. 1973. Translocation of benomyl in elm (*Ulmus americana* L.) Distribution patterns in mature trees following trunk injection under high pressures. *Can. Dep. Enviroment. Chemistry Control Res. Inst. Report* 114(18).
- Roach, W. A. 1939. Plant injection as a physiological method. *Ann. Bot.* 3. 155-226.
- Tuba K., Schuler H., Stauffer Chr. és Lakatos F. 2012. A nyugati dióburok-fűrőlég (*Rhagoletis completa* Cresson 1929 - Diptera: Tephritidae) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem* 48(9). 419-423.

NAPRAFORGÓ VETŐMAG CSÍRÁZÁSKOR FELLÉPŐ BETEGSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Kádár Kitti^{1} - Pásztor György¹ - Poór Judit² - Takács András Péter¹*

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*²MATE Matematika és Természettudományi Alapok Intézet, Matematika és
Modellezés Tanszék*

*k.kitti96@gmail.com

Összefoglalás

A napraforgó szerepe napjainkban a megugró olajkereslet miatt egyre jelentősebb. A vizsgálatok célja a napraforgó vetőmag-előállításban a kaszatokon megjelenő kórokozók azonosítása volt. Mindkét évjárat esetében a vetőmag tábláról történő mintagyűjtést követően az átlagmintákat a Magyar Szabvány szerint dolgoztuk fel. A kezelt és kezeletlen minták 50 kaszatos ismétlésben kerültek csíráztatásra, összesen 200 kaszatos vizsgáltunk mintánkként. A csíráztatás időtartama 2 hét volt. A kezelt mintákat Neomagnol oldatban fertőtlenítettük. 2021-es és 2022-es csíráztatási eredmények mind a kezelt és kezeletlen minták esetében 90%-os eredmény körüliek voltak. A kaszatokon *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. és 2021-ben elvétele a *Botrytis* spp. jelenlétét igazoltuk. A csávázás elvégzése az évjárártól függetlenül meghatározó jelentőségű.

Kulcsszavak: napraforgó, csíráztatás, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp.

Abstract

The role of the sunflower is becoming more critical due to the increasing oil demand. The purpose of the tests was to identify the sunflower seed pathogens. After the sample collection, average samples were processed according to the Hungarian Standard. The treated and untreated seed samples were germinated in 4 times 50 seed replicates, and 200 seeds were examined. The germination period was two weeks. Then, the treated samples were disinfected in a Neomagnol solution. The Germination intensity was around 90% for both treated and untreated samples in 2021 and 2022. *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. infection was observed on the seeds, and in 2021 *Botrytis* spp. also was identified.

Keywords: sunflower, germination, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp.

Bevezetés

A napraforgó termesztése napjainkban a megugró olajkereslet miatt egyre jelentősebb. Az évjáratok nagymértékben befolyásolják a kórokozók megjelenését és a károk mértékét. A gazdaságilag jelentős gombabetegségek közé tartozik a napraforgó peronoszpóra, a fehérpenészes szár- és tányérrothadás, a szürkepenészes szár- és tányérrothadás, a diaportés szárfoltosság és korhadás és az alternáriás levél- és szárfoltosság, amelyek vetőmaggal is terjedhetnek (Horváth, 1995). Wang és munkatársai (2020) tanulmánya alátámasztja, hogy napjainkban világszinten jelentős kórokozók az *Alternaria* fajok. Az alternáriás levél- és szárfoltosság kórokozója az *Alternaria helianthi*. Több mint 60 *Alternaria* fajt mutattak eddig ki vetőmagvak felületéről (Champion, 1997). A patogén szervezetek a csíranövényeken különböző károsodásokat idéznek elő (Champion, 1997; Dongó, 2005). A *Fusarium* fajok az egész világon általánosan elterjedt polifág, talajlakó kórokozók (Wollenveber és Reinking, 1935; Bilaj, 1955; Tousson és Nelson, 1968; Booth, 1971). A kár csíranövény-pusztulásban, szárkorhadásban, termésbetegségekben és toxikózisok előidézésében nyilvánul meg. A

kórokozók a növények valamennyi részét fertőzik és vetőmaggal is terjedhetnek (Horváth, 1995). A fuzáriumos fertőzések elleni biológiai védekezésre számos lehetőség kínálkozik (Abu-Tahon és mtsai., 2020; El Komy és mtsai., 2020).

Anyag és módszer

A terület 2021-ben 2 és 2022-ben 6 egyenlő parcellára került felosztásra és itt átlagmintákat vettünk amelyeket „A”, „B”, „C”, „D”, „E” és „F” jelöltünk. A csíráztatást a MATE Fesztetics Imre Bioinnovációs Központ Növényvédelmi laboratóriumában végeztük. Minden átlagmintából 4x50 kaszatót tartalmazó almintát vizsgáltunk. A Neomagnolos kezelés során a kaszatókat 3 percig áztattuk, ezt követően szűrőpapírra tettük, majd belocsolást követően 23 °C hőmérsékleten két hétre csíráztató szekrénybe helyeztük. A csíráztatás kiértékelésére november 23.-án került sor. A nem csírázott kaszatókat Petri-csészébe helyeztük, felületükről kaparékot készítettünk, amelyet a továbbiakban mikroszkóppal vizsgáltunk.

Eredmények

A 2021 kísérletekben a kezeletlen „A” mintában 81%, míg a kezelt mintában 83%-os volt a csírázási arány. A „B” minta esetében a kezeletlen kaszatók 90%-a, míg a kezelt kaszatók 89,5%-a csírázott. A kórokozók közül az *Alternaria* spp. volt a legjelentősebb, ezt követte a *Fusarium* spp.. A kaszatók héjának felületén mind a két minta 80%-ában *Alternaria* spp. és 20%-ban *Fusarium* spp fordult elő, továbbá 1-1 mintában *Botrytis* spp. volt megtalálható.

A 2022-es évjáratban a kaszatók csírázása és a kórokozók előfordulási gyakorisága hasonlóan alakult (1.-2. táblázat). Az adott évben *Botrytis* spp. jelentését nem tapasztaltuk.

1. táblázat Kezeletlen minták csírázáskori eredményei

Kezeletlen minta	Összesen, db	Csírázott, db	Nem csírázott, db	Csírázási %
„A”	200	184	16	92
„B”	200	186	14	93
„C”	200	182	18	91
„D”	200	180	20	90
„E”	200	180	20	90
„F”	200	184	16	92

2. táblázat Kezelt minták csírázáskori eredményei

Kezeletlen minta	Összesen, db	Csírázott, db	Nem csírázott, db	Csírázási %
„A”	200	180	20	90
„B”	200	182	18	91
„C”	200	178	22	89
„D”	200	184	16	92
„E”	200	176	24	88
„F”	200	182	18	91

Eredmények értékelése

A csírázáskor fellépő patogén gombák jelentősen ronthatják a csírázást és a növények későbbi életképességét, ezáltal a kultúrákban töhiányt és termés kiesést okozhatnak. A csírázás sikere és a csíranövények fejlődése a későbbiekben nagyban befolyásolhatja a várható termés minőségét és mennyiségét. A kísérleteink során a minták nagyon hasonló csírázási eredményeket értek el, illetve a betegségek előfordulása is közel azonos volt. A vizsgált fajtáról megállapítható, hogy a kaszatok felületén legnagyobb gyakorisággal az *Alternaria* spp. volt jelen.

A megfelelő termesztéstechnológiának és a fajtának köszönhetően csak a kaszatok felületén voltak megtalálhatók a kórokozók, ezért indokolt a vetőmag csávázása, így csökkenthető a magon terjedő kórokozó gombák közvetlen és közvetett kártétele. A csávázással lehetőség van arra is, hogy a kelést követően a csíranövényt megvédjük a talajban elő károsítókkal szemben is. Napjaink időjárási szélsőségei a nyári aszályok és a csapadék nem megfelelő eloszlása jelentősen befolyásolja az adott évben megjelenő kórokozókat, ezért ajánlott a komplex vetőmagcsávázás. A megfelelő csírázás biztosításának egyik alapfeltétele a vetés időpontjának helyes megválasztása. A vetésforgó alkalmazásával és a megfelelő talaj-előkészítéssel csökkenthető a kórokozók terjedése és károsítása.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat a MATE Tehetség Tanács TDK Műhely támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Abu-Tahon, M. A., Isaac, G. S. and Mogazy, A. M. 2020. Protective role of fat hen (*Chenopodium album* L.) extract and gamma irradiation treatments against *Fusarium* root rot disease in sunflower plants. *Plant Biology* 23(3). 497-507.
- Bilaj, V. I. 1955. Fuzarii. Ukr. SzSzR. Akad. Nauk. Kiev.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey
- Champion, R. 1997. Identifier les champignons transmis par les semences. INRA
- Dongó A. 2005. *Alternaria* fajok összehasonlító elemzése. PhD értekezés, Pannon Egyetem
- El Komy, M. H., Hassouna, M. G., Abou-Taleb, E. M., Al-Sarar, A. S. and Ahohakr, Y. 2020. A mixture of *Azotobacter*, *Azospirillum*, and *Klebsiella* strains improves root-rot disease complex management and promotes growth in sunflowers in calcareous soil. *EJPP* 156(3). 713-726.
- Horváth J. 1995. A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Toussoun, A. and Nelson, P. E. 1968. A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species according to the taxonomic system of Snyder and Hansen. Pennsylv. Sta. Univ. Press. Univ. Park and London 51.
- Wang, T. Y., Zhao, J., Ma, G. P., Bao, S. W. and Wu, X. H. 2020. Leaf blight of sunflower caused by *Alternaria tenuissima* and *A. alternata* in Beijing, China. *Canadian J. Plant Pathol.* 41(3). 372-378.
- Wollenweber, H W. and Reinking, O. A. 1935. Die Fusarien. Paul Parey. Berlin 355.

KÜLÖNBÖZŐ SZÓJAJAJTÁK NÖVÉNYKÓRTANI ÉRTÉKELÉSE

Varga Zsolt^{1*} - Novák László²

¹Plant-Treat Kft.

²Magyar Szója Nonprofit Kft.

*zsolt.vargadr74@gmail.com

Összefoglalás

A szerzők a szója levélnetének és szárának károsításában szerepet játszó kórokozó gombák növénykórtani értékelését végezték el 11 eltérő éréscsoportú szójafajta esetében. A vizsgálatokat földrajzilag négy különböző helyszínen, gombaölő szeres kezelésben nem részesített nagyparcellás területen elemezték. Az értékelések során a levélfertőzöttségben a *Peronospora manshurica*, *Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii* gombafajok fertőzésének mértékét és gyakoriságát határozták meg. A szárfertőzést előidéző *Phomopsis phaseoli*, *Colletotrichum glycines*, *Sclerotinia sclerotiorum* és *Macrophomina phaseolina* kórokozók esetében a fajták között tapasztalt fertőzési különbségekre is szolgáltatnak adatokat. Vizsgálataikban egy adott évjárat különböző mikroökológiai tulajdonságokkal rendelkező helyszínein állapították meg a szója fontosabb betegségeinek dominancia viszonyait, előzetes információkat szolgáltatva a nemesítőházaknak.

Kulcsszavak: szója, kórokozó gomba, levélfertőzés, szárfertőzés

Abstract

The authors studied different soybean leaf and stem diseases for 11 soybean varieties in different maturity group. The tests were analyzed in untreated large-plot of fungicides in four geographically locations. The infection rates were determined in leaf infection caused by *Peronospora manshurica*, *Septoria glycines*, and *Cercospora kikuchii*. In the case of the soybean stem pathogens *Phomopsis phaseoli*, *Colletotrichum glycines*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Macrophomina phaseolina* are also provided on the differences in infection between the varieties. In their studies, they determined the dominance conditions of the most important soybean diseases in different microecological characteristics of this vintage, providing preliminary information to the seed production and breeding.

Keywords: soybean, fungal patogen, leaf infection, stem infection

Bevezetés

Hazai viszonyok között a szója esetében nincsenek pontos adataink a termesztett fajták növényegészségügyi/növénykörtani helyzetéről. A szója betegségeiben szerepet játszó kórokozókról érdemi információt szolgáltató publikációk főként a '70-'80-as években jelentek meg (Érsek 1978, 1979; Tóth és Kövics, 1978; Kövics, 1980). Korábban a szójafajták különböző betegségek iránti fogékonyságáról Ludván (1974) és Szili (1975, 1977) végeztek felméréseket. Turóczy és munkatársai (2018) által közölt 32 szójafajta 4 kórokozóval: a *Peronospora manshurica*; *Phomopsis phaseoli*, a *Cercospora kikuchii* és a *Septoria glycines*-szel szembeni ellenállóságának ismertetése hasznos információkat szolgáltatott a gyakorlat számára.

Vizsgálatunk célja volt, hogy jelenleg köztermesztésben lévő különböző éréscsoportú szójafajták esetében - a nemesítőházak versenypiaci érdekeit nem sértve - előzetes növénykörtani információkat szolgáltatassunk a termesztéstechnológiák segítése érdekében.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat négy különböző helyszínen (Hédervár - GPS 47.845476, 17.460031; Darnózseli – GPS 47.862117, 17.432090; Hahót - GPS 46.639995, 16.917750; Újmohács - GPS 45.999692, 18.726092) összesen 11 különböző éréscsoportba tartozó szójafajta levéltet- és szárértékelésével végeztük el.

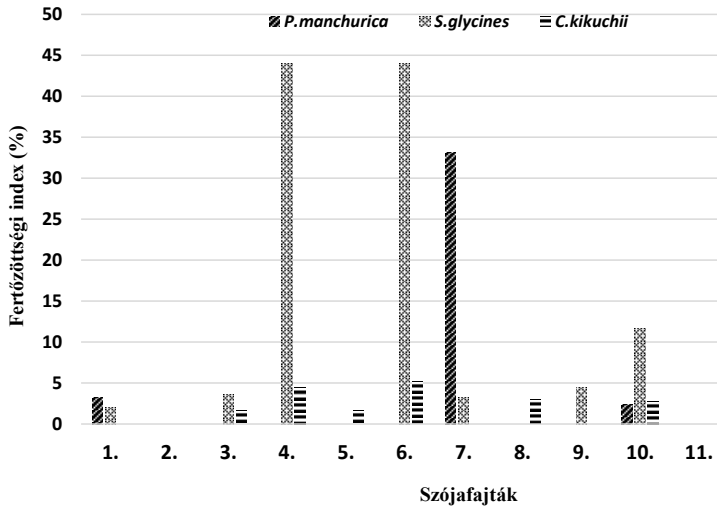
1. táblázat A vizsgált szójafajták és a termesztés technológiai paraméterek jellemzői

Fajta sorsszám	Éréscsoport	Helyszín	Talajtípus	Elővetemény	Értékelési időpontok
1.	igen korai/000/00	Hahót	barna erdőtalaj (közömbös pH)	kukorica	
2.	korai/0				
3.	korai/00	Darnózseli	dunai öntéstalaj (gyengén lúgos pH)	kukorica	1, virágzás vége, hüvely és magképződés (BBCH 67-81)
4.	korai/00			durum búza	
5.	korai/00	Hédervár			
6.	korai/00/0	Hahót	barna erdőtalaj (közömbös pH)	kukorica	2, érés, öregedés (BBCH 88-97)
7.	korai/00/0				
8.	korai/00/0	Újmohács	réti öntéstalaj (gyengén lúgos pH)	kukorica	
9.	középkorai/1	Hahót	barna erdőtalaj (közömbös pH)	kukorica	
10.	közép/1				
11.	kései/1	Újmohács	réti öntéstalaj (gyengén lúgos pH)	kukorica	

A bonitáló felméréseket két eltérő időpontban és a szója különböző fenológiai stádiumában (1. táblázat) hajtottuk végre. Az értékelések során kapott eredményekből fertőzöttségi index %-ot és fertőzési gyakoriságot (Fgy %) számítottunk. A tüneteket mutató növényi részekből mintákat gyűjtöttünk, amelyeket a pontos diagnózis felállításához további vizsgálatoknak vetettünk alá. A növényi részekről laboratóriumi munkával (sztereo- és binokuláris fénymikroszkópos vizsgálatok) izoláltuk és morfológiai jellemzők alapján határoztuk meg a kórokozókat.

Eredmények

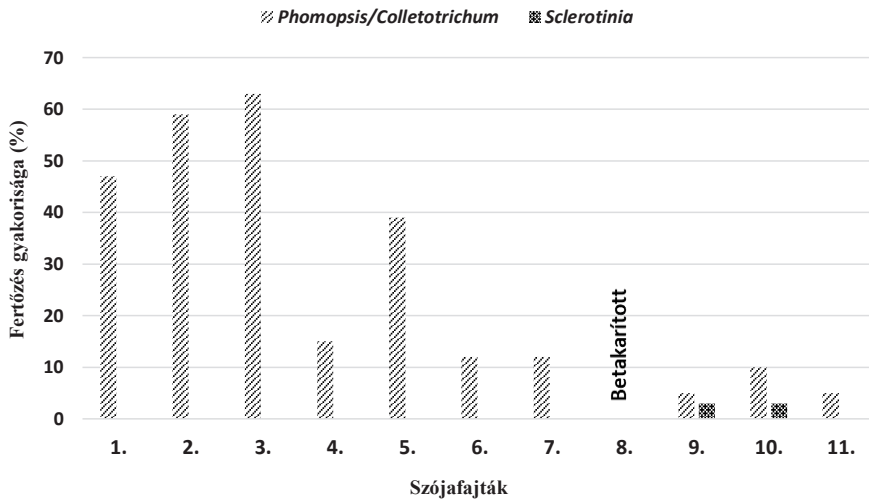
A négy vizsgálati területet eltérő klimatikus viszonyok jellemezték. A hahóti csapadékosabb területen (377 mm/5 hónap vegetációs periódus) több fajta esetében jelentős volt a baktériumos barna levélfoltosság (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*) levélzet károsítása.



1. ábra Különböző éréscsoportú szójafajták levélfertőzősége *Peronospora manchurica*, *Septoria glycines* és *Cercospora kikuchii* kórokozók esetében (2022.08.04-10.)

Kórokozó gombák közül értékelhető fertőzést a szójaperonoszpóra (*Peronospora manchurica*), a szeptóriás levélfoltosság (*Septoria glycines*) és a cercospórás levélfoltosság (*Cercospora kikuchii*) esetében tapasztaltunk (1. ábra). A szójaperonoszpóra fertőzése a 7-es számú középkorai fajta esetében volt kiemelkedő (33,2 %). A szeptóriás levélfoltosság az alsóbb levélemeleteken jelentkezett és a korai éréscsoportba tartozó 4-es és 6-os számú fajták esetében volt meghatározó a megjelenése. A cercospórás levélfoltosság fellépése az első értékelési időpontban egyik fajta esetében sem volt kiemelkedő. A korai éréscsoportba tartozó 6-os számú fajtánál 5,2 %-os fertőzőségi szinten tapasztaltuk a betegség fellépését.

A szója szárán megjelenő tünetek vizuálisan történő elkülönítése több esetben nehéz és csak mikroszkópos vizsgálatok elvégzését követően lehet pontos diagnózist felállítani, ezért a *Phomopsis phaseoli* és a *Colletotrichum glycines* száron megjelenő tüneteit egyben kezeltük. Diagnosztikai vizsgálatok elvégzését követően igazoltuk, hogy a száron megjelenő tünetek vegyes fertőzéseket takartak, de a két kórokozó fertőzési gyakoriságának megoszlása a *Phomopsis phaseoli* esetében 80 %-os, míg a *Colletotrichum glycines* 20 %-os szintet képviselt.



2. ábra A szója szár- és hüvely károsításában szerepet játszó kórokozók fertőzési gyakorisága a vizsgált fajták esetében (2022.09.11-20.)

A fehérpenészes szárrothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*) megjelenését a 9-es középkorai és a 10-es középerésű fajták esetében 3-3 %-os gyakorisági értékkel tapasztaltuk. A „diaportés” szárrák károsítása az 1, 2 és 3-as számú korai éréscsoportú fajták esetében volt kiemelkedő (47-59-63 %). Ez a betegség a 9-es középkorai fajta esetében jelentkezett a legalacsonyabb szinten (5 %) (2. ábra).

Eredmények értékelése

Az eredmények értékelése során figyelembe kell vennünk az évjárat kórokozókra gyakorolt hatását. Az újmohácsi helyszínen a rendkívül aszályos körülmények befolyásolták a kórokozók dominancia viszonyait. Ezen a helyszínen heterogén foltokban több fajtát érintő korai, sokszzerű száradást figyeltünk meg, amelyet a *Macrophomina phaseolina* kórokozó fertőzése idézett elő. A melegedő klimatikus viszonyok mellett biztosan számítani kell ezen kórokozó intenzívebb megjelenésére, ezért javasolt a szójafajták ellenállóságának ilyen irányú értékelése. A levél- és szárbetegségek esetében is elmondható, hogy főként a korai éréscsoportba tartozó fajták esetében tapasztaltuk a kórokozó fajok fokozottabb fellépését. A hahóti mintaterületre jellemző nedvesebb körülmények kimondottan kedveztek a betegségek megjelenésének. A fehérpenészes rothadás károsítását csak ezen a területen tapasztaltuk. A „diaportés” szárrák fokozottabb megjelenését a korai éréscsoportba tartozó fajták esetében diagnosztizáltuk, amely hasonlóságot mutat Turóczi és munkatársai (2018) eredményeivel, akik szintén a koraibb fajták esetében jeleztek magasabb fogékonyságot. Több esetben azonosítottuk a szójaantraknózis (*Colletotrichum glycinis*) betegséget, amely a felmelegedő periódusokkal szintén a fontosabb szójabetegségek körébe léphet előre.

Magyarországon a szójafajták egyes betegségekkel szembeni ellenállóságáról hiányosak az ismereteink, ugyanakkor a felgyorsult fajtaváltozás/fajtakínálat jelzi a szakterület hiányának esetleges növényvédelmi veszélyeit. A biztonságos szójatermesztés érdekében évjárat és termesztési körzet orientáltan célszerű lenne nyomon követni a termesztésbe vont szójafajták növénykórtani/növényegészségügyi helyzetét. Az általunk végzett vizsgálati eredményeket a fajtatulajdonos nemesítőházaknak átadtuk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a vizsgálati helyszínek szójatermesztő cégeinek és a vizsgált fajták tulajdonosainak, hogy engedélyezték és lehetővé tették vizsgálataink elvégzését.

Irodalom

- Érsek T. 1978. A *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei magyarországi előfordulása szóján. *Növényvédelem* 14(1). 12-15.
- Érsek T. 1979. Újabb kórokozó gombák magyarországi előfordulása szóján. *Növényvédelem* 15(5). 208-214.
- Kövics Gy. 1980. Szójafajták érzékenységeinek vizsgálata a *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* (*Phomopsis sojae*) szár- és hüvelyfoltosságot előidéző kórokozóval szemben. *Növényvédelem* 16(9-10). 461-465.
- Ludván Zs. 1974. A szója növényegészségügyi helyzete a Somogy megyei felmérések alapján. *Növényvédelem* 10(12). 361-362.
- Szili M. 1975. A szója 1974. évi és a jövőben várható növényvédelmi problémái II. Baktériumok és gombák okozta megbetegedések. *Növényvédelem* 11. 545-551.
- Szili M. 1977. A szója növényegészségügyi helyzetének 1975-76. évi alakulása. *Növényvédelem* 13(1). 26-31.
- Tóth O. és Kövics Gy. 1978. Az *Ascochyta sojaecola* Abramov szója kórokozó magyarországi megjelenése. *Növényvédelem* 14(7). 299-304.
- Turóczy Gy., Tengelic P., Kun Á., Szekrényes G., Vikár D. és Bán R. 2018. Különböző szójafajták betegségekkel szembeni ellenállósága Magyarországon. *Növényvédelem* 79(54). 45-52.

**BURGONYA-FAJTAJELÖLTEK FITOFTÓRA-
(*PHYTOPHTHORA INFESTANS*) ELLENÁLLÓSÁGÁNAK
VIZSGÁLATA PROVOKÁCIÓS KÍSÉRLETBEN, 2022**

Kovács Blanka^{1*} - Gergely László¹ - Kristó Attila²

¹Nébih Mezőgazdasági Genetikai Erőforrások Igazgatóság

²Nébih Fajtakitermesztő Állomás

*kovacsbl@nebih.gov.hu

Összefoglalás

A burgonyavész (kórokozó: *Phytophthora infestans*) a kedvelt szántóföldi kultúra legnagyobb gazdasági veszteséget okozó betegsége világszerte. Az ellene alkalmazott integrált védelemben a rezisztens burgonyafajtáknak kiemelt jelentősége van. Magyarországon az állami elismeréshez szükséges fajtakísérleteket és -vizsgálatokat a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) végzi. Jelen dolgozatban a gazdaságiérték-vizsgálatok részét képező rezisztenciatesztek közül a fajtajelöltek fitoftóras lombellenállóságának legújabb eredményeit közöljük. 2022-ben 4 hazai nemesítésű burgonya-fajtajelölt (Red River, Hunor, Balatoni sárga, Golden River), 2 standard fajta (Désirée, Agria) és 2 kontroll fajta (Cleopatra, White Lady) szerepelt a vizsgálatban. Egésznövény-fertőzési módszerrel végeztük az inokulációt a fóliasátor alatti kétismétléses, véletlenblokk-elrendezésű, mikroparcellás kísérletben, a Nébih Fajtakitermesztő Állomásán, Monorierdőn. Fertőző anyagként egy lengyel *P. infestans* izolátumot használtunk (MP 1548), amely komplex virulencia-spektrumú (1.3.4.6.7.8.10.11). A mesterséges fertőzést 20-25.000 sporangium/ml töménységű vizes szuszpenzió lombra

permetezésével végeztük el a növények 10-14 leveles korában (30 ml/parcella). A lombfertőzöttség mértélet 1-10-es skálájú bonitálással állapítottuk meg, megbecsülve a megbetegedett levélfelület nagyságát az összes lombfelülethez képest (fertőzött lombfelület %). A vizsgált genotípusok közül a Balatoni sárga és a Golden River fajtajelöltek rezisztensnek bizonyultak lombjukon hiperszenzitív reakcióval (HR), léziók kialakulása nélkül, hasonlóan a rezisztens kontroll White Lady fajtához. Ugyanakkor a nagyon fogékony kontroll fajtán (Cleopatra) 65%-os fertőzöttséget regisztráltunk, erőteljes sporulációval. A Red River fajtajelölt közepes fogékonyságot mutatott (fertőzött lombfelület % (ff%) 22,5)). A két regisztrált fajta (Désirée, Agria), valamint a Hunor fajtajelölt fogékony genotípusként viselkedett, 32,5, 35,0 és 42,5%-os fertőzöttséggel. Mivel a 2009/128 EK irányelv a növényvédőszer-felhasználás jelentős csökkentését írja elő, a rezisztens genotípusok, állami elismerésük esetén, fontos szerepet játszhatnak a burgonya integrált védelmében.

Kulcsszavak: burgonyafajták, rezisztenciavizsgálat, *Phytophthora infestans*, integrált növényvédelem, fajtaminősítés

Abstract

Potato late blight caused by *Phytophthora infestans* is the most devastating disease worldwide. Blight-resistant cultivars may potentially play an important role in the IPM of potatoes. In Hungary, the official VCU (Value for Cultivation and Use) trials aiming the variety registration are carried out by the National Food Chain Safety Office (Nébih) including resistance tests against the major potato diseases. This paper provides the latest results on the foliar resistance of potato candidate varieties to late blight agent. In 2022 four domestic candidate varieties (Red River, Hunor, Balatoni sárga, Golden River), two registered cultivars (Désirée, Agria), and two check cultivars (the highly susceptible Cleopatra and the resistant White Lady) were assessed using a whole-plant inoculation technique under walk-in plastic tunnel, in a microplot trial with

two replications. As an inoculum, a Polish *P. infestans* isolate (MP 1548) with complex race character (1.3.4.6.7.8.10.11) was applied spraying a suspension of 20-25.000 sporangia/ml on the foliage of genotypes at the 12-14-leaf stage. Disease severity was tested on a 1-10 scale of increasing susceptibility estimating the infected leaf area compared with the entire foliage surface (infected leaf area %). Of the genotypes tested Balatoni sárga and Golden River candidate varieties proved to be resistant showing hypersensitive reaction (HR) and no lesions while infection rate of the highly susceptible check cv Cleopatra was 65 % producing intensive sporulation. Candidate variety Red River performed as a mid-susceptible genotype (inf.rate: 22,5%). Additionally, infection rate of the genotypes Désirée, Agria and Hunor were 32,5, 35,0 and 42,5 %, respectively rendering them susceptible varieties. Based on the 2009/128 EK directive aiming a 50 % reduction of pesticide use by 2030, the above-mentioned resistant cultivars, in case of registration, may play an important role in the IPM of potato.

Keywords: potato varieties, testing for resistance, *Phytophthora infestans*, integrated pest management, variety registration

Bevezetés

A burgonyavész (kórokozó: *Phytophthora infestans*) a kedvelt szántóföldi kultúra legnagyobb gazdasági kárral fenyegető, világszerte elterjedt betegsége (Newberry és mtsai., 2016). A kórfolyamatra kedvező mérsékelt meleg, csapadékos időjárás esetén, fogékony fajták állományában, a termésveszteség elérheti a 80-100 %-ot is a teljes lombvesztés és a súlyos gumófertőzés következtében (Gergely, 2004).

Hazánkban az új növényfajták állami elismerését szolgáló fajtakísérleteket és -vizsgálatokat a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) végzi. A burgonya esetében a 2-3 éves gazdaságiérték-vizsgálatok részét képezik a fontosabb betegségekkel szembeni rezisztenciatesztek, melyek szabadföldi fajtakísérletekben, természetes fertőzés nyomán

és/vagy mikroparcellás provokációs kísérletekben folynak. A rezisztenciatesztek közül kiemelt jelentőségű a leromlást okozó vírusbetegségekkel (levélsodródás, Y-mozaik és érnekrozis) szembeni, valamint a burgonyavésszel szembeni ellenálló képesség vizsgálata. Jelen dolgozatunkban a burgonya-fajtajelöltek „fitoftóráss” lombrezisztenciájának legújabb eredményeit adjuk közre.

Anyag és módszer

A rezisztenciavizsgálat anyagát 2022-ben négy hazai (MATE Burgonyakutató Állomás, Keszthely) fajtajelölt, a korai Red River, a középérésű Balatoni sárga, Golden River és Hunor, valamint fogékony kontrollként a holland nemesítésű Cleopatra, rezisztens kontrollként a White Lady fajta képezte. A provokációs kísérletet a Nébih Fajtakitermesztő Állomásán, Monorierdőn állítottuk be. Fertőző anyagként egy lengyel *P. infestans* izolátumot (MP 1548) használtunk, amely az A1 párosodási típust reprezentálja és komplex virulencia-spektrummal bír (1.3.4.6.7.8.10.11), azaz legkevesebb 8 domináns rezisztenciagén (R gén) letörésére képes. Vizsgálati módszerünk az egész növények mesterséges inokulációján alapuló fóliasátras mikroparcellás kísérlet volt, amely 1990 óta részét képezi a Nébih fajtakísérleti módszertanának. A fertőzést 20-25.000 sporangium/ml töménységű vizes szuszpenzió lombra permetezésével végeztük el a növények 12-14 leveles fenológiai stádiumában (30 ml/parcella). A lombfertőzöttség mértékét 1-10-es skálájú bonitálással állapítottuk meg az inokulációt követő 18. napon, amikor fajtánként megbecsültük a megbetegedett levélfelület nagyságát (a léziók kiterjedését) az összes lombfelülethez képest. A rezisztenciaadatokat fertőzött lombfelület %-ban adtuk meg és a genotípusokat 5 rezisztencia-kategóriába soroltuk be a „fitoftóráss” lombfertőzöttségük mértéke alapján (Gergely, 1999).

Eredmények

A rezisztenciavizsgálat eredményét az 1. táblázat tartalmazza. A vizsgált genotípusok közül a Balatoni sárga és a Golden River 2. éves fajtajelöltek bizonyultak a legellenállóbbnak, mivel a rezisztens kontrollhoz (White Lady) hasonlóan hiperszenzitív reakcióval (HR) válaszoltak a fertőzésre. A HR okozta kis szövetelhalások (nekrózis) megakadályozták a kórokozó továbbterjedését és ezzel betegség kialakulását a rezisztens növényben. A legnagyobb fertőzöttséget a fogékony kontrollnál (Cleopatra) regisztráltuk ($ff\% = 65,0$), melynek lombzatán gyorsan terjedő léziókat és intenzív sporulációt észleltünk. A Red River fajtajelölt közepes fogékonyságot (3) mutatott, miközben a Désirée és Agria fajta, valamint a Hunor fajtajelölt fogékony genotípusként (4) viselkedett (1. táblázat).

1. táblázat Burgonya-genotípusok fitoftórás lombfertőzöttsége és rezisztenciakategóriája provokációs kísérletben, 2022 (Monorierdő)

Genotípus	Származás (ország)	Regisztráció éve	Lombfertőzöttség (fertőzött lombfelület %)	Rezisztencia kategória (1 – 5)	
Cleopatra	FK	NL	1987	65,0	5
Désirée	St	NL	1972	32,5	4
Agria	VK	DE	1992	35,0	4
Red River	fj.(1)	HU	-	22,5	3
Hunor	fj.(1)	HU	-	42,5	4
Balatoni sárga	fj.(2)	HU	-	0,0 *	1
Golden River	fj.(2)	HU	-	0,0 *	1
White Lady	RK	HU	1994	0,0 *	1
Kísérleti átlag	-	-	-	24,7	2,9

Jelmagyarázat: FK= fogékony kontroll, VK= virológiai kontroll, RK= rezisztens kontroll, St= standard fajta fj. (1) és fj. (2)= 1. és 2. éves fajtajelöltek, * = hiperszenzitív reakció (HR)
Rezisztenciakategória: 1= rezisztens, 5= nagyon fogékony

Eredmények értékelése

A korábban elvégzett provokációs kísérleteinkben (1990-2001) a White Lady fajta az időszak végén is megőrizte magas szintű rezisztenciáját, ugyanakkor a korai standard Cleopatra fajta

következésképpen nagyon fogékonyak bizonyult az egymástól távoli évjáratokban (Gergely és mtsai., 2003 a). Egy 3 éves szabadföldi provokációs kísérletben igazoltuk, hogy a White Lady fajta horizontális típusú szántóföldi ellenállóságot is hordoz, mivel a fajtasor legellenállóbb genotípusának bizonyult a 258-as AUDPC-értékével, szemben az Adora fajtával, amely 1427-es értékkel a legnagyobb fogékonyságot mutatta (Gergely, 2003b). A hazai rezisztenciára nemesítés további kimagasló eredménye a Sárpo Mira fajta (nemesítő: Sárvári István), melyet számos külföldi szabadföldi kísérletben rezisztens kontrollként alkalmaznak magas szintű és tartós fitoftóra-ellenállósága okán (Plich és mtsai., 2015; Campbell és mtsai., 2019). A Sárpo Mira kiemelkedő fitoftóra-rezisztenciájának *genetikai hátterét* vizsgálva Rietman és munkatársai (2012) megállapították, hogy a fajta a főgének (R gének) egybeépítése (ún. piramidálása) révén legkevesebb 5 domináns rezisztenciagént hordoz! A *Solanum demissum* eredetű R3a, R3b és R4 gének, valamint az Rpi-Smira1 gén a vertikális típusú, míg egy újonnan felfedezett gén, az Rpi-Smira2 a horizontális típusú ellenállóságot szabályozza. Ez a *széles genetikai bázis* a magyarázata a Sárpo Mira tartós fitoftóra-ellenállóságának, amely napjainkig a kórokozó *valamennyi rasszával szemben védelmet biztosít!* A fejlődő országok termelőinek különösen fontos a tartós ellenállóságot hordozó fajták használata. A szántóföldi rezisztenciát mutató mexikói burgonyafajták 40 éven át (!) megőrizték fitoftóra-ellenállóságukat, vagyis a védelem tartósnak bizonyult az ivaros kölcsönhatásoknak kitett környezetben is (Grünwald és mtsai., 2002).

Egy tízéves (2004-2015) holland kutatási projekt keretében a burgonyavész elleni tartós ellenállóság kifejlesztésén dolgoztak a ciszgenézis módszerének alkalmazásával és négy burgonyafajta, köztük a fitoftórára fogékony Désirée és Bintje transzformálását végezték el vad *Solanum* fajokból származó 1-3 R-gén felhasználásával (Haverkort és mtsai., 2016). Ezek az eredmények nagyban hozzájárulhatnak a burgonya integrált védelmének fejlesztéséhez.

Irodalom

- Campbell, H., Wale, S., Jessiman, I., Nevison, I., Vernon, T. and Lees, A. 2019. Research Project Report, Independent Variety Trials 2018, Report No. 2019/12. AHDB.
- Gergely L. 1999. Burgonyafajták lomb- és gumóellenállósága a burgonyavésszel (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) szemben. *Növényvédelem* 35. 307-310.
- Gergely, L., Lönhárd, M. and Proksza P. 2003a. Durability of dual resistance of potato varieties to late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) and common scab (*Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waksman et Henrici). *Acta Phytopath. Entom. Hung.* 38. 1-6.
- Gergely, L. 2003b. Field resistance of registered potato cultivars to late blight agent, *Phytophthora infestans*. *Georgikon for Agriculture* 14(2). 69-77.
- Gergely L. 2004. Burgonyafajták rezisztenciavizsgálata fitoftóra- (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) fertőzéssel szemben és egyes környezeti tényezők hatása a betegség-ellenállóságra. PhD értekezés, Veszprémi Egyetem 94.
- Grünwald, N. J., Romero Montes, G., Lozoya Saldana, H., Rubio Covarrubias, O. A. and Fry, W. E. 2002. Potato late blight management in the Toluca valley: Field validation of SinCast modified for cultivars with high field resistance. *Plant Disease* 86. 1163-1168.
- Haverkort, A. J., Boonekamp, P. H., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L. A. P., Kessel, G. J. T., Vossen, J. H. and Visser, R. G. F. 2016. Durable late blight resistance in potato through dynamic varieties obtained by cisgenesis: scientific and societal advances in the DuRPh project. *Potato Research* 59(1). 35-66.
- Newberry, F., Qi, A. and Fitt, B. D. 2016. Modelling impacts of climate change on arable crop diseases: progress, challenges and applications. *Current opinion in plant biology* 32. 101-109.
- Plich, J., Tatarowska, B., Lebecka, R., Sliwka, J., Zimnoch-Guzowska, E. and Flis, B. 2015. R-like gene contributes to resistance to *Phytophthora infestans* in Polish potato cultivar Bzura. *Am. J. Potato Res.* (online publ. DOI 10.1007/s 12230-015-9437-9)

Rietman, H., Bijsterbosch, G., Cano, L. M., Lee, H. R., Vossen, J. H., Jacobsen, E., Visser, R. G. F., Kamann, S. and Vleeshouwers, V. G. A. A. 2012. Qualitative and quantitative late blight resistance in the potato cultivar Sarpo Mira is determined by the perception of five distinct Rx RL effectors. *Mol. Plant-Microbe Interactions* 25(7). 910-919.

**A BURGONYA LOMBFITÓFTÓRÁVAL (*PHYTOPHTHORA*
INFESTANS (MONT.) DE BARY) SZEMBENI REZISZTENCIA
NEMESÍTÉSI TÖREKVÉSEK ÉS EREDMÉNYEK A MATE
BURGONYAKUTATÓ ÁLLOMÁSÁN**

Wolf István - Polgár Zsolt*

MATE Burgonyakutató Állomás, Keszthely

**wolf.istvan@uni-mate.hu*

Összefoglaló

A súlyos járványokat okozó burgonyavész (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary kórokozója ellen a leghatékonyabb védekezési mód, ha maga a növény ellenálló a kórokozóval szemben. A MATE Burgonyakutató Állomása évtizedek óta számos vad *Solanum* faj bevonásával folytat fitoftóra rezisztencia-nemesítési munkát. Kísérleteinkben a nemesítési programban használt szülői vonalak rezisztencia örökítési hatékonyságát utódaik EUCABLIGHT módszertan szerinti kisparcellás szántóföldi kísérleteivel, míg a fajtajelöltek és fajták rezisztencia szintjének meghatározását üvegházi, teljes növényeken végzett mesterséges fertőzéssel határoztuk meg. Eredményeink alapján a kísérletben vizsgált genotípusok 17,8 %-a erősen fogékonyak, 35,7 %-a közepesen fogékonyak, 9,5 %-a mérsékelt rezisztensnek, 25,0 %-a közepesen rezisztensnek és 12,0 %-a magasan rezisztensnek bizonyult. A szülői vonalak közül a Sárpo Mira, White Lady, FH 97.021.02 és a 01.739 szülők örökítik legnagyobb valószínűséggel a fitoftórával szembeni rezisztencia géneket. Ezeknek a szülőknek az intenzív használata indokolt a keresztezési programban. Vizsgálatainkban meghatároztuk 7 fajta és két fajtajelölt fitoftóra

rezisztenciaszintjét, aminek alapján integrált védekezési javaslatot fogalmaztunk meg a termelők számára.

Kulcsszavak: burgonyavész, rezisztencia nemesítés, vad *Solanum* fajok, szülői vonalak, rezisztenciaszint, védekezési javaslat

Abstract

The most effective protection against the pathogen of potato late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), which causes serious epidemics, is if the plant itself is resistant to the pathogen. The MATE Potato Research Station has been carrying out phytophthora resistance breeding program involving several wild *Solanum* species for decades. In our experiments, the resistance inheritance efficiency of the parental lines used in the breeding program was determined by small-plot field trials of their offspring according to the EUCABLIGHT methodology, while the determination of the resistance level of the variety candidates and released varieties was determined by artificial infection of whole plants in greenhouse experiment. Based on our results, 17.8% of the genotypes examined in the experiment were highly susceptible, 35.7% were moderately susceptible, 9.5% were slightly resistant, 25.0% were moderately resistant and 12.0% were highly resistant. Among the parental lines, Sárpo Mira, White Lady, FH 97.021. 02 and 01.739 are most likely inherit the resistance genes to phytophthora. The intensive use of these parents in the breeding program is advised. In our tests, we determined the phytophthora resistance level of 7 varieties and two variety candidates, based on which we formulated an integrated plant protection proposal for growers.

Keywords: late blight, resistance breeding, wild *Solanum* species, parental lines, resistance level, plant protection proposal

Bevezetés

A burgonyavész kórokozója a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary tragikus hírnevet szerzett magának az emberiség történelmében. Ennek legsúlyosabb példája a XIX. század közepén Írorszáiban bekövetkezett járvány, amely több, mint egymillió ember éhhalálát és ugyanannyi ember kivándorlását okozta.

A kórokozó genetikai és morfológiai jellemzői alapján nem sorolható a valódi gombák közé, néhány tulajdonsága alapján közelebb áll a moszatokhoz („moszatgomba”). Mind ivartalan (zoosporangium és zoospóra), mind ivaros szaporodásra képes. Az ivaros szaporodáshoz két párosodási típus (A1 és A2) egyidejű jelenléte szükséges (heterotallikus). Az ivaros szaporodás eredményeként oospóra (petespóra) jön létre. Európában a '80-as éveket megelőzően nem volt tudomásunk az A2 párosodási típus jelenlétéről, előfordulását a '80-as évek közepén Svájcban írták le először (Hohl és Iselin, 1984). Magyarországon Bakonyi és Érsek mutatták ki egy 1996-ban gyűjtött mintából (Bakonyi és Érsek, 1997). Későbbi munkáikban burgonyából és paradicsomból gyűjtött izolátumok között az A2 párosodási típus dominanciáját mutatták ki (Bakonyi és mtsai., 1998). Az ivaros szaporodás és az ezzel járó rekombináció lehetősége a kórokozó ökológiája, a növényvédő-szeres védekezés (fungicid-rezisztencia) és a rezisztencia-nemesítés szempontjából is fontos következményekkel jár. Az ivaros szaporodásnak is köszönhetően mára egy új, agresszív, komplex virulenciájú fitoftóra populáció alakult ki, kiszorítva a régi, ivartalan szaporodás következtében homogénebb populációt.

A burgonyavész ellen agrotechnikai, kémiai és genetikai módszerek együttes alkalmazásával védekezhetünk. A kémiai védekezés korlátait a fungicid rezisztencia (pl. fenilamid-rezisztencia) kialakulása, a növényvédő szer hatóanyagok kivonása, ökonómiai, környezetvédelmi és élelmiszerbiztonsági szempontok jelentik. A felsorolt szempontokat figyelembe véve a leghatékonyabb módszer kétségtelenül a genetikai védekezés (rezisztenciára nemesítés).

Az írországi járványt követő időszakban kezdődött el a kórokozóval szembeni rezisztenciára nemesítés, elsősorban a *Solanum demissum* vad fajban található hiperszenzitív reakciót kiváltó domináns rezisztenciagének (R_{pi}) beépítésével (Black és mtsai., 1953). A mai napig 11 *S. demissum*-ból származó R-gén azonosítottak. Ennek a vertikális rezisztenciának a gyenge pontját az jelenti, hogy a fitoftóra populációban gyorsan megjelennek olyan rasszok, amelyek az adott R-gén(ek) letörésére és így járvány kialakítására képesek. Az elmúlt években több, mint 70 más *Solanum* fajból származó rezisztencia gént írtak le (Paluchowska és mtsai., 2022). A rezisztenciát letörő rasszok megjelenése miatt a nemesítők a tartós rezisztencia elérése érdekében több R gén egy genotípusba való beépítésére, illetve magas fokú horizontális rezisztencia kialakítására törekednek. A horizontális rezisztencia több úgynevezett kis „r gén” kölcsönhatásának eredménye és együtt járhat a vertikális (R-génes) rezisztenciával is.

A MATE Burgonyakutató Állomása nemesítési programjában a kezdetektől fogva szerepelt a fitoftóra elleni rezisztencianemesítés. A programban szereplő, fitoftóra rezisztenciagént hordozó *Solanum* fajok a következők: *S. bulbocastanum*, *S. demissum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. hougasii*, *S. tarnii*, *S. tuberosum ssp. andigenum* és *ssp. tuberosum*. A sikeres rezisztencia nemesítés feltétele a rezisztencia/fogékonyság szintjének megbízható meghatározása a szülőpartnerekben és egyéb nemesítési vonalakban. A rezisztencia/fogékonyság mértékének vizsgálatára leválasztott levél tesztet, illetve teljes növény mesterséges fertőzését használjuk, mindkét esetben ismert rasszkarakterű izolátummal. A természetes populációval szembeni ellenállóságot négyismétléses kisparcellás kísérletben határozzuk meg. Kísérleteinkben 19 különböző szintű fitoftóra rezisztenciával rendelkező szülői vonal keresztezésével előállított 13 populáció egyedeit értékeltük üvegházi teszt kísérletben, illetve elvégeztük 9 saját nemesítésű fajta és fajtajelölt fitoftóra rezisztenciájának meghatározását. Az eredményekből következtettünk a szülők fitoftóra rezisztencia örökítési

hatékonyságára, illetve termesztéstechnológiai ajánlásokat dolgoztunk ki a fajták gyakorlati termesztésben való növényvédelméhez.

Anyag és módszer

Kisparcellás kísérletek

A nemesítési vonalakat és szülőpárokat az EUCABLIGHT (EUROBLIGHT, late blight network for Europe) által ajánlott, parcellánként öt növényt tartalmazó négyismétléses kísérletben vizsgáltuk. A vizsgált genotípusokat tartalmazó sorokat közepes fogékonyságú fajtával elültetett puffer sorok választották el. A kísérletben a vizsgált genotípusok mellett a módszertani ajánlásban szereplő, ismert fogékonyságú standard fajtákat ültettünk el. A kísérleti területen a fertőzésre kedvező körülmények kialakítása érdekében szükség szerint 20 mm-es adagokban mikroszórófejes öntözést alkalmaztunk. Gombaölő szerez kezelést nem végeztünk. A kísérleteket 2008 és 2022 között végeztük. Az egyes évek eredményeinek összehasonlíthatósága miatt a rezisztencia/fogékonyság mértékét a betegség előrehaladási görbe alatti terület (AUDPC, area under disease progress curve), illetve a relatív AUDPC (rAUDPC) értékeivel fejeztük ki. A kísérletben alkalmazott standard fajták és azok fogékonysága az 1-9 skálán (1 = fogékony, 9 = rezisztens): Gloria 2,2, Eersteling 2,2, Bintje 2,9, Escort 7, White Lady 7, Vénusz Gold 8, Alpha 3,8, Sárpo Mira 9, Robijn 6.

Teljes növény fertőzése

A nemesítési programban használt szülőpárok utódainak rezisztenciáját (rezisztencia örökítési hatékonyság) 2016-2017-ben üvegházban, teljes növények mesterséges fertőzésével határoztuk meg. A használt izolátum rasszkaraktere: 1,2,3,4,5,6,7,10,11, az inokulum koncentrációja 15.000 sporangium/ml volt.

Eredmények értékelése

Szülőpárok értékelése

A vizsgált hasadó populációkban a rezisztens utódok aránya 0 % és 81,8 % között változott (1. táblázat).

1. táblázat Burgonya szülőpárok rezisztencia-örökítési képessége ivvegházi tesztben

Szülőpartnerek		Rezisztens/fogékony utódok (%)
Kastia	01.1395.01	12,5/87,5 (n=25)
Cmm 16	01.626	0/100 (n=11)
00.483	97.1011	27,5/72,5 (n=40)
17	97.1011	67/33 (n=28)
02.08	01.1395.01	51/49 (n=37)
151	01.1395.01	6,9/93,1 (n=145)
7/27	01.739	40,7/59,3 (n=54)
J101K23	01.635	75/25 (n=4)
01.217	FH.97.021.02	81,8/18,2 (n=26)
White Lady	FH.97.021.02	42,9/57,1 (n=126)
7/1	97.1011	37,5/62,5 (n=11)
White Lady	Sharpo Mira	46,8/53,2 (n=62)
139	01.739	86/14 (n=28)

A kapott eredmények alapján a Sárpo Mira, a White Lady, az FH 97.021.02 és a 01.739 szülők örökítik legnagyobb valószínűséggel a fitoftórával szembeni rezisztencia gének. Ezeknek a szülőknek az intenzív használata indokolt a keresztezési programban.

Kisparcellás kísérletek

A szántóföldi kisparcellás kísérletben a vizsgált 8 éves időszakban 84 genotípus (nemesítési vonal, fajtajelölt, fajta és szülőpár) rezisztenciáját/fogékonyágát határoztuk meg. A rezisztencia/fogékonyág mértékét 1-9-es skálán fejeztük ki. A genotípusokat öt csoportba soroltuk az alábbiak szerint: 1-2 fogékony, 3-4: közepesen fogékony, 5: mérsékelten rezisztens, 6-7: közepesen rezisztens, 8-9: rezisztens.

A vizsgált nemesítési vonalak (genotípusok) 17,8 %-a fogékonyak, 35,7 %-a közepesen fogékonyak, 9,5 %-a mérsékelten rezisztensnek, 25,0 %-a közepesen rezisztensnek és 12,0 %-a rezisztensnek bizonyult.

A nemesítési folyamatban a burgonyavésszel szembeni rezisztencia csak az egyik, és nem is a legfontosabb szelekciós szempont. A termőképesség és termésstabilitás, beltartalmi érték, étkezési minőség, más károsítókkal és abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóképesség szintén lényeges szempont. Ez a kompromisszum-kényszer az oka annak, hogy a kiválasztott fajtajelöltek, illetve az államilag minősített keszthelyi nemesítésű burgonyafajták eltérő burgonyavésszel szembeni rezisztenciával rendelkeznek. A rezisztencia-vizsgálatok ezért nem csupán a szelekciós munka szempontjából, hanem a hatékony, előrejelzést alkalmazó, fajtaspecifikus növényvédelmi technológiai ajánlások elkészítése szempontjából is fontosak. A MATE Burgonyakutató Állomása ezért valamennyi elismert fajtáját és fajtajelöltjét a fenti fogékonysági kategóriákba sorolja (2. táblázat) és ezek alapján ad védekezési javaslatot (3. táblázat).

2. táblázat Keszthelyi nemesítésű burgonyafajták rezisztenciája a lombfótoftórával szemben

Fajta	A fogékonyság mértéke az 1-9 skálán
Vénusz Gold	8
White Lady	7
Balatoni rózsza	5
Botond	3
Démon	5
Katica	4
Arany Chipke	4
Balatoni sárga (09.688)	4
10.437	6

3. táblázat Lombfitofóra elleni védekezési javaslat a fajta rezisztenciájának függvényében

Rezisztenciaszint	Technológiai ajánlás
1-2 = fogékony	A védekezést a lombzáródás előtt meg kell kezdeni, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. Az első kezelést célszerű szisztemikus szerrel végezni.
3-5 = közepesen fogékony	A védekezést lombzáródás előtt meg kell kezdeni. Ha az előrejelző program erős fertőzési veszélyt jelez, szisztemikus növényvédő-szert kell alkalmazni. Ha a fertőzésveszély mérsékelt alkalmazható kontakt hatóanyag.
6-7 = közepesen rezisztens fajta	Az első védekezést kontakt növényvédő-szerrel a lombzáródást követően akkor kell elvégezni, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. A későbbiekben a veszélyzetettségi szinttől függően kontakt vagy szisztemikus hatóanyag használható.
8-9 = rezisztens fajta	A tenyészidőszak első felében akkor sem igényel védelmet, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. A tenyészidőszak második felében (augusztus-szeptember) legalább egyszer, erős fertőzési veszély esetén két alkalommal kontakt (lehetőleg réztartalmú) hatóanyaggal kell védekezni. Az R-génes rezisztenciával rendelkező fajtákon jelölést kell alkalmazni: RG. Ha az így jelölt fajtáknál az első tünetek megjelennek, szisztemikus + kontakt hatóanyag kombinációval kell védekezni. A továbbiakban a védekezést a fogékony (4-5) fajtára előírt technológia szerint kell végezni.

Irodalom

- Bakonyi, J. and Érsek, T. 1997. First report of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* on potato in Hungary. *Plant Dis.* 81. 1094.
- Bakonyi, J., Laday, M., Dula, T. and Érsek, T. 1998. Characterisation of *Phytophthora infestans* isolates from Hungary. *Acta Phytopath. et Entomol. Hung.* 33. 49-54
- Black, W., Mastenbroek, C., Mills, W. R. and Peterson, L. C. 1953. A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. *Euphytica* 2. 173-179.
- Hohl, H. R. and Iselin, K. 1984. Strains of *Phytophthora infestans* from Switzerland with A2 mating type behaviour. *Transactions of the British Mycological Society* 83. 529-530.
- Paluchowska, P. Śliwka, J. and Yin, Z. 2022. Late blight resistance genes in potato breeding. *Planta* 255. <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03910-6>

IMPORTÁLT KÓROKOZÓK JELENTŐSÉGE AVOKÁDÓN (*PERSEA AMERICANA* HASS.)

Szendrei Lilla* - Petróczy Marietta - Ágoston János - Tóth Annamária

MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék

*szendrei.lilla22@gmail.com

Összefoglalás

Az importált gyümölcsökkel és zöldségfélékkel számos kórokozó is érkezik. A trópusi területekről származó avokádó (*Persea americana* Hass.) hazánkban is nagy népszerűségnek örvend, azonban a boltok polcain gyakran megfigyelhetünk rajtuk növénypatogének okozta elváltozásokat. Célul tűztük ki a kórokozók azonosítását morfológiai jellemzők és az ITS genomi régió DNS-szekvenciája alapján. A terméseken *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phomopsis* fajok jelenlétét igazoltuk.

Kulcsszavak: *Persea americana*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp.

Abstract

Many pathogens could arrive with imported fruit and vegetables. Avocados (*Persea americana* Hass.) from tropical areas are very popular in Hungary, but often show symptoms caused by plant pathogens. We aimed to identify pathogens based on morphological characteristics and partial sequence of the ITS genomic region. We confirmed the presence of *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phomopsis* species on the fruits.

Keywords: *Persea americana*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp.

Bevezetés

Az avokádót (*Persea americana* Mill.) a világ trópusi, szubtrópusi területein termesztik több, mint 700.000 hektáron (FAO, 2021). A gyümölcsöt éretlenül szüretelik, azonban feltehetően a gyümölcsrothadásért felelős kórokozók már ekkor jelen vannak a termésen vagy a termésben. Az érés során bekövetkező kémiai és fiziológiai változások, illetve az antifungális molekulák csökkenésének hatására jelennek meg a tünetek (Hartill és Everett, 2002). A szakirodalomból számos gyümölcsrothadást előidéző kórokozó ismert az avokádó kapcsán, közülük a legjelentősebbek a *Colletotrichum*, *Phomopsis* nemzetséghez és a *Botryosphaeriaceae* családnhoz tartozó fajok (Ramírez-Gil és mtsai., 2021; Valencia és mtsai., 2019). Célul tűztük ki az importált avokádón megjelenő kórokozók azonosítását morfológiai és molekuláris módszerek segítségével.

Anyag és módszer

A termések, melyeken kórtani elváltozást figyeltünk meg, hazai szupermarketekből, kiskereskedelemről, piacokról származtak. A kórokozókat először a szaporítóképletek morfológiája alapján jellemeztük, vizsgáltuk a konídiumok keletkezésének helyét, módját, sejtszámát, színét, méretét és alakját. A kórokozókat a termések szövetéből, illetve a gyümölcsök felszínén megjelenő szaporítóképletekből egyaránt izoláltuk burgonya dextróz agar (PDA) táptalajon. Jellemeztük a tiszta tenyészetek általános morfológiai tulajdonságait: a tenyészetek alakját, színét, mintázottságát, felszínét és a szaporító képletek képződését.

Az izolált kórokozók megbetegítő képességének igazolására patogenitási tesztet végeztünk. A fertőtlenített gyümölcsöket 5 mm-es micélium korongokkal inokuláltuk, míg a kontroll gyümölcsökre steril PDA korongokat helyeztünk. Jelen tanulmányban csak olyan izolált kórokozókat mutatunk be, melyek esetén a Koch posztulátumok teljesültek.

A polimeráz láncreakció (PCR) során az ITS régió egy szakaszát amplifikáltuk (ITS1 és ITS4 primerpárokkal). A célszekvenciát a BaseClear B.V. (Leiden, Hollandia) céghez küldtük közvetlen szekvencia meghatározásra. A szekvenciák szerkesztéséhez, illetve összehasonlításához CLC Sequence Viewer 7 (CLC Bio) programot használtunk. A kórokozó azonosításához az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel.

Eredmények

Az avokádó antraknózisa

A gyümölcs epidermiszén sötét színű, kör alakú foltok jelentek meg, melyek idővel besüppedtek. Az acervuluszokból rózsaszínes-narancssárga masszaként törtek elő az egysejtű, hialin, henger alakú konídiumok (19,2x4,9 μm). A gyümölcs belső szövetében rothadás tapasztaltunk. A P21-es izolátum tenyészeté kezdetben gyors növekedésű, szabálytalan kör alakú volt. A tenyészet felszínén krémféher színű légmicélium képződött, a leoltási pont körül narancssárga színű konídium massa jött létre. A morfológiai és a molekuláris vizsgálat eredménye alapján az izolált kórokozó a *Colletotrichum gloeosporioides* fajkomplex tagja.

Az avokádó fuzáriumos gyümölcsrothadása

A kocsány körül az epidermisz elbarnult, a belső szövetek puhultak, rothadtak. A P09-es izolátum tenyészetének felszínén laza szerkezetű légmicélium képződött, melyek színe a krémféher színtől a lila színig változott. A kórokozó egysejtű, hialin, henger alakú mikrokonídiumokat (6,8x2,3 μm) és többsejtű, ívelt makrokonídiumokat (20,2x2,8 μm) képzett. A nukleotid sorrend meghatározását követően, az NCBI nemzetközi adatbázisban található szekvenciákkal összevetve a P09-es izolátum szekvenciáját, a kórokozót *Fusarium proliferatum*-ként azonosítottuk.

Az avokádó alternáriás gyümölcsrothadása

Az éretlen gyümölcs epidermiszén különböző átmérőjű, kerek, barna színű foltokat figyeltünk meg, melyek a gyümölcs érésével egybeolvadtak az érett gyümölcs epidermiszének színével. A gyümölcsszövet barnult, rothadt. A P30-as izolátum gyors növekedésű, szabálytalan kör alakú volt, tömör barna színű légmicéliumot képzett, a tenyészet növekvő széle fehér színű volt. A tenyészetekben jellegzetes, az *Alternaria* nemzetségre jellemző konídiumok képződtek. A kórokozó pontosabb, faj szintű molekuláris meghatározása folyamatban van.

Az avokádó fomopszisos gyümölcsrothadása

Az éretlen gyümölcs epidermiszén kerek, barna színű foltokat figyeltünk meg, melyek a gyümölcs érésével egyszínűvé váltak az érett gyümölcs epidermiszének színével, azonban körülöttük zöld gyűrű alakult ki. A gomba micéliuma megjelent a gyümölcs kocsány körüli részén. A belső szövetben barnulást, rohadást alakult ki. A P02-es izolátum tenyészet gyors növekedésű volt, a telepek szegélye ép, felszínén tömör, krémfehér színű légmicéliumot képzett. A tenyészetben koncentrikus körökben képződő piknidiumokat figyeltünk meg. A konídiumok (7,4x2,2 µm) hialinok, henger alakúak voltak. A P02-es izolátumot a molekuláris vizsgálat a *Phomopsis* nemzetségbe sorolta. Faj szintű meghatározásához másik régió vizsgálata szükséges.

Az avokádó botrioszfériás gyümölcsrothadása

Az éretlen gyümölcs epidermiszén kisebb méretű, barna színű foltokat figyeltünk meg, melyek a gyümölcs érésével egybeolvadtak az érett gyümölcs epidermiszének színével. A foltokban a gyümölcs epidermisze puhult, majd idővel a gomba micéliuma is megjelent. A gyümölcs belső szövetében barnulást, rohadást figyeltünk meg. A P29-es izolátum tenyészet gyors növekedésű volt, kezdetben a világos szürke színű telepet képzett, melyen idővel sötétszürke színű, bolyhos légmicélium jelent meg. A kórokozót tenyészbélyegek alapján *Botryosphaeria* fajként

valószínűsítjük, a kézirat elkészültéig a gomba konídiumokat nem képzett, a molekuláris vizsgálatok folyamatban vannak.

Eredmények értékelése

Az vizsgálat során *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Botryosphearia* gombafajokat izoláltunk importált avokádó gyümölcsből. A kórokozók a külföldi szakirodalmakból ismertek. A *C. gloeosporioides* fajkomplexbe tartozó fajok gyakori kórokozói a trópusi, szubtrópusi növényeknek (Sharma és mtsai., 2017). A *Fusarium proliferatum* gombfaj hazánkban zab bugafuzáriózist okozza, de humánpatogénként is azonosították már (Molnár, 2016; Sun és mtsai., 2018).

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és innovációs minisztérium ÚNKP-22-3-i kódszámú új nemzeti kiválóság programjának a nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom

Hartill, W. F. T. and Everett, K. R. 2002. Inoculum sources and infection pathways of pathogens causing stem-end rots of 'Hass' avocado (*Persea Americana*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30(4). 249-260.

Molnár, O. 2016. *Fusarium proliferatum* causing head blight on oat in Hungary. *European Journal of Plant Pathology*

National Food and Agriculture Organization of the United States 2021 Major Tropical Fruits: Market review 2020. Rome

Ramírez-Gil, J. G., Henao-Rojas, J. C. and Morales-Osorio, J. G. 2021. Postharvest diseases and disorders in avocado cv. Hass and their relationship to preharvest management practices. *Heliyon* 7. e05905.

Sharma, G., Maymon, M. and Freeman, S. 2017. Epidemiology, pathology and identification of *Colletotrichum* including a novel species associated with avocado (*Persea americana*) anthracnose in Israel. *Scientific Reports* 7. 15839.

Sun, S., Lui, Q., Han, L., Ma, Q., He, S., Li, X., Zhang, H., Zhang, J., Liu, X. and Wang, L. 2018. Identification and Characterization of *Fusarium proliferatum*, a New Species of Fungi that Cause Fungal Keratitis. *Scientific Reports* 8. 4859.

Valencia, A. L., Gil, P. M., Latorre, B. A. and Rosales, I. M. 2019. Characterization and Pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* Species Obtained from Avocado Trees with Branch Canker and Dieback and from Avocado Fruit with Stem End Rot in Chile. *Plant Disease* 103. 996-1005.

HAZAI SZŐLŐÜLTETVÉNYEK VIROLÓGIAI VIZSGÁLATA

Takács András Péter - Horváth Ádám - Kormos Éva - Pásztor György*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*takacs.andras.peter@uni-mate.hu

Összefoglalás

A vírusfertőzések hatására a szőlő környezeti tényezőkkel szembeni ellenállóképessége és a terméshozama csökken, romlik a termés minősége, ezáltal jelentős gazdasági károk keletkezhetnek, amely függ a fajta fogékonyságától, a termőhely adottságaitól és a termesztéstechnológiától. Vizsgálatunk célja néhány Mátrai és a Badacsonyi borvidéken található szőlőültetvény vírusfertőzöttségének szerológiai módszerekkel történő meghatározása volt. A kísérletben szereplő ültetvényekben a GLRaV-1, a GLRaV-2 és a GFkV volt a leggyakoribb. Eredményeink alátámasztják, hogy Magyarországon a GLRaV-1, GLRaV-2 és a GFkV a domináns a szőlővírusok között. A mintákban néhány esetben GLRaV-3, GLRaV-6 és a GLRaV-7 jelenlétét igazoltuk. A komplex, egy időben jelenlévő fertőzések meghatározó szerepet tölthetnek be a tőkék leromlásában és pusztulásában.

Kulcsszavak: szőlő, vírus, GLRaV, DAS ELISA

Abstract

The yield and quality of grapes depend significantly on abiotic and biotic factors. Viral infections can cause significant economic damage, which depends on the susceptibility of the variety, the growing area and the cultivation technology. The purpose of our study was to

determine the natural virus infection of some vineyards in the Mátra and Badacsony wine regions using serological methods. GLRaV-1, GLRaV-2 and GFkV were the most common in the investigated plantations. Our results confirm that GLRaV-1, GLRaV-2 and GFkV are dominant among grapevine viruses in Hungary. In some cases, the presence of GLRaV-3, GLRaV-6 and GLRaV-7 was confirmed in the samples. Complex infections present at the same time can play role in destruction of vine stocks.

Keywords: grapevine, viral diseases, GLRaV, DAS ELISA

Bevezetés

Magyarország mezőgazdaságának egyik legrégebbi, több évszázados múltra visszatekintő jelentős hagyományokkal rendelkező területe a szőlészeti és borászati tevékenység. A KSH adatai szerint 2021-ben az összes szőlőterület 62 683 hektár volt. Bár az utóbbi években a szőlő termőterületének csökkenése már lassuló tendenciát mutat, de húsz évre visszatekintve ez közel harmadával kevesebb művelt területet jelent a 2001-es adatokhoz képest. Ez főként a borvidéken kívüli ültetvények visszaszorulását jelentette.

A szőlőtermesztésben a különböző kórokozók (gombák, baktériumok és vírusok) megjelenésének következménye a tőkeleromlás és elhalás (Lehoczky és mtsai., 1992). Hatására csökken a terméshozam, romlik a minőség, a bogyók nem tudnak megfelelően beérni, ezért a fertőzött bogyókban a kívánt cukor-sav arány nem lesz megfelelő és ez kihat a bor minőségére, amely számottevő veszteséggel járhat. A gazdasági kár elérheti akár a 80%-ot is, ami függ a fajta fogékonyságától, a termőhely adottságaitól és a termesztéstechnológiától (Lázár és mtsai., 1994).

Vizsgálatunk célja a Mátrai és a Badacsonyi borvidék egyes szőlőültetvényeiben leggyakrabban előforduló vírusok azonosítása szerológiai módszerek alkalmazásával.

Anyag és módszer

Az első mintavételi terület a Mátrai borvidéken Nógrád megyéhez tartozik, közigazgatásilag Pásztó-Hasznos település határában helyezkedik el. Itt nem művelt és művelt ültetvényekből gyűjtöttünk levélmintákat. A Badacsonyi borvidéken a vizsgált ültetvény a Málík Pincészethez tartozik és közvetlenül a Rózsakő alatt helyezkedik el.

A vírusok koncentrációja a növényben nem állandó, mindezt jelentősen befolyásolja a külső környezet (elsősorban a nagy meleg) és a szőlő fenológiai stádiuma (Apró és mtsai., 2012). A Mátrai borvidéken, Pásztó-Hasznos területen 2021. június 14-én, Badacsonyban pedig június 19-én a virágzás kezdete körüli időszakban történt a mintavétel. Az idősebb levelekben a vírus koncentrációja magasabb, ezért a tüneteket mutató levélmintákat a lombzat alsó harmadából gyűjtöttük.

A szőlő látens foltosság vírus (*Grapevine fleck virus*, GFkV), és a szőlő levélsodródás vírus (*Grapevine leafroll-associated virus-1, -2, -3, -6, -7*, GLRaV-1, -2, -3, -6, -7) jelenlétét DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich - Enzyme-linked Immunosorbent Assay) szerológiai módszer segítségével határoztuk meg (Clark és Adams, 1977). Pozitívnak tekintettük azokat a mintákat, amelyek extinkciós értéke meghaladta a negatív kontroll extinkciós értékének a háromszorosát.

Eredmények

A Mátrai borvidék nem művelt mintavételi helyén 21 db levélmintából 17 db esetben igazoltuk valamely keresett kórokozó jelenlétét (a minták 80,9%-a). Apró és munkatársai (2012) korábbi hazai vizsgálatai alapján a *Grapevine fleck virus* (GFkV) az egyik legelterjedtebb szőlővírus, amelyet ezen eredményeink is megerősítenek. A GFkV a minták 76,2%-ában (16 minta) és a fertőzött minták 93,8%-ában volt jelen, ami már jelentős fertőzöttségnek mondható. A területen a második legnagyobb gyakorisággal előforduló vírus a GLRaV-2 volt, amely a minták 38,1%-

ában volt jelen (8 minta), mindez a fertőzött minták 47,1%-át tette ki. Az irodalmi adatok alapján a magyarországi szőlő ültetvényeken a GLRaV-1 a legelterjedtebb kórokozók közé tartozik (Cseh és mtsai., 2008). A vizsgált minták 28,6%-ában, (6 minta) volt jelen, mindez a fertőzött minták 35,3%-a. A GLRaV-6 rasszát öt mintából (fertőzött minták 29,4%-a), míg a GLRaV-7-et két mintából (fertőzött minták 11,8%-a), a GLRaV-3-at pedig egy esetben mutattunk ki.

A Mátrai borvidék művelt szőlőültetvényében 29 db mintából 11 db volt fertőzött (a minták 37,9%-a). Ezen a területen a GFkV a minták 34,48%-ában (10 minta), azaz a fertőzött minták 90,91%-ában volt igazolható. A GLRaV-1 és GLRaV-2, hét-hét mintában fordult elő, így a fertőzött minták 63,64%-ában detektáltuk. GLRaV-6 a minták 20,7%-ában (6 minta), a fertőzött minták 54,55%-ban volt. A GLRaV-3 két mintában (a fertőzött minták 18,18%-a), a GLRaV-7 pedig egy mintából volt kimutatható. A szőlő levélsodródás megbetegedés gazdaságilag világszerte az egyik legelterjedtebb szőlő betegség, amely akár 40%-os termésveszteséget is okozhat (Naidu és mtsai., 2008), és a három legelterjedtebb kórokozója a GLRaV-1, a GLRaV-2 és a GLRaV-3, amelyek a többinél erőteljesebb levéltüneteket okoznak (Maree és mtsai., 2013).

A Badacsonyi ültetvény esetében 23 db mintából 16 db volt fertőzött (a minták 69,6%-a). A GLRaV-1 16 (a fertőzött minták 100%-a), a GLRaV-2 15 (a fertőzött minták 93,75%-a), a GLRaV-6 öt (a fertőzött minták 31,25%-a) mintában volt jelen. A GFkV-t mindössze két mintából azonosítottuk.

Eredmények értékelése

Fiatall szőlő ültetvényekre jelentős veszélyt jelentenek a közeli kiöregedett, gondozatlan szőlősorok. Az évek óta nem művelt, gondozatlan területeken felszaporodó kórokozók, növelik a fertőzési veszélyt, ezért fontos a vírusokat terjesztő szervezetek felmérése, megfigyelése és a

fertőzött növények eltávolítása. Telepítéskor kerülni kell ezeket a területeket, és figyelmet kell fordítani az egészséges, ellenőrzött, vírusmentes szaporítóanyag használatára és a fonálféreg mentes terület kiválasztására.

A szőlő oltványok előállításához az alany és a nemes vesszőknek is kórokozómentesnek kell lenniük. Ezért hatóságilag szabályozott a szaporítóanyagok előállítása, nevelése, minősítése, árusítása és behozatala. Ellenőrzési feladatait jelenleg a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóság és a Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság, továbbá – az igazgatóságok szakmai irányításával – a megyei Kormányhivatalok illetékes munkatársai látják el. Magyarországon a 14/2017. (III. 23.) FM rendelet határozza meg azon károsítókat a gyümölcsstermő növények esetében, amelyekről a kiindulási prebázis, bázis, certifikált ültetvényekről származó szaporító anyagoknak és a C.A.C. ültetési anyagoknak gyakorlatilag fertőzésmentesnek kell lenniük. Ennek biztosítása érdekében növényegészségügyi vizsgálatokat kell végezni, ami lehet vizuális ellenőrzés, mintavétel, laboratóriumi tesztek és hatósági ellenőrző vizsgálatok (ELISA, PCR). A szőlő szaporítóanyagok előállításáról, minősítéséről és forgalomba hozataláról szóló 2006-os rendelet szerint (87/2006. XII. 28. FVM), a GLRaV-1, a GLRaV-2, a GLRaV-3, a GFkV és sok más általam nem vizsgált szőlőpatogén vírusra kötelező a rendszeres szűrés, majd fertőzöttség esetén a tőkék eltávolítása (Lázár, 2016).

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat a MATE Tehetség Tanács TDK Műhely támogatásával valósult meg.

Irodalom

Apró M., Cseh E., Járvás M., Csáky J. és Takács A. P. 2013. Magyarországon előforduló szőlővírusok 2012. évi vizsgálata. *In: Horváth József és mtsai. (szerk) 59. Növényvédelmi Tudományos Napok, Összefoglalók. Budapest*

- Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology* 34. 475-483.
- Cseh E., Lázár J., Takács A., Kazinczi G. és Gáborjányi R. 2008. A szőlő Magyarországon előforduló és várhatóan megjelenő vírusos betegségeinek a kórokozóinak áttekintése. *Növényvédelem* 44(11). 535-542.
- Lázár J. 2016. A szaporítótelepek évenkénti növényegészségügyi vizsgálata. *Agrofórum* 66(extra) 20-25.
- Lázár J., Kölber M., Mikulás J., Farkas G. és Lehoczky J. 1994. Magyarország jelentős szőlőbetegségei. 40. Növényvédelmi Tudományos Napok. 87.
- Lehoczky J. 1992. Szőlőtőkék korai elhalásának etiológiája. Doktori tézisek összefoglalása. Budapest
- Maree, H. J., Amleida, R. P. P., Bester, R., Chooi, K. M., Cohen, D., V., Dolja, V. V., Fuchs, F. M., Golino, A. D., Jooste, A., Martelli, G., Naidu, R., Rowhani, A., Saldarelli, P. and Burger, T. J. 2013. Grapevine leafroll-associated virus 3. *Frontiers in Microbiology* 4. 82.
- Naidu, R. A., O'neil, S. and Walsh, D. 2008. Grapevine Leafroll Disease. *WSU Extension Bulletin* EB2027E 20.

USING THE HET-CAM TEST IN DETERMINING THE EYE IRRITATION POTENTIAL OF SOME PESTICIDES

Esther Ijeoma Idogwu - Svetlana Kazarova - Éva Kormos*

University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection,

Department of Plant Protection

*idogwu.esther.ijeoma@stud.uni-mate.hu

Abstract

Before being registered, pesticides must pass a number of toxicological tests. Examining the potential for eye irritation is one of these tests. The Draize test (*in vivo*), which covers the full irritation potential, is one of the most criticized methods due to the harm done to the test animals. To replace *in vivo* testing for eye irritation, a number of *in vitro* techniques, such as the hen's egg test–chorioallantoic membrane (HET-CAM), have been utilized to examine the toxicity of suspected irritants. In the HET-CAM test, pesticides are applied directly to the hen's egg chorioallantoic membrane, and the incidence of lysis, haemorrhage, or coagulation in response to the pesticide is observed for 5 minutes. In our study, a group of four pesticides were subjected to screening in order to establish *in vitro* data (HET-CAM) and compare with already established *in vivo* (Draize) findings. The findings showed a significant correlation of 75% between the HET-CAM and the *in vivo* United Nations Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (UN GHS) classification of the pesticides, and a 25% overprediction by the HET-CAM as compared to the *in vivo* data. The HET-CAM test can be said to be a good tool for examining the possible eye irritation potential of pesticides, which

can be suggested as a component of a series of experiments meant to lessen the use of mammals as test subjects and alleviate or completely do away with the sufferings that experimental animals endure.

Keywords: HET-CAM, eye irritation, *in vivo*, *in vitro*, UN GHS

Összefoglalás

A növényvédő szerek engedélyezését számos toxikológiai vizsgálat előzi meg. Egyik ezek közül a szemirritációs tulajdonságok megállapítására irányul. A korábban egyedülként elfogadott Draize-teszt (*in vivo*), amely a teljes irritációs potenciált lefedti, a legtöbbet kritizált módszer. Helyettesítésére napjainkban több *in vitro* módszert is alkalmaznak, mint például a tyúktojás chorioallantois membránját felhasználó tesztet (HET-CAM). Vizsgálatunkban 4 peszticiden végzett HET-CAM teszt eredményeit hasonlítottuk össze az *in vivo* Draize eredményekkel. Az eredmények szignifikánsak, 75%-os korrelációt mutattak. A HET-CAM teszt alkalmas egy kísérletsorozat részeként a szemirritáció megállapítására.

Kulcsszavak: HET-CAM, szemirritáció, *in vivo*, *in vitro*, UN GHS

Introduction

According to the universal law of cause-and-effect, there is always a corresponding reaction to every action, this is also true for the use of agricultural pesticides, which aside from impacting the target also affect both the person applying them and the environment, depending on their toxicity level. As a result, determining the toxicity levels of these pesticides to ensure that they are within certain permissible limits is an important part of their approval process. In fact, REACH (Registration, Evaluation, and Authorization of Chemicals in the EU), for instance, stipulates that all pesticides must be tested for their level of toxicity before they can be used in

the European Union (European Commission, 2009). Primarily, the toxicity of pesticides over the past sixty years was investigated using the Draize test (Draize et al., 1944), which measures the eye irritation potential of the test item by placing it on the eyes of albino rabbits. Historically, one of the earliest public awareness raised about the Draize test came in 1980 via one of Henry Spira's New York Times advertisements captioned "How many rabbits does Revlon blind for beauty's sake?" which was met with harsh criticisms from animal rights activists who condemned the procedure and advocated for its replacement owing to the irreversible effects it has on the test items (Prinsen et al., 2017). It became critical in the years that followed to promote the development of non-animal test methods (*in vitro*) to replace the current use of animals (*in vivo*) in research (Choksi et al., 2019). Arguably, no other area of *in vitro* toxicology testing has compelled academic, governmental, and commercial efforts to create substitutes like the eye irritation test (Barile, 2010). Owing to this, several different tests have been devised to replace the use of rabbits in determining a chemical's propensity for causing eye irritation. When a test item is applied to the eye's anterior surface, it can cause alterations that are totally reversible within 21 days, this is called "eye irritation" (OECD 2019). One of the eye irritation tests involves observing the occurrence of negative changes (lysis, haemorrhage, or coagulation), that take place in the chorioallantoic membrane (CAM) of the hen egg (HET-CAM test) after exposure to test substances. It is possible to identify compounds that have the potential to irritate the eyes. Technically speaking, CAM is a complete tissue that includes arteries, capillaries, and veins. It reacts to harm by going into a full inflammatory mode, much like the tissue in a treated rabbit eye in the Draize test (Tavaszi and Budai, 2007). The goal of this study was to assess the use of the HET-CAM test in comparison with the recognized *in vivo* test for primary eye irritation with some pesticides in Hungary. To accomplish this, we used the HET-CAM assays to determine and compare the eye irritancy potential of some pesticides in Hungary.

Material and method

Four pesticides were investigated in this study and applied in their original form and concentration, with characteristics described in the Table 1.

Table 1 Investigated pesticides

Product Type	Product name	Physical characteristics	Active ingredients	Concentration
Herbicide	Viballa	Liquid	Halauxifen-metil	3.0 g/L
Herbicide	Esteron 60	Liquid	2,4-D acid (2-ethyl-hexyl ester)	600 g/L
Fungicide	Metkon 60	Liquid	Metconazole	60 g/L
Insecticide	Sivanto Prime	Liquid	Flupyradifurone	200g/L

The HET-CAM test was conducted according to (Luepke and Kemper, 1986), fresh fertile White Leghorn chicken eggs obtained from Gallus Kft within the weight range of 50 and 60 g were used for the test. Prior to the treatment, the fertile eggs were placed in a Ragus-type incubator, which was regulated to a temperature of between 37-38 °C and a relative humidity of between 60 -70%. The daily rotation of the incubator kept the embryos from adhering to the eggshell. On the ninth day of incubation, the eggs were candled, and the defective ones were discarded. Viable eggs were replaced in the incubator with the large ends positioned upward. On the tenth day, they were prepared for analysis, and a marker was used to mark the air cell portion. With the aid of a tapered scissors, the shell fragment above the air cell was cut off after the membrane had been gently moistened with a 0.9% NaCl solution. Using tapered forceps, the membrane was carefully removed without damaging the underlying blood veins. Only eggs that had a clearly defined fine vascular system on the CAM were used for the testing. The chorioallantoic membrane was exposed to 0.3 ml of the undiluted test material (pesticides), and the irritant effect of the test material was assessed by observing the occurrence of three endpoints for five minutes: lysis (vascular disintegration), haemorrhage (vessel bleeding), and coagulation (protein denaturation intra- and extravascular). Each endpoint's appearance time

was measured and recorded in seconds. Six eggs were examined with each test material in four replicas.

The data were analysed with the aid of a computer software and the pesticides classified following the notation proposed in (Invittox, 1990).

The computer program computes the irritant index (RI) using:

$$RI = (301 - \text{secH})/300 \times 5 + (301 - \text{secL})/300 \times 7 + (301 - \text{secC})/300 \times 9$$

Where

RI = irritant index Sec= time in seconds H = haemorrhage

L=vascular lysis C= coagulation

According to their Irritation index, the tested pesticides were divided into three categories as shown in the Table 2.

Table 2 HET-CAM classification (Invittox, 1990)

Irritation index	Irritation category
0-0.9	Not irritant
1-8.9	Irritant
9-21	Severely irritant

Results

Table 3 shows the findings of the HET-CAM test in comparison to the *in vivo* UN GHS classification of the pesticides.

Table 3 *In vitro* and *in vivo* data

Product name	Lysis occurrence (seconds)	Haemorrhage occurrence (seconds)	Irritation index	Irritation category (HET-CAM)	<i>In vivo</i> UN GHS classification
Viballa	13 – 17	60 - 90	10.48	Severely irritant	Severely irritant
Esteron 60	175 – 190	-	2.77	Irritant	Irritant
Metkon 60	10 – 15	85 - 120	10.3	Severely irritant	Severely irritant
Sivanto Prime	21 – 30	50 - 70	10.49	Severely irritant	Irritant

(UN GHS - United Nations Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)

The following deductions were made from Table 3:

Vascular lysis occurred between 13 and 17 seconds in eggs treated with Viballa, while haemorrhage occurred between 60 and 90 seconds and was classified as a severe irritant.

For eggs treated with Esteron 60, only vascular lysis was observed within 175 and 190 seconds of application, and therefore it was grouped as an irritant.

During treatment with Metkon 60, blood vessels broke down between 10 and 15 seconds and bled between 85 and 120 seconds. This was considered to be very irritating.

Lastly, after treatment with the insecticide Sivanto Prime, the CAM showed lysis at 21 to 30 seconds of its application and haemorrhaged at 50 to 70 seconds; this means it induced a severe irritation.

Discussion

In vitro and *in vivo* data agreed 75% of the time (Table 3). Viballa, Esteron 60, and Metkon 60 had the same eye irritation classification in both tests, but Sivanto Prime was overestimated as a severely irritating substance in the HET-CAM test compared to the *in vivo* UN GHS classification. From our study, there was a strong correlation between the outcomes of the HET-CAM test and the *in vivo* data, which agrees with (Tavaszi and Budai, 2006; Kormos et al., 2009; Talaei et al., 2020; Budai et al., 2021), the HET-CAM test showed a comparatively high level of accuracy and consistency with the *in vivo* method's results.

Even though it is subjective, the HET-CAM test is a good way to test how likely it is that pesticides will irritate the eyes (Tavaszi and Budai, 2006). It could be used as part of a series of experiments meant to reduce the use of mammals as test subjects and reduce or eliminate the pain and suffering that these animals go through.

Acknowledgement

We express our sincere gratitude to the Corteva and Bayer for providing the plant protection products for this study.

References

- Barile, F. A. 2010. Validating and troubleshooting ocular *in vitro* toxicology tests. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods* 61. 136-145
- Budai, P., Kormos, E., Buda, I., Somody, G. and Lehel, J. 2021. Comparative evaluation of HET-CAM and ICE methods for objective assessment of ocular irritation caused by selected pesticide products. *Toxicology in Vitro* 74. 105150
- Choksi, N. Y., Truax, J., Layton, A., Matheson, J., Mattie, D., Varney, T., Tao, J., Yozzo, K., McDougal, A. J., Merrill, J., Lowther, D., Barroso, J., Linke, B., Casey, W. and Allen, D. 2019. United States regulatory requirements for skin and eye irritation testing, *Cutaneous and Ocular Toxicology* 38(2). 141-155.
- Draize, J., Woodard, G. and Calvery, H. 1944. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. *Journal of Pharmacology & Experimental Therapeutics* 82. 377-390.
- European Commission, 2009. European Commission Regulation (EC) no 1107/2009 of the European Parliament and of the council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing council directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. *Off. J. Eur. Union L*, 309 (52) (2009) 1-50.
- Invitox Protocol Number 47. 1990. HET-CAM Test, ISSN 0960–2194
- Kormos, É., Tavaszi, J., Budai, P., Pongrácz, A. and Lehel, J. 2009. Eye irritation study of some pesticides on chorioallantoic membrane of the egg. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 74(1). 125-128.

Luepke, N. P. and Kemper, F. H. 1986. The HET-CAM test: An alternative to the Draize eye test. *Food and Chemical Toxicology* 24. 495-496.

OECD, 2019. Guidance document on an Integrated Approaches to Testing and Assessment (IATA) for serious eye damage and eye irritation. Series on Testing and Assessment No. 263. (Second Edition)

Prinsen, M. K., Hendriksen, C. F. M., Krul, C. A. M. and Woutersen, R. A. 2017. The Isolated Chicken Eye test to replace the Draize test in rabbits. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 85. 132-149.

Talaei, S., Mahboobian, M. M. and Mohammadi, M. 2020. Investigating the ocular toxicity potential and therapeutic efficiency of *in situ* gel nanoemulsion formulations of brinzolamide. *Toxicology Research* 9. 578-587.

Tavaszi, J. and Budai, P. 2006. Toxicity study of agrochemicals on chorioallantoic membrane of the egg. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 71. 101-105.

Tavaszi, J. and Budai, P. 2007. The Use of HET-CAM Test in Detecting the Ocular Irritation. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 72. 137-141.

TESTING OF PESTICIDES FOR EYE IRRITATION WITH THE HET-CAM TEST

Svetlana Kazarova - Esther Ijeoma Idogwu - Éva Kormos*

University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection,

Department of Plant Protection

*skazarova1997@mail.ru

Abstract

There is an ongoing effort to replace the *in vivo* Draize test, which was generally and exclusively accepted for decades - taking into account the 3R rule and animal welfare regulations - with different alternative *in vitro* methods. One of these *in vitro* methods is the test using the chorioallantoic membrane of the hen's egg (HET-CAM). The plant protection agents included in our studies were determined using this method, and then the results were compared with the *in vivo* data. During the HET-CAM test, the plant protection agents were applied directly to the chorioallantoic membrane and the changes in the blood vessel system were observed. From the obtained results, it can be concluded that the results of the HET-CAM test closely approximate the *in vivo* data.

Keywords: eye irritation, pesticide, chorioallantoic membrane, HET-CAM test

Összefoglaló

Az évtizedekig általánosan és kizárólagosan elfogadott *in vivo* Draize-teszt kiváltására - a 3R szabály és az állatvédelmi előírások figyelembevételével - a törekvés folyamatos különböző

alternatív *in vitro* módszerekkel. Az egyik ilyen *in vitro* módszer a tyúktojás chorioallantois membránját felhasználó teszt (HET-CAM). Vizsgálatainkba bevont növényvédő szereket ezzel a módszerrel határoztuk meg, majd az eredményeket összevetettük az *in vivo* adatokkal. A HET-CAM teszt során a növényvédő szereket közvetlenül juttattuk a chorioallantois membránra és figyeltük meg a vérrendszer elváltozásait. A kapott eredményekből megállapítható, hogy a HET-CAM teszt eredményei jól közelítik az *in vivo* adatokat.

Kulcsszavak: szemirritáció, növényvédő szer, chorioallantois membrán, HET-CAM teszt

Introduction

Toxicological eye irritation tests are an important part of the licensing process for plant protection products. With the help of these, it is possible to know exactly the harmful effects on the eyes. For decades since 1944, Draize's primary eye irritation test was the only method to accurately determine these harmful effects. However, this procedure can be painful for the experimental animal and is ethically highly questioned by animal protection organizations, so in accordance with the 3R rule based on (Russell and Burch, 1959), alternative *in vitro* methods aimed at induction have appeared one after another. Today, several such methods based on isolated eyes or tissue cultures are accepted by the OECD, but none of them can cover the entire irritation potential, namely cannot reliably indicate all three GHS categories. GHS categories are: health hazards, physical hazards and environmental hazards. Health hazards are threats to human health (e.g. breathing or vision), while physical hazards harm the body (e.g. skin corrosion) and environmental hazards include pollution and natural disasters like hurricanes and earthquakes that have the potential to endanger the environment or have a negative impact on human health. During our study, hatched hen eggs were carefully opened on the 10th day so that the chorioallantoic membrane (CAM) could be observed. The chorioallantoic membrane is

a suitable tissue for evaluating eye irritation properties because it reacts similarly to the rabbit eye and can be technically easily studied (Leighton et al., 1985).

We compared the results from the observed changes caused by plant protection agents with the *in vivo* data, with the aim of which was to see how close the two methods are to each other, and to expand the data in this direction.

Material and method

The *in vivo* data were taken from the safety data sheet of the products.

The four plant protection products Tilmor (fungicide), Prosaro (fungicide), Zantara (fungicide), Kideka (herbicide) used were applied in 100% concentration in HET-CAM test.

The HET-CAM test was performed based on Invittox Protocol No. 47. The breeding eggs were obtained from the premises of Gallus Kft. Hatching took place at 37.5 °C and 50-70% relative humidity in a Ragus type incubator. The eggs were turned several times a day (Spielmann, 1997) to prevent the embryo from sticking. During the preparation, the calcareous shell of the hen's eggs that became manageable on the 10th day was cut around and removed above the air chamber with surgical forceps. The membrane was moistened with an avian physiological NaCl solution, then carefully pulled up with surgical forceps, thus making the chorioallantoic membrane suitable for the treatment. As a negative control, 2 eggs were treated with avian physiological NaCl solution, and as a positive control, 2 eggs were also treated with a 1% sodium lauryl sulfate (SDS) and 0.1 M NaOH solution. For each test material, the treatment was carried out with 4 repetitions on 6 eggs. 0.3 ml of test substance was dropped onto the membrane and observed for 5 minutes after treatment. As a result of the treatments, the starting time of the changes appearing on the membrane (bleeding, blood vessel lysis or coagulation) was recorded to the nearest second. Using the algorithm included in the protocol, irritation

indices were determined based on the type and onset time of the recorded changes, and then the test substances were classified into *in vitro* irritation classes with the help of these.

Results

During the treatment with Tilmor fungicide, lysis was observed on the membrane between 17-40 seconds, which was not followed by bleeding in all cases. Based on the obtained irritation index, the pesticide is irritative.

After applying the Prosaro fungicide to the membrane, lysis occurred from the 15th second, which was not followed by bleeding. The product was classified as irritating.

After treatment with Zantara fungicide, lysis was observed between 16-27 seconds, followed by bleeding between 80-140 seconds. Based on the results obtained, the product is irritating.

During the application of Kideka herbicide, lysis was recorded from the 19th second and bleeding from the 180th second. The product was classified as irritating.

Discussion

Table 1 shows the comparison of the results of the HET-CAM test with the *in vivo* data.

Table 1 Comparison of the categories of the HET-CAM test and *in vivo* data

Test materials	HET-CAM test irritation category	<i>in vivo</i> data
Tilmor	irritant	irritant
Prosaro	irritant	irritant
Zantara	irritant	irritant
Kideka	irritant	severely irritant

Based on the results of the four pesticides included in our study, we can conclude that the data are well correlated. There is a 75% match. We reached a similar result as Bagley et al. (1992; 1994), Kormos (2011) and Jírová et al. (2014), who established during their research that the

HET-CAM test provides the lowest rate of false results and also provides valuable results related to the conjunctiva.

The HET-CAM test has advantageous properties compared to *in vitro* methods: it has adequate sensitivity, is cheaper, and is faster. Disadvantages include the subjectivity of evaluation and the influence of the physical and chemical properties of the test materials on the evaluation. During our further work, we therefore included other alternative *in vitro* methods in our research.

Acknowledgement

We would like to thank Bayer and Nufarm for providing us with the plant protection products.

References

- Bagley, D. M., Bruner, L. H. and De Silva, O. 1992. An evaluation of five potential alternatives *in vitro* to the rabbit eye irritation test *in vivo*. *Toxicology in Vitro* 6. 275-284.
- Bagley, D. M., Waters, D. and Kong, B. M. 1994. Development of a 10-day chorioallantoic membrane vascular assay as an alternative to the Draize rabbit eye irritation test. *Food and Chemical Toxicology* 33. 1155-1160.
- Draize, J., Woodard, G. and Calvery, H. 1944. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. *Journal of Pharmacology & Experimental Therapeutics* 82. 377-390.
- Invitox Protocol Number 47. 1990. HET-CAM Test, ISSN 0960–219
- Jírová, D., Kejlová, K., Janoušek, S., Bendová, H., Malý, M., Kolářová, H. and Dvořáková, M. 2014. Eye irritation hazard of chemicals and formulations assessed by methods *in vitro*. *Neuroendocrinology Letters* 35. 133-140.

Kormos, E., Lehel, J. and Haszon, K. 2011. Comparative study with a set of pesticides to establish eye irritancy with HET-CAM and Draize test. *Georgikon for Agriculture* 14(1) 39-51.

Leighton, J., Nassauer, J. and Tchao, R. 1985. The chick embryo in toxicology: an alternative to the rabbit eye. *Food and Chemical Toxicology* 23(2). 293-298.

Russell, W. M. S. and Burch, R. L. 1959. The principles of humane experimental technique, chapter 4. Methouen, London

**PYRINEX 48 EC ÉS CHORUS 50 WG PESZTICIDEK
EGYÜTTES EMBRIÓKÁROSÍTÓ HATÁSÁNAK
VIZSGÁLATA FÁCÁNEMBRIÓN**

Major László^{1} - Budai Péter¹ - Buda István¹ - Nadhirah Binti Saidon¹ - Lehel*

József² - Szabó Rita¹

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

²Allatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

*major.laszlo@phd.uni-mate.hu

Összefoglalás

Vizsgálatunkban a 480 g/l klórpirifosz hatóanyagot tartalmazó Pyrinex 48 EC és az 500 g/kg ciprodinil hatóanyagú Chorus 50 WG fácánembriókra gyakorolt, egyedileg és együttesen érvényesülő embriókárosító hatását tanulmányoztuk. Gyakorlati permetlé koncentrációnak megfelelően a vizsgálati anyagokat mikropipettával, 0,1 ml végtérfogatban injektáltuk a fácántojások légkamrájába a keltetés megkezdése előtt. A kórbonctani feldolgozást az inkubáció 21. napján végeztük el. Lemértük az élő fácánembriók testtömegét, feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos fejlődési rendellenességeket. A növényvédő szerekkel elvégzett egyedi és együttes kezelések eredményeként, a fungiciddel egyedileg kezelt csoport kivételével a fácánembriók testtömegcsökkenése szignifikáns mértékű volt a kontroll csoporthoz viszonyítva. Az embriómortalitás és a malformációk előfordulásának gyakorisága a kezelt csoportokban szignifikáns mértékben fokozódott a kontroll csoporthoz képest, kivéve a gombaölő szerrel egyedileg kezelt csoportot. Az interakcióban az egyidejűleg alkalmazott

pesticidek additív jellegű együttes méreghatása érvényesült. Teratogén hatás kismértékben nyilvánult meg.

Kulcsszavak: klórpirifosz, ciprodinil, fácánembrió, interakció, ökotoxikológia

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Pyrinex 48 EC insecticide (480 g/l chlorpyrifos) and Chorus 50 WG fungicide (500 g/kg cyprodinil) on the development of pheasant embryos. Emulsion and suspension of the test materials were injected in 0.1 ml volume into the air chamber of the pheasant eggs before starting the incubation. The pheasant embryos were examined on day 21 by the followings: body weight, rate of embryo mortality, rate and type of developmental anomalies by macroscopic examination. With the exception of the fungicide-treated group, the average body weight of the pheasant embryos in the treated groups was significantly lower than that of the control group. The single and simultaneous administration of the Pyrinex 48 EC increased the mortality of pheasant embryos significantly and developmental anomalies as compared to the control. There was presumably additive type toxic interaction between Pyrinex 48 EC and Chorus 50 WG. The test materials were embryotoxic in pheasant.

Keywords: chlorpyrifos, cyprodinil, pheasant embryo, interaction, ecotoxicology

Bevezetés

A mezőgazdasági termelésen belül a növényvédelemi kezelések során kijuttatott kémiai anyagok nemkívánatos hatásokat gyakorolnak az ökoszisztéma abiotikus és biotikus komponenseire. A környezeti kockázatbecslés során fontos az expozíciós utak azonosítása és a növényvédő szerekkel exponált nem célpopulációk mérgezési veszélyének jellemzése. A

mezőgazdaságilag művelt terület alacsony diverzitású, ellenben nehezen izolálható rendszer, ami táplálékforrást, búvó- és költőhelyet biztosít vadmadarak számára (Juhász és mtsai., 2005). Így a kifejlett egyedek mellett a tojásban fejlődő madárembrió is károsodhat a peszticidek ártalmas hatására, mivel a permetlé a méshéjon, a kettős héjhártyán, valamint az extraembrionális membránokon áthatolva bejuthat és megzavarhatja az embrió fejlődését. Ismert, hogy a kémiai növényvédelem biológiai hatékonysága tankkeverék-kombinációk alkalmazásával fokozható. Madárteratológiai vizsgálatunkat abból a célból végeztük, hogy igazoljuk a kémiai növényvédelemben felhasználásra kerülő 480 g/l klórpírifosz hatóanyagot tartalmazó Pyrinex 48 EC rovarölő szer és az 500 g/kg ciprodinil hatóanyagú Chorus 50 WG gombaölő készítmény gyakorlati körülmények között érvényesülő expozíciójának a fácán embrionális fejlődésére gyakorolt károsító hatását, részletesen tanulmányozva az egyedi és együttes méreghatásokat.

Anyag és módszer

Kísérletünkben a 480 g/l klórpírifosz hatóanyagú Pyrinex 48 EC (ADAMA Hungary Zrt., Magyarország) inszekticid 1%-os emulzióját, valamint az 500 g/kg ciprodinil hatóanyag-tartalmú Chorus 50 WG (Syngenta Kft., Magyarország) fungicid 0,125%-os szuszpenzióját alkalmaztuk, amelyek gyakorlati permetlé töménységnek feleltek meg. A kezelést injektálásos módszerrel hajtottuk végre az inkubáció megkezdése előtt. A keltetés RAGUS[®] (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben történt. A fécántojásokat az inkubáció 21. napján dolgoztuk fel. A kórbonctani vizsgálat során rögzítettük a tojásokból élve kiemelt, cervikális diszlokációval elölt embriók testtömegét, értékeltük a morfológiai elváltozások előfordulásának gyakoriságát és típusát, továbbá feljegyeztük a fejlődés korábbi időszakában elhalt embriók számát. Az embriómortalitási adatok és fejlődési rendellenességek biometriai értékelése Fisher-

féle egzakt teszttel, a testtömeg adatok statisztikai vizsgálata egytényezős varianciaanalízissel történt.

Eredmények

Az 1%-os koncentrációjú Pyrinex 48 EC rovarölő szerrel elvégzett egyedi injektálásos kezelés eredményeként az élő embriók testtömeg értékei ($9,70 \pm 2,09$ g) szignifikánsan ($p < 0,001$) kisebbek voltak a kontroll értékekhez ($11,83 \pm 2,03$ g) viszonyítva. A 0,125%-os Chorus 50 WG gombaölő szerrel és az inszekticiddel elvégzett kombinációs kezelés eredményeként szignifikáns ($p < 0,001$; $p < 0,05$) mértékben csökkentek az élő fácánembriók testtömegei ($8,98 \pm 1,84$ g) a kontroll, továbbá a gombaölő szerrel egyedileg kezelt csoport adataihoz viszonyítva. Csökkenő tendencia volt megfigyelhető a fungiciddel egyedileg kezelt csoport testtömeg értékeiben ($10,61 \pm 1,61$ g), azonban az eltérés nem volt szignifikáns mértékű a kontroll csoporthoz képest. A 21. napi kórbonctani vizsgálat során tapasztalt embriómortalitási adatok alapján megállapítottuk, hogy az embrióelhalás szignifikáns mértékben növekedett a kontrollhoz ($6/40$) viszonyítva a Pyrinex 48 EC inszekticiddel egyedileg ($14/40$; $p < 0,05$) kezelt csoportban, valamint a rovarölő szer és a gombaölő készítmény kombinációjában ($21/40$; $p < 0,001$). Az együttes kezelés a fungiciddel egyedileg kezelt csoporthoz ($7/40$) képest ugyancsak az embrióelhalás szignifikáns mértékű ($p < 0,01$) növekedését eredményezte. A 0,125%-os Chorus 50 WG gombaölő készítménnyel egyedileg kezelt csoportban öt rendellenes fejlődésű embriót figyeltünk meg. Az inszekticiddel egyedileg kezelt csoportban az élő fácánembriók közül nyolc embrió mutatott makroszkópos fejlődési rendellenességet, amely már szignifikáns mértékű ($p < 0,05$) növekedés volt a kontroll csoporthoz viszonyítva. A kombinációs kezelés hatására nyolc élő fácánembriónál detektáltunk morfológiai elváltozást, amely a kontroll és a fungiciddel egyedileg kezelt csoport viszonyításában szignifikáns

növekedést ($p < 0,01$; $p < 0,05$) jelentett. A malformációk elsősorban végtagdeformitás (görbült láb) és növekedési visszamaradás formájában jelentkeztek.

Eredmények értékelése

Vizsgálatunkban az 1%-os Pynex 48 EC inszekticiddel és a 0,125%-os Chorus 50 WG fungiciddel elvégzett egyedi és együttes injektálásos kezelések embriótoxikusnak bizonyultak fácánembrión. Az egyidejűleg alkalmazott növényvédő szerek additív jellegű együttes méreghatása érvényesült. Teratogén hatás kismértékben volt igazolható. Lehel és munkatársai (2014) a 480 g/l klórpirifosz hatóanyagú Pynex 48 EC 1%-os emulziójával elvégzett madárteratológiai vizsgálatukban injektálásos kezelést alkalmazva az embriómortalitás szignifikáns mértékű növekedését, továbbá szignifikáns testtömegesökkenést figyeltek meg házityúk-embrió tesztszervezeten. Farag és munkatársai (2003) emlősteratológiai kísérletükben Fischer 344 patkány törzsön megállapították, hogy a klórpirifosz az anyai toxicitást mutató 25 mg/ttkg dózisban főtotoxikus és teratogén. Tang és munkatársai (2020) zebradánió-embriókon tanulmányozták a ciprodinil fejlődésre gyakorolt toxikus hatását. A 72 órás expozíció során a ciprodinilt 0,1; 1; 10 és 100 $\mu\text{g/L}$ koncentrációkban alkalmazták. Végül megállapították, hogy a ciprodinil az aril-hidrokarbon receptor (AhR) potenciális agonistája, következményesen a zebradánió-embriókon szívfejlődési és szív működési rendellenességeket idézhet elő. Ezen vizsgálatok is bizonyítják, hogy a madárembrió jól alkalmazható a szaporodásbiológiai és teratológiai vizsgálatokban az emlős- és halmodell mellett, mivel megfelelő érzékenységgel jelzi a különböző kémiai ágensek károsító hatását (Várnagy és mtsai., 2003).

Köszönetnyilvánítás

A konferencia részvételt a Magyar Toxikológusok Társasága támogatta.

Irodalom

- Farag, A. T., El Okazy, A. M. and El-Aswed A. F. 2003. Developmental toxicity study of chlorpyrifos in rats. *Reprod. Toxicol.* 17(2). 203-208.
- Juhász, É., Szabó, R., Keserű, M., Fejes, S., Budai, P., Kertész, V. and Várnagy, L. 2005. Early embryogenesis study on a dimethoate containing formulation and Cd-sulphate in chicken embryos. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 70(4). 1075-1078.
- Lehel J., Szabó R., Gajesi D., Jakab Cs., Grúz A., Kormos É. és Budai P. 2014. A réz-szulfát és a klórpírifosz interakciós toxicitási vizsgálata csirkeembrión. *Magy. Áo. Lapja* 136(8). 494-500.
- Tang, C., Shen, C., Zhu, K., Zhou, Y., Chuang, Y. J., He, C. and Zuo, Z. 2020. Exposure to the AhR agonist cyprodinil impacts the cardiac development and function of zebrafish larvae. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110808>
- Várnagy, L., Budai, P., Fejes, S., Susan, M., FánCSI, T., Keserű, M. and Szabó, R. 2003. Toxicity and degradation of metolachlor (Dual Gold 960 EC) in chicken embryos. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 68(4 Pt B). 807-811.

KLÓRPIRIFOSZ ÉS A CIPRODINIL HATÓANYAGÚ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK EGYÜTTES MÉRÉGHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA HÁZITYÚK-EMBRIÓKBAN

Szabó Rita^{1} - Varga Dorina¹ - Budai Péter¹ - Lehel József² - Nadhirah Binti*

Saidon¹ - Buda István¹ - Major László¹

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

²Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

*szabo.rita@uni-mate.hu

Összefoglalás

Vizsgálatunk célja a klórpirifosz hatóanyag-tartalmú (480 g/l) inszekticid (Pyrinex 48 EC) és a ciprodinil hatóanyag-tartalmú (500 g/kg) fungicid (Chorus 50 WG) egyedi és együttes toxikus hatásának meghatározása volt házityúk-embriók fejlődésére. A 0,1 ml 1%-os Pyrinex 48 EC-t és 0,125%-os Chorus 50 WG-t önmagában és együttesen injektáltuk a tojások légkamrájába az inkubációt megelőzően. A tyúkembriókat a 19. napon a következők szerint vizsgáltuk: embriómortalitási arány, fejlődési rendellenességek típusa és aránya, testtömeg. Az embriómortalitást és a fejlődési rendellenességeket Fisher-féle egzakt teszttel elemeztük, a testtömeg-adatokat pedig One-Way ANOVA, Tukey és Dunnett tesztekkel. A Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG peszticidek kombinált alkalmazása embriótoxikusnak bizonyult a házityúk-embriókra nézve. Az embriómortalitás és az embrionális fejlődési rendellenességek előfordulási gyakorisága a két peszticid egyidejű alkalmazásakor nőtt, az élő embriók testtömege csökkent. A Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG additív toxikus hatása volt

megfigyelhető az embriómortalitások alakulásában; mindkét peszticid embriótoxikus volt, amelyet a fejlődési rendellenességek fokozódása igazolt.

Kulcsszavak: klórpírifosz, ciprodinil, háziyúk-embrió, embriómortalitás, fejlődési rendellenesség, együttes mérleg hatás

Abstract

Our study aimed to determine the individual and combined toxic effects of chlorpyrifos (480 g/l) insecticide (Pyrinex 48 EC) and cyprodinil (500 g/kg) fungicide (Chorus 50 WG) on the development of chicken embryos. The pesticides, 0.1 ml of 1% Pyrinex 48 EC and 0.125% Chorus 50 WG, were injected alone and together into the air chamber of the eggs before incubation. The chicken embryos were examined on the 19th day according to the following: embryonic mortality rate, type and rate of developmental abnormalities, and body weight. Embryonic mortality and developmental abnormalities were analysed with Fisher's exact test, body weight data with One-Way ANOVA, and Tukey and Dunnett tests. The combined use of Pyrinex 48 EC and Chorus 50 WG pesticides proved to be embryotoxic for chicken embryos. The incidence of embryonic mortality and embryonic developmental disorders increased when they were used simultaneously, and body weight of the embryos decreased. Pyrinex 48 EC and Chorus 50 WG had an additive effect on the embryonic mortality rate. Both pesticides were embryotoxic as confirmed by increased developmental abnormalities.

Keywords: chlorpyrifos, cyprodinil, chicken embryo, embryonic mortality, developmental disorder, toxic interaction

Bevezetés

A növényvédő szereknek nagy szerepe van a mezőgazdaságban a termelés fokozásában azzal a céllal, hogy felszámolják és megakadályozzák a jelentős termésveszteséget okozó biotikus károsító tényezők kártételét.

A peszticidek káros hatást gyakorolhatnak a környezetre (vízre, talajra és levegőre) a kimosódás, elfolyás és permetsodródás miatt, valamint káros hatással lehetnek a vadon élő állatokra, növényekre és más nem célszervezetekre (Damalas és Eleftherohorinos, 2011).

Anyag és módszer

Vizsgálati anyagként a Pynex 48 EC 1%-os emulzióját alkalmaztuk desztillált vízben, a szántóföldi növényvédelmi gyakorlat alapján. A növényvédő szer 44,4±2 m/m% klórpírifosz hatóanyagot tartalmazó, I. forgalmazási kategóriába sorolt, szerves foszforsavészter típusú rovarölő szer. Szántóföldeken és gyümölcsösökben kártevők széles körének irtására használják. A Chorus 50 WG 0,125%-os szuszpenzióját desztillált vízben használtuk fel, a szántóföldi növényvédelmi gyakorlat szerint. A peszticid triazol típusú gombaölő szer, amely hatóanyagként 50,0±2,5 m/m% tebukonazol tartalmaz, a III. forgalmi kategóriába tartozik. Almástermésűek, csonthéjasok, szőlő, málna, szeder, szamóca, spárga gombás betegségeinek leküzdésére szolgál. A kísérletet a Goldavis Baromfikeltező Kft. (Sármellék, Magyarország) üzeméből származó Farm (*Gallus gallus f. domesticus*) típusú vegyes hasznosítású házityúkfajta tojásain végeztük. A kísérletben összesen 160 termékeny házityúkot használtunk. A kezelések megkezdése előtt a tojásokat véletlenszerűen négy különböző csoportba osztottuk, amelyeket a tojásméret és tömeg szempontjából homológgá alakítottunk. Csoportonként 40 db tojást használtunk a kezelésekhöz. Az egyedi kezeléseknél a vizsgálati anyagokból készült emulziót és szuszpenziót 0,1-0,1 ml végtérfogatban, míg a kombinációs kezelések alkalmával együttesen 0,2 ml növényvédő szert injektáltunk a tojások légkamrájába.

A tojások kezelését megelőzően, azok tompa végét fertőtlenítettük, a meszes tojánhéjba lyukat fűrtünk, hogy a vizsgálati anyagot mikropipetta segítségével a légkamrába juttassuk (Budai és mtsai., 2003). Az injektálást követően a lyukat paraffinnal lezártuk. Ugyanezt a módszert alkalmaztuk a kontroll csoportnál is, de a tesztanyagot desztillált vízzel helyettesítettük (Várnagy és mtsai., 2003). A tojásokat a keltetőgépbe helyeztük (Ragus típusú asztali inkubátor Bécs, Ausztria), majd 19 napig inkubáltuk 37-38°C keltetési hőmérséklet és 65-75%-os relatív páratartalom mellett. A feldolgozás napjáig naponta kétszer forgattuk a tojásokat. A kórbonctani vizsgálatot az inkubáció 19. napján végeztük. A tojásokat felbontottuk és a következő paraméterek alapján vizsgáltuk azokat: az embrionális elhalások száma és napja, a fejlődési rendellenességek száma és típusa, az élő embriók testtömege. Az embriómortalitás azonosításának, becslésének napját a Hamburger és Hamilton tyúkembrió fejlődési szakaszainak részletes leírása alapján határoztuk meg (Darnell és Schoenwolf, 2000). Az embriómortalitás és fejlődési rendellenességek adatainak statisztikai elemzését Fisher-féle egzakt teszttel végeztük. A testtömeg-adatokat egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) értékeltük, miután Comparison-Quantile Plot segítségével ellenőriztük a megoszlásukat. A különböző csoportok eredményeinek összehasonlító értékelését Tukey és Dunnett tesztekkel végeztük.

Eredmények

1. táblázat Embrionális testtömeg (g) az inkubáció 19. napján

	Kontroll	Pyrinex 48 EC	Chorus 50 WG	Pyrinex 48 EC+ Chorus 50 WG
Az élő embriók száma (db)	37	28	34	20
Testtömeg átlag (g) és szórás	22,71±1,89	20,80 ^a ±1,89	20,86 ^a ±1,56	19,89 ^a ±1,77

^aSzignifikáns eltérés a kontroll csoporthoz viszonyítva (*p<0,001)

2. táblázat A rendellenes embriók, illetve az elhalások számának és arányának alakulása a Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG injektálásos kezeléssel elvégzett egyedi és együttes méreghatásának vizsgálatában

	Rendellenes fejlődésű embriók száma/élő embriók száma (db)	Elhalt embriók száma/termékeny tojások száma (db)	Rendellenes fejlődésű embriók aránya (%)	Elhalt embriók aránya (%)
Kontroll	1/37	3/40	2,70	7,50
Pyrinex 48 EC	4/28	12/40 ^{a1}	14,29	30,00
Chorus 50 WG	3/34	6/40	8,82	15,00
Pyrinex 48 EC + Chorus 50 WG	6/20 ^a	20/40 ^{a2; b}	30,00	50,00

Elhalások:

^aSzignifikáns eltérés a kontroll csoporthoz viszonyítva (^{a1}p<0,01; ^{a2}p<0,001)

^bSzignifikáns eltérés a Chorus 50 WG-vel kezelt csoporthoz viszonyítva (^bp<0,001)

Fejlődési rendellenességek:

^aSzignifikáns eltérés a kontroll csoporthoz viszonyítva (^ap<0,01)

Eredmények értékelése

A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy az 1%-os Pyrinex 48 EC inszekticid egyedileg alkalmazva szignifikáns mértékű mortalitás-emelkedést és embrionális testtömeg-csökkenést eredményezett a kontroll csoporthoz viszonyítva (1-2. táblázat). Más szerzők hasonlóan embrionális testtömeg-csökkenést és az embriómortalitás növekedését tapasztalták klórpirifosz hatóanyagú rovarölő szerrel végzett madárteratológiai kísérleteikben (Lehel és mtsai., 2014; Szabó és mtsai., 2022).

A Chorus 50 WG 0,125%-os koncentrációban alkalmazva statisztikailag igazoltan csökkentette az embriók testtömegét a kontrollhoz képest, illetve növelte az embriómortalitási arányt, a növekedés azonban nem volt szignifikáns mértékű (1-2. táblázat). Hasonló kísérletben szintén triazol típusú peszticid (Mystic 250 EW) 0,1%-os emulziójának és a 0,01%-os kadmium-szulfát és 0,01%-os ólom-acetát oldatának egyedi és együttes formában elvégzett bemeztési kezelése szignifikáns testtömegcsökkenést eredményezett (Szemerédy és mtsai., 2018). Vizsgálatunkban a felhasznált peszticidek kombinált alkalmazása embriótoxikusnak bizonyult házityúk-embrión: szignifikánsan növelte az embrionális mortalitás arányát, a fejlődési

rendellenességek előfordulását, csökkentve a testtömeget. A Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG addíciós toxikus hatást gyakorolt a házityúk-embriók fejlődésére.

Irodalom

- Budai, P., Fejes, S., Várnagy, L., Somlyay, I. M. and Kulcsár-Szabó, Z. 2003. Teratogenicity test of dimethoate containing insecticide formulation and Cd-sulphate in chicken embryos after administration as a single compound or in combination. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 68. 795-798.
- Damalas, C. A. and Eleftherohorinos, I. G. 2011. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health* 8(5). 1402-1419.
- Darnell, D. K. and Schoenwolf, G. C. 2000. The chick embryo as a model system for analyzing mechanisms of development. *Developmental Biology Protocols* pp. 25-29.
- Lehel, J., Szabó, R., Gajcsi, D., Jakab, C., Grúz, A., Kormos, E. and Budai, P. 2014. Investigation of toxic interaction of copper sulphate and chlorpyrifos on chicken embryo. *Magyar Állatorvosok Lapja* 136(8). 494-500.
- Szabó, R., Major, L., Lehel, J., Saidon, N. B. and Budai, P. 2022. Teratogenicity testing of chlorpyrifos and tebuconazole in chicken embryos after simultaneous administration. *Agrofor International Journal* 7(1). 40-47.
- Szemerédy, G., Kormos, E., Somody, G., Buda, I., Szabó, R., Lehel, J. and Budai, P. 2018. Teratogenicity test of individual and combined toxic effects of tebuconazole fungicide and lead-acetate on chicken embryos. *Acta Agraria Kaposváriensis* 22(2). 25-32.
- Várnagy, L., Budai, P., Fejes, S., Susan, M., FánCSI, T., Keserű, M. and Szabó, R. 2003. Toxicity and degradation of metolachlor (Dual Gold 960 EC) in chicken embryos. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 68. 807-811.

IN VITRO TECHNIKÁK A NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK SZEMIRRITÁCIÓS TULAJDONSÁGÁNAK VIZSGÁLATÁRA

Buda István^{1} - Lehel József² - Nadhirah Binti Saidon¹ - Szabó Rita¹ - Budai*

Péter¹

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

²Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

*istvan.buda@toxicoop.com

Összefoglalás

A Draize-féle primer szemirritációs tesztet nagyon sok kritika éri az eredmények szubjektív értékelése, de legfőképp a vizsgálatok során felhasznált állatok szenvedése miatt. A napjainkban elérhető alternatív módszerek a körülményektől függően részben vagy akár teljes mértékben képesek kiváltani ezt az *in vivo* tesztet. Ezek közé tartozik a rekonstruált emberi szaruhártyaszerű hámszöveten (EpiOcularTM szövet) végzett vizsgálat, valamint az izolált csirkeszem vizsgálatán alapuló szemirritációs teszt. A vizsgálatokba bevont növényvédő szerek szemirritáló hatásának meghatározása az EpiOcularTM szövet modell esetében a sejtek életképességének csökkenésén alapult a negatív kontrollhoz viszonyítva, a sejtek életképességét MTT teszttel határoztuk meg. Az izolált csirkeszem vizsgálatán alapuló szemirritációs teszt elvégzése során a kezelést követően a szaruhártya-duzzadás, -homály és -károsodás mértékét az alap értékhez viszonyítva határoztuk meg és az így kapott végpontok kombinációból következtettünk a vizsgálat anyag szemirritációs potenciáljára. A vizsgált növényvédő szerek szemirritáló tulajdonságúak voltak az alkalmazott *in vitro* módszerek

alapján. A rendelkezésre álló *in vivo* eredményekkel összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy az összes vizsgált anyag esetében a saját *in vitro* és az *in vivo* eredmények megegyeztek.

Kulcsszavak: szemirritáció, izolált csirkeszem, *in vitro*, MTT módszer, EpiOcular™ szövet

Abstract

The *in vivo* Draize-test is one of the most criticized *in vivo* methods, because of the subjective nature of the clinical observations and injuries of the test animals. Nowadays, several alternative tests are available which can be partly or totally replaced the *in vivo* eye irritation testing depending on the circumstances. The EpiOcular™ model and the Isolated Chicken Eye Test (ICET) are part of these alternative methods. Four different pesticides were examined with these *in vitro* methods. The eye irritation potential of the test items in the EpiOcular™ model were predicted by measurement of their cytotoxic effect, as reflected in the MTT assay. In the Isolated Chicken Eye Test the eye irritation potential of the test item was predicted based on the combination of the three endpoints: corneal swelling, corneal opacity and fluorescein retention. The based on the determination of each endpoint was the differences between values of the base line measurement and the values of any observation time points after the post-treatment rinse. Each test items showed irritation potential in both models. Compared these results with the available information about *in vivo* data of the tested pesticides, all test items are corresponded to them.

Keywords: eye irritation, Isolated Chicken Eye, *in vitro*, MTT assay, EpiOcular™ tissue

Bevezetés

Napjainkra számtalan alternatív módszert dolgoztak ki a Draize-féle teszt kiváltására, melyek közé tartoznak azok az *in vitro* technikák is, ahol szövettenyészetet, illetve izolált szerveket használnak. Ezek az eljárások azonban jelen formájukban csak bizonyos feltételek mellett alkalmasak az *in vivo* Draize-féle szemirritációs teszt teljes mértékű kiváltására, melynek legfőbb oka, hogy ezen *in vitro* vizsgálati rendszerek viszonylag rövid ideig tarthatók fenn. Ezáltal nem tanulmányozhatók velük megbízhatóan a kémiai irritáció eredményeként jelentkező szövetkárosodások reverzibilitása. Ezen hiányosságuk következtében önmagukban jelenleg nem alkalmasak az enyhe és a mérsékelt irritációs potenciálok tanulmányozására. Kísérleteink során a Nurelle D 50/500 EC, Pyninex 48 EC, Mystic 250 EW és a Systhane 20 EW növényvédő szerek irritatív hatását tanulmányoztuk a két *in vitro* modell segítségével. Vizsgálatunk célja annak megválaszolása volt, hogy az izolált csirkeszemen alapuló, valamint az EpiOcular™ modellen végrehajtott *in vitro* tesztek eredményei milyen mértékben korrelálnak egymással, és alkalmasak-e a Draize-féle *in vivo* primer szemirritációs teszt részleges kiváltására növényvédő szerek szemirritációs tulajdonságainak vizsgálata során.

Anyag és módszer

A kísérleteinkben alkalmazott növényvédő szerek a Nurelle D 50/500 EC, Pyninex 48 EC, Mystic 250 EW és a Systhane 20 EW voltak. Az izolált csirkeszemen végrehajtott teszt során közvetlenül a kezelés előtt referencia értéként megmértük a vágóhídról származó csirkeszemek szaruhártya-vastagságát, ill. meghatároztuk a szaruhártyahomály és a fluoreszcein-megtartás mértékét. A referencia értékekhez viszonyítva határozzuk meg a három vizsgálatvégpont (szaruhártyahomály, vastagság és fluoreszcein-megtartás) esetében bekövetkező változás mértékét. A tapasztalt különbségek kiértékelése a módszerleírásban (OECD Guideline 438, 2018) található táblázatok használatával történt. Az EpiOcular™

szöveteken végrehajtott vizsgálatainkat az OECD 492 (2019) irányelv alapján végeztük. Az EpiOcular™ szöveteken végrehajtott vizsgálati módszer esetében a sejtek átlagos százalékban kifejezett életképességét határozzuk meg a negatív kontrollhoz viszonyítva. Ha a kapott százalékos életképesség a meghatározott 60%-os küszöbérték vagy annál nagyobb, a vizsgálati anyag nem rendelkezik szemirritációs potenciállal. Azonban, ha a kapott átlagos százalékban kifejezett életképesség a küszöbérték (60%) alatt van, az anyag szemirritálónak tekinthető.

Eredmények

A vizsgált növényvédő szerek izolált csirkeszemen végrehajtott tesztekben kapott *in vitro* szemirritációs kategóriáit az 1. táblázat, míg az EpiOcular™ szövet konstrukcióval végzett tesztkben meghatározott *in vitro* irritációs potenciáljait a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat A vizsgált növényvédő szerek izolált csirkeszemen végrehajtott tesztből származó *in vitro* irritációs kategóriái

Növényvédő szer	A három végpont kombinációja	GHS Kat.
Nurelle D 50/500 EC	1xII, 2xIII	Kat.2
Pyrinex 48 EC	1xIII, 2xIV	Kat.1
Mystic 250 EW	1xII, 1xIII, 1xIV	Kat.2
Sythane 20 EW	2xI, 1xIII	Kat.2

2. táblázat A vizsgált növényvédő szerek EpiOcular™ szövet konstrukcióval végzett vizsgálatban meghatározott *in vitro* irritációs potenciáljai

Növényvédő szer	Relatív Életképesség (%)	Irritációs potenciál
Nurelle D 50/500 EC	6	Irritáló
Pyrinex 48 EC	11	Irritáló
Mystic 25 0EW	2	Irritáló
Sythane 20 EW	2	Irritáló

Eredmények értékelése

Az izolált csirkeszemen végrehajtott teszt eredményei alapján a Pyrinex 48 EC súlyosan irritáló tulajdonságú, a Nurelle D 50/500 EC, Mystic 250 EW és a Systhane 20 EW pedig irritáló tulajdonságúak. Ezen eredmények megfelelnek a vizsgált készítményekről rendelkezése álló irodalmi adatoknak. Az EpiOcular™ szövetkonstrukcióval végzett tesztek eredményei alapján a Nurelle D 50/500 EC, Pyrinex 48 EC, Mystic 250 EW és a Systhane 20 EW szemirritálónak mutatkoztak, amelyek megfelelnek a vizsgált készítményekről rendelkezése álló irodalmi adatoknak.

3. táblázat A vizsgált növényvédő szerek *in vitro* tesztekben kapott *in vitro* irritációs kategóriái és a biztonsági adatlapokon szereplő *in vivo* szemirritációs kategóriák

Növényvédő szer	GHS kategória az izolált csirkeszemes teszt alapján	Irritációs potenciál az EpiOcular™ teszt alapján	<i>In vivo</i> eredmények GHS kategória
Nurelle D 50/500 EC	Kategória 2	Irritáló	Kategória 2
Pyrinex 48 EC	Kategória 1	Irritáló	Kategória 1
Mystic 25 0EW	Kategória 2	Irritáló	Kategória 2
Systhane 20 EW	Kategória 2	Irritáló	Kategória 2

Az *in vitro* tesztekkel kapott eredményeinket összehasonlítva a biztonsági adatlapokról elérhető *in vivo* irritációs eredményekkel (3. táblázat) azt tapasztaltuk, hogy mind a négy növényvédő szer esetében egyezés mutatkozott az *in vitro* és *in vivo* eredmények között, ez 100%-os pontosságot jelent. Az *in vivo* és *in vitro* irritációs eredmények megegyeztek az irritatív és a súlyosan irritatív növényvédő szerek esetében is, így az érzékenység 100%. A vizsgálatba vont növényvédő szerek közül a Pyrinex 48 EC rendelkezik súlyos szemirritációs potenciállal az *in vivo* eredmények alapján. A Nurelle D 50/500 EC, a Mystic 250 EW és a Systhane 20 EW növényvédő szerek irritációs potenciállal rendelkeznek, amely mind a tévesen pozitív, mind a tévesen negatív eredmény esetében 0%-ot eredményezett. Eredményeink alapján mindkét vizsgálati módszer alkalmas a folyékony halmazállapotú növényvédő szerek irritációs potenciáljának meghatározására bizonyos korlátok figyelembevételével. Az irritatív hatás

esetében sem az izolált csirkeszemes módszer (Adriaens és mtsai., 2014), sem az EpiOcular™ szövetmodellt alkalmazó teszt önmagában nem alkalmas az irritáció súlyosságának megítélésére (Kolle és mtsai., 2015). Más szerzők (Budai és mtsai., 2021) véleményével összhangban elmondhatjuk, hogy az EpiOcular™ valamint az izolált csirkeszemes teszt további alternatív tesztekkel kombinálva egy *in vitro* tesztrendszer formájában képesek az *in vivo* teszt teljes szemirritációs potenciálját lefedő kiváltásra.

Irodalom

Adriaens, E., Barroso, J., Eskes, C., Hoffmann, S., McNamee, P., Alépée, N., Bessou-Touya, S., De Smedt, A., De Wever, B., Pfannenbecker, U., Tailhardat, M. and Zuang, V. 2014. Retrospective analysis of the Draize test for serious eye damage/eye irritation: importance of understanding the *in vivo* endpoints under UN GHS/EU CLP for the development and evaluation of *in vitro* test methods. *Archives of Toxicology* 88. 701-723.

Budai, P., Kormos, É., Buda, I., Somody, G. and Lehel, J. 2021. Comparative evaluation of HET-CAM and ICE methods for objective assessment of ocular irritation caused by selected pesticide products. *Toxicology in Vitro* 74. 105150

EpiOcular™ Eye Irritation Test (OCL-200-EIT) SOP; For the prediction of acute ocular irritation of chemicals. For use with MatTek Corporation's Reconstructed Human EpiOcular™ Model (02 February 2021).

Kolle, S. N., Moreno, M. C.R., Mayer, W., van Cott, A., van Ravenzwaay, B. and Landsiedel, R. 2015. The EpiOcular™ Eye Irritation Test is the Method of Choice for the *In Vitro* Eye Irritation Testing of Agrochemical Formulations: Correlation Analysis of EpiOcular Eye Irritation Test and BCOP Test Data According to the UN GHS, US EPA and Brazil ANVISA Classification Schemes. *ATLA* 43. 181-198.

OECD 492, 2019. Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4, No. 492, “Reconstructed human Cornea-like Epithelium (RhCE) test method for identifying chemicals not requiring classification and labelling for eye irritation or serious eye damage” 18 June 2019.

OECD (Organisation for Economical Cooperation and Development) guideline 438 (2018): Isolated Chicken Eye Test Method for Identifying i) Chemicals Inducing Serious Eye Damage and ii) Chemicals Not Requiring Classification for Eye Irritation or Serious Eye Damage; OECD guideline for testing of chemicals 438 (25 June 2018).

A PROKLORÁZ PENETRÁCIÓJA A NÖVÉNYI SZÖVETEKBE POSZTHARVESZT ALKALMAZÁS SORÁN ÉS MÉRGEZŐ HATÁSA HÁZITYÚK-EMBRIÓKRA

Buzás Anna^{1} - Major László² - Batta Sára¹ - Lányi Katalin¹*

¹Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

²MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

*buzas.anna@univet.hu

Összefoglalás

Kutatásunk során citromokon tanulmányoztuk a prokloráz penetrációját a növény mélyebb szöveteibe. Háromféle koncentrációban, 1, 4 illetve 8 perc behatási idővel bemeztési módszerrel, emellett permetezéssel vittük fel a készítményt a gyümölcsre. A kezelési kísérletek azt mutatták, hogy mind a bemeztési időnek, mind a vizsgálati anyag koncentrációjának szignifikáns hatása volt a gyümölcs héján mérhető reziduum-szintekre. A permetezéssel felvitt növényvédő szer alacsonyabb reziduum-szintet eredményezett, mint az ugyanolyan koncentrációjú bemeztési kísérletek legtöbbje. Az élelmiszer-toxikológiai vizsgálatokon túl a házityúk tojásokon is alkalmaztuk a növényvédő szert, hogy információt nyerjünk az ökotoxikológiai tulajdonságairól. Ezen vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a prokloráznak jól kimutatható embriókárosító hatása van.

Kulcsszavak: prokloráz, fungicid, ökotoxicitás, MRL érték

Abstract

We studied the penetration of prochloraz into the deeper tissues of the fruit on lemons. The pesticide was applied in three different concentrations to the fruit with an immersion method for an exposure time of 1, 4 and 8 minutes, and also by spraying. The treatment experiments showed that both the immersion time and the concentration of the test item had a significant effect on the residue levels that could be measured on the fruit peel. The spray application method resulted in lower residue levels than most of the immersion experiments with the same concentration. We also used the pesticide on domestic hen eggs to obtain information on its ecotoxicological properties. From the egg tests it was clear that prochloraz has a detectable embryotoxic effect.

Keywords: prochloraz, fungicide, ecotoxicity, MRL value

Bevezetés

Az imidazol származékok közé tartozó prochloráz egy széles körben használt gombaölő szer, melynek hatása egy citokróm P450-függő enzim gátlásán alapul. A molekula kötődése nem specifikus, így számos más enzim aktivitását is gátolhatja, például szteroidok bioszintézisében részt vevő enzimeket is (Stein és mtsai., 2014). Zebraadániók prochlorázzal való kontaminációja teratogén hatást idézhet elő egy 2013-as vizsgálat alapján, melyben 8.5 and 4.6 mg/L közötti koncentrációjú prochloráz hatását vizsgálták, míg egy 2015-ben végzett kísérlet során 10-300 µg/L koncentrációjú prochloráz 60 nap alatt zavart okozott az ivarszervek fejlődésében. A prochloráz negatívan befolyásolhatja a méhek reprodukciós képességét és a populáció túlélését is (Domingues és mtsai., 2013; Baumann és mtsai., 2015). Kutatásunk arra irányult, hogy a gyümölcs héjára felvitt posztharveszt növényvédő szer megjelenik-e a héjon kívül a szövetekben, a gyümölcshúsban is. Emellett felmerült a kérdés, hogy a készítmény veszélyt jelenthet-e az elsődleges szántóföldi alkalmazása során a környéken fészkelő madárpopulációk

újabb generációira esetleges teratogén hatása miatt (Glavinic és mtsai., 2019; Alkassab és mtsai., 2020; Bro és mtsai., 2016).

Anyag és módszer

Citromok kezelése

A prokloráz (PCZ) hatóanyagú Faxer gombaölőszerrel kezeltünk bio-citromokat, amelyek növényvédőszer-mentességét előzetes LCMS vizsgálatokkal ellenőriztük. Háromféle kezelési koncentrációt használtunk: „low” (L) 0,10 mg/ml, „medium” (M) 0,27 mg/ml és „high” (H) 0,50 mg/ml proklorázra nézve. A gyümölcsöket 1, 4, vagy 8 percre merítettük a fenti emulzióba, illetve kézi permetezővel vittük fel rájuk azokat. Egy QuEChERS minta-előkészítés után LC-MS/MS módszerrel mértük a PCZ koncentrációját.

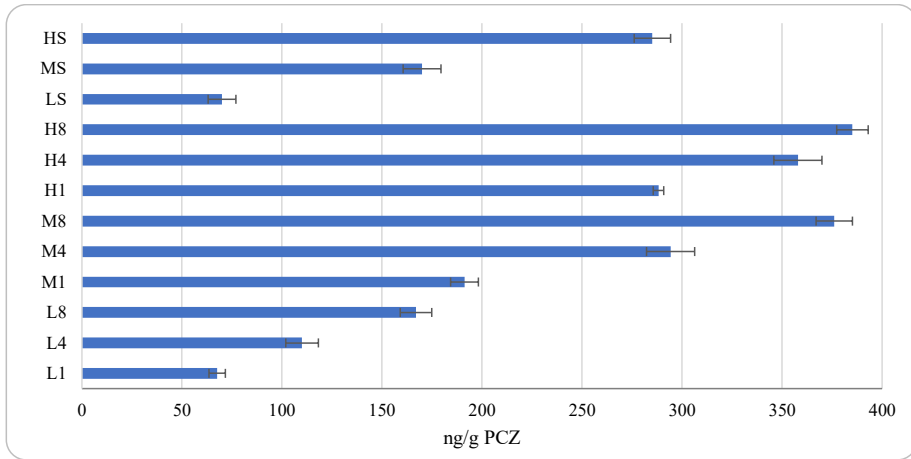
Tojások kezelése

Ebben az esetben két koncentrációval dolgoztunk: 0,50 mg/ml és 1,50 mg/ml PCZ; ezeket injektáltuk a tojások légkamrájába. Az első mintavétel rögtön a kezelés után történt. Ezután a tojások bekerültek egy Ragus típusú asztali keltezőgépbe 37,5-38,0°C-ra. Az első mintavétel után még 4 mintavételezés történt: az első nap után, a második nap után, a 9. nap után és a 19. nap után. Az inkubáció 3. napján korai embrionális fejlődés vizsgálat történt. A fejlődés 19. napján az embriókat kórbonctani vizsgálatnak vetettük alá. Később a tojásokat és a házityúk-embrió maradványokat homogenizáltuk, előkészítettük QuEChERS módszerrel és LC-MS/MS-el mértük a reziduumszinteket.

Eredmények

Citromok

Szembetűnő, hogy egyik citrom csoport gyümölcshúsában sem volt mérhető mennyiségű PCZ. A gyümölcs héjakon mért értékek közül (1. ábra) egy sem érte el a PCZ-ra meghatározott MRL értéket (10 000 ng/g).



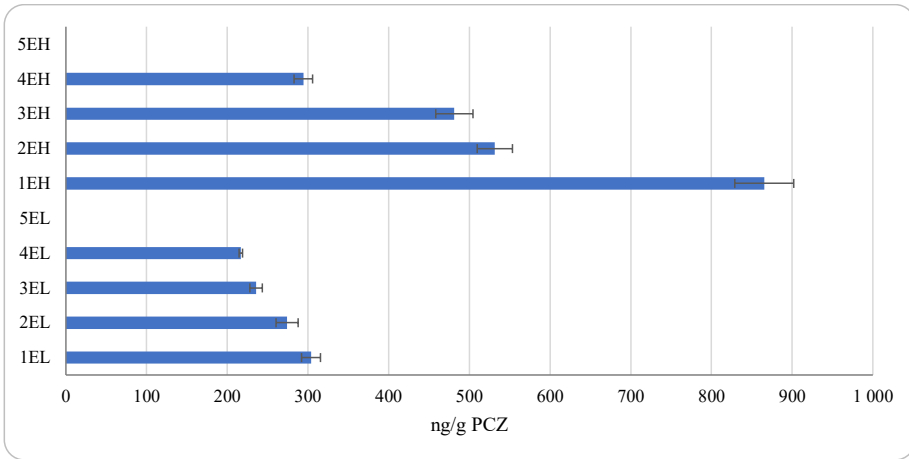
1. ábra A citromhéjakon mért prokloráz koncentrációk¹

Nem meglepő módon a legmagasabb PCZ koncentrációt a H csoportban tapasztaltuk (385,18 ng/g). Mind a bemeztető emulziók koncentrációja, mind a benne töltött idő növekedésével egyenes arányban nőtt a gyümölcshéjakból mérhető PCZ koncentrációja.

Házityúk tojások és embriók

A tojásokban történő PCZ mérések eredményeiből megállapítható (2. ábra), hogy az embrió fejlődésével párhuzamosan az idő előrehaladtával csökken a PCZ koncentráció. A legmagasabb mért szint 865,46 ng/g PCZ volt.

¹ L1,4,8: az alacsony koncentrációjú kezelőoldatba 1, 4, illetve 8 percre merített citromok eredményei; M1,4,8: ugyanez a közepes koncentrációjú kezelőoldat esetében; H1,4,8: ugyanez a magas koncentrációjú kezelőoldat esetében; L,M,HS: az alacsony, közepes, illetve magas koncentrációjú oldatokkal történt permetezés eredményei.



2. ábra A tojásokban mért prokloráz koncentrációk²

A tojásban mérhető PCZ szint mellett nem elhanyagolható az embrióból mért PCZ szint sem, ami az alacsony koncentrációjú kezelés esetében a 9. napon 46,19; a 19. napon 1,25 ng/g volt, míg a magas koncentrációjú kezelés esetében a 9. napon 75,11; a 19. napon 23,84 ng/g értékeket tapasztalhattunk. Statisztikailag szignifikánsan növekedett az embriómortalitás a 19. keltetési napra és az alacsony koncentrációjú PCZ eleggyel kezelt tojások közül szignifikánsan kevesebb esetben láttunk deformitást, mint a magasabb koncentrációval kezelt tojások esetében. Viszont a kontroll csoporthoz képest nem számottevő a rendellenesen fejlődött embriók száma.

Eredmények értékelése

A kísérletek alapján látható, hogy a prokloráznak embriókárosító hatása lehet. Ugyanakkor a mért koncentrációk egy esetben sem érték el a határértéket, viszont a bioakkumuláció és a biomagnifikáció miatt veszélyt jelenthetnek a madárpopulációkra és a magasabb rendű szervezetekre, például az emberi szervezetre is.

² L, vagy H: az alacsony, illetve magas koncentrációjú kezelőoldattal történt injektálás eredményei. 1: rögtön a kezelés után, 2: 1 nap múlva, 3: 2 nap múlva, 4: 9 nap múlva, 5: 19 nap múlva vett minták eredményei.

Irodalom

- Stein, B., Michalski, B., Martin, S., Pfeil, R., Ritz, V. and Solecki, R. 2014. Human health risk assessment from combined exposure in the framework of plant protection products and biocidal products. *J Für Verbraucherschutz Leb.* 9. <https://doi.org/10.1007/s00003-014-0915-7>
- Domingues, I., Oliveira, R., Musso, C., Cardoso, M., Soares, A. M. V. M. and Loureiro, S. 2013. Prochloraz effects on biomarkers activity in zebrafish early life stages and adults. *Environ. Toxicol.* 28. 155-163. <https://doi.org/10.1002/tox.20710>
- Baumann, L., Knörr, S., Keiter, S., Nagel, T., Segner, H. and Braunbeck, T. 2015. Prochloraz causes irreversible masculinization of zebrafish (*Danio rerio*). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22. 16417-16422. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3486-3>
- Glavinic, U., Tesovnik, T., Stevanovic, J., Zorc, M., Cizelj, I., Stanimirovic, Z. and Narat, M. 2019. Response of adult honey bees treated in larval stage with prochloraz to infection with *Nosema ceranae*. *PeerJ.* 7. e6325. <https://doi.org/10.7717/peerj.6325>
- Alkassab, A. T., Kunz, N., Bischoff, G. and Pistorius, J. 2020. Comparing response of buff-tailed bumblebees and red mason bees to application of a thiacloprid-prochloraz mixture under semi-field conditions. *Ecotoxicology* 29. <https://doi.org/10.1007/s10646-020-02223-2>
- Bro, E., Devillers, J., Millot, F. and Decors, A. 2016. Residues of plant protection products in grey partridge eggs in French cereal ecosystems. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 23. 9559-9573. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6093-7>

AZ IMAZALIL ÉS IPKONAZOL PENETRÁCIÓJA A CITRUSFÉLÉKBE A POSZTHARVESZT KEZELÉS SORÁN

Lányi Katalin* - Lini Ákos Benedek - Buzás Anna

Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

*lanyi.katalin@univet.hu

Összefoglalás

A kutatás során a Rancona-I-Mix három különböző koncentrációjú vizes emulziójával (0,10; 0,27 és 0,50 mg/ml koncentráció imazalilra nézve) kezeltünk citromokat 1, 4 és 8 percig bemeztetéses; valamint permetezéssel technikával, majd 1 napos szárítás után megmértük a hatóanyagok (imazalil és ipkonazol) koncentrációját a citromok héján és belsejében. A kutatás másik vonalán a Rancona-I-Mix fungicid hatását vizsgáltuk 3 különböző töménységben *Penicillium expansum* penészgombán. Az eredmények alapján elmondható, hogy az imazalil nagymértékben képes a gyümölcshúsba penetrálni, egyes esetekben még az ADI/ARfD értéket is átlépve. A vizsgálati anyag koncentrációjának emelése sokkal nagyobb mértékben emeli a szer hatékony maradványanyag koncentrációját a héjon, mint a kezelési idő növelése, amely viszont a gyümölcszövetbe való penetrációra hat nagyobb mértékben. A mikrobiológiai kísérleti vonalon a Rancona-I-Mix mind a 3 dózisban hatékonyan meggátolta a *P. expansum* növekedését.

Kulcsszavak: imazalil, ipkonazol, citrom, penetráció, MRL érték, *P. expansum*

Abstract

Lemons were treated with three different concentrations of aqueous emulsion of Rancona-I-Mix for 1, 4 and 8 minutes in immersion and spray form, then after 1 day of drying the concentration of the active agents (imazalil and ipconazole) were measured on the peel and inside the lemons. In another line of the research, we investigated the fungicidal effect of Rancona-I-Mix in three different concentrations on the fungus *Penicillium expansum*. Based on the results, it can be said that imazalil can penetrate to the pulp to a great extent, even exceeding the ADI/ARfD value in some cases. Increasing the concentration of the treating emulsion increases the effective residue concentration of the agents on the skin to a much greater extent than increasing the treatment time, which in turn has a more definitive effect on the penetration into the fruit tissue. In the microbiological experimental line, Rancona-I-Mix effectively inhibited the growth of *P. expansum* in all three doses.

Keywords: imazalil, ipconazole, lemon, penetration, MRL value, *P. expansum*

Bevezetés

A *P. digitatum* és a *P. italicum* gombafajok felelősek a citrusfélék posztharveszt veszteségeinek 90%-áért, ezen felül közegészségügyi veszéllyel is bírnak mikotoxinjaik révén (pl.: citrinin, patulin) (Yang és mtsai., 2019). A citrusfélék gombás fertőződései ellen jelenleg a legelterjedtebb és leghatékonyabbnak tartott módszer a különböző fungicid szerek használata a tárolás és a szállítás során (Khamsaw és mtsai., 2022). Napjainkban a legjelentősebb fungicid hatóanyagok citrusfélékben az imazalil, tiabendazol, prokloráz és az orto-fenil-fenol (Naqvi, 2004; Morales és mtsai., 2010). Ezeket a hatóanyagokat a gyakorlatban nem vegytiszta formában, hanem többféle anyagot tartalmazó keverékben használják, ilyen például az imazalilt (IMZ) és ipkonazolt (ICZ) tartalmazó Rancona-I-Mix. Kutatásunk során arra voltunk kíváncsiak, hogy a különböző módszerekkel, különböző koncentrációkban a gyümölcsre

juttatott imazalil és ipkonazol milyen koncentrációt ér el a héjon, ezek hatékony védelmet jelentenek-e. Célunk volt még, hogy megmérjük a különböző módszerű és koncentrációjú kezelések után a hatóanyagok gyümölcsbőrbe való penetrációját.

Anyag és módszer

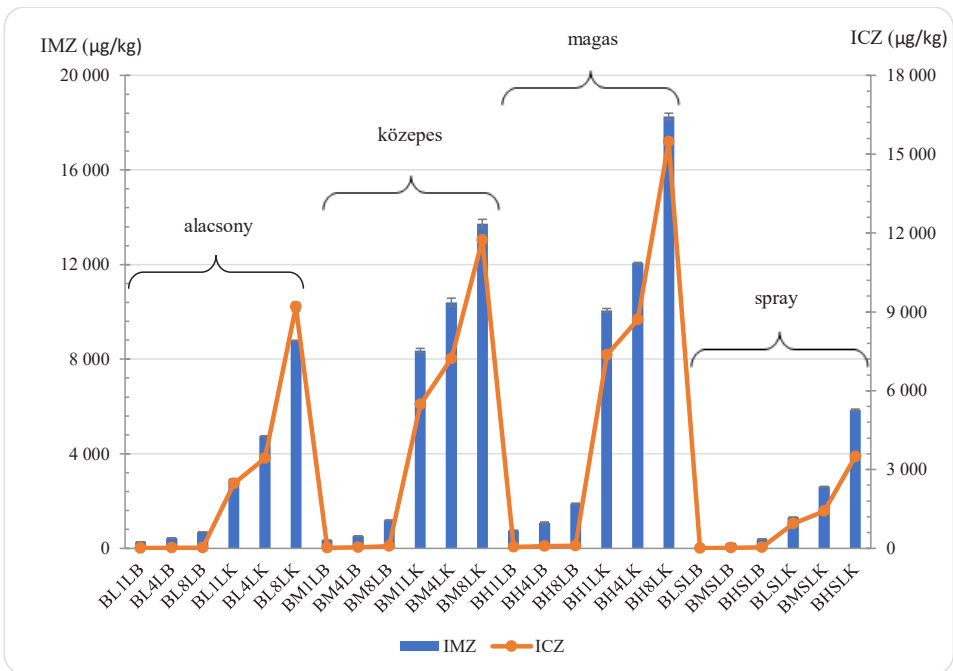
Szupermarketből származó „bio” jelzésű citromokat használtunk, amik peszticid-mentességét előzetes LCMS vizsgálatokkal ellenőriztük. A kutatás során bemelegítéssel és permetezéssel applikáltuk a Rancona-I-Mix különböző hígítású vizes emulzióit (3-3 különböző koncentrációban: 0,10-0,27-0,50 mg/ml imazalilnak megfelelő hígításokban). A bemelegítéssel való kezelésnél továbbá minden egyes koncentrációban három különböző behatási időt vizsgáltunk, 1, 4 és 8 perces kezelésnek vetettük alá a gyümölcsöket. A citromok megszáritása után egy QuEChERS mintaelőkészítést végeztünk, majd UHPLC-MS módszerrel mértük a mintáink peszticid tartalmát.

A maradványanyag mérésekkel párhuzamosan egy mikrobiológiai vizsgálatot is elvégeztünk, ahol a *P. expansum* növekedését vizsgáltuk az alacsony, közepes és magas dózisú Rancona-I-Mix hozzáadása után. A kísérlethez redoxpotenciál mérést alkalmaztunk, melynek lényege, hogy a mikroorganizmusok metabolikus tevékenysége során képződő szén-dioxidot képes detektálni ORP elektróda segítségével.

Eredmények

Mindkét fungicid hatóanyag esetén a kezelés idejével és a kezelőoldat koncentrációjával párhuzamosan nőtt a gyümölcs héján és húsában mérhető maradékanyag mennyisége (1. ábra). A héjon mind a két hatóanyag jóval magasabb értéket ért el, mint a citromok belsejében, a permetezéssel kivitelezett peszticid kezelés után viszont a hatóanyagok gyümölcsön mérhető koncentrációja elmaradt a bemelegítéshez képest. Az alacsony (L) koncentrációban alkalmazott imazalilal kezelt citromok esetében az ajánlott hatékony koncentrációt a héjon

csak a 4 és 8 perces merítéses kezelés után sikerült elérni, az utóbbi vizont meghaladta a teljes gyümölcsre vonatkoztatott az 5000 µg/kg-os MRL értéket. A második csoportban (M) mind a 3 időtávnyi kezelés elegendő volt a héjyon elérendő ajánlott gátló koncentráció eléréséhez, azonban mind a három eredmény meg is haladta a citromra érvényes MRL értéket.



1. ábra A mért imazalil és ipkonazol koncentrációk³

A magas (L) koncentrációjú imazalilos kezelések esetében, mindhárom bemeztéses próba után az eredmény az MRL érték többszöröse lett. A permetezési vizsgálatot tekintve itt találtunk olyan koncentrációt, ahol sikerült elérni az ajánlott inhibitor imazalil koncentrációt a héjyon, ez

³ A 4x6 adatpárból az első három hatos csoport esetében a kódban található szám a bemeztés idejét (perc), a kód utolsó karaktere pedig azt jelzi, hogy a gyümölcs belsejéről (B), vagy a héjáról (K) van-e szó. Az utolsó hatos csoport esetében a kód második karaktere jelzi, hogy az alacsony (L), közepes (M), vagy a magas (H) koncentrációjú oldattal történt-e a kezelés, az utolsó karakter pedig az előbb említett módon arról árulkodik, hogy a gyümölcs belsejében, vagy a héjyon mért értékekről van-e szó.

azonban szintén meghaladta a citromra meghatározott MRL mértéket. A gyümölcshúsba is a 4 és 8 perces kezelés után penetrált leginkább a hatóanyag mindhárom koncentráció esetén.

Mikrobiológiai eredmény: A műszeres mérés során meglepő módon a vizsgált minták egyikén sem jelent meg penészedés és a redox szoftver sem jelzett mikrobiológiai aktivitást. Ebből arra lehet következtetni, hogy a Rancona-I-Mix már a vizsgált legalacsonyabb dózisban is gátolta a gomba növekedését.

Eredmények értékelése

Megfigyeléseink szerint esetenként a magasabb koncentrációjú hatóanyaggal rövidebb ideig történő bemeztéses kezelés azonos hatékony koncentrációt érhet el a héjon, mint az alacsonyabb koncentrációval hosszabb ideig végzett. Például a 8 perces, 0,1 mg/ml koncentrációban alkalmazott és az 1 perces, 0,27 mg/ml koncentrációban alkalmazott imazalilos kezelés után a citromhéjakon kialakuló hatóanyag koncentrációk között nem volt szignifikáns különbség ($p < 0,05$). A gyümölcshúsba a hosszabb ideig tartó kezeléseket után penetrált leginkább az imazalil. A gyümölcshúsban mért koncentrációk a felnőttekre vonatkozó ADI és ARfD értékeket nem érték el, de a 20 kg testsúlyú gyermekekre vonatkozót a magas koncentráció 8 perces kezelés eredménye meghaladta. Statisztikai számításaink azt igazolták, hogy egyértelműen a kezelőoldatok koncentrációja bír nagyobb jelentőséggel a héjon, vagy a gyümölcshúsban kialakuló maradékanyag-koncentráció tekintetében, mint a kezelés időtartama.

Irodalom

- Yang, Q., Qian, X., Dhanasekaran, S., Boateng, N. A. S., Yan, X., Zhu, H., He, F. and Zhang, H. 2019. Study on the Infection Mechanism of *Penicillium Digitatum* on Postharvest Citrus (*Citrus Reticulata* Blanco) Based on Transcriptomics. *Microorganisms* 7. 672.
- Khamsaw, P., Sangta, J., Chaiwan, P., Rachtanapun, P., Sirilun, S., Sringarm, K., Thanakkasaranee, S. and Sommano, S. R. 2022. Bio-Circular Perspective of Citrus Fruit Loss

Caused by Pathogens: Occurrences, Active Ingredient Recovery and Applications. *Horticulturae* 8. 748.

Naqvi, S. A. M. H. 2004. Diseases of Fruits and Vegetables Volume I. Springer Netherlands, Dordrecht, 191-227.

Morales, H., Marín, S., Ramos, A. J. and Sanchis, V. 2010. Influence of post-harvest technologies applied during cold storage of apples in *Penicillium expansum* growth and patulin accumulation: A review. *Food Control* 21. 953-962.

POSZTHARVESZT FUNGICIDEK KIOLDÓDÁSÁNAK VIZSGÁLATA ITALOKBAN ÉS LEVEKBEN

*Ivacs Vince - Sörös Csilla**

MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

*marczika.andrasne.soros.csilla@uni-mate.hu

Összefoglalás

A gyümölcsök eltarthatóságának növelése kihívásokat állít az élelmiszeripari szakemberek számára. Betakarítást követően a gombás fertőzések ellen posztharveszt fungicidekkel védik meg a gyümölcsök egészségét. Citrom esetében a két leggyakrabban használt hatóanyag az imazalil és a tiabendazol, amelyek a gyümölcs héjának viaszos rétegéhez jól kötődő készítmények hatóanyagai, emiatt nehezen eltávolíthatók. Sajnos a fogyasztók gyakran figyelmen kívül hagyják ezt az információt és megelégednek arról, hogy ezek a káros vegyületek bekerülhetnek élelmiszereinkbe. Ebben a tanulmányban a citromok héjáról áztatás során italokba kioldódó hatóanyagok mennyiségét vizsgáltuk. A mérésekhez négy italt/levet használtunk és a kioldódás különbségéért felelős tényezőket is vizsgáltuk. Ennek érdekében a két hatóanyag fiziko-kémiai tulajdonságait és az italok összetételét vizsgáltuk meg. A hatóanyagok pontos koncentrációinak mérésére saját fejlesztésű szermaradék-elemző módszert alkalmaztunk.

Az eredmények azt mutatják, hogy az italok ízesítése során a citromok héjáról könnyen mérhető mennyiségű káros hatóanyag képes kioldódni, ezért élelmiszerbiztonsági szempontból kockázatos a citromok ilyen felhasználása.

Kulcsszavak: posztharvest fungicidek, citrom, élelmiszerbiztonság

Abstract

Increasing the shelf life of fruit is a challenge for food professionals. Postharvest fungicides are used to protect fruit health against fungal infections. In the case of lemons, the two most frequently used active ingredients are imazalil and thiabendazole, which are the active ingredients of formulations that bind well to the waxy layer of the fruit's skin are, therefore, difficult to remove. Unfortunately, consumers often ignore this information and forget that these harmful compounds can be transferred into our food. In this paper, amount of the active substances leached from the peel of lemons during beverage extraction was investigated. Four drinks/juices were used for the measurements, and factors responsible for the difference in leaching were also studied. For this purpose, the physico-chemical properties of the two active ingredients and the composition of the drinks were investigated. A self-developed residue analysis method was used to measure the exact concentrations of the active substances.

The results show that during the flavouring of drinks, a measurable amount of harmful active substances can be released from the peel of lemons, so the use of lemons in this way is risky from a food safety point of view.

Keywords: postharvest fungicides, lemon, food safety

Bevezetés

A citromok betakarítását követően számos megbetegedés alakulhat ki a gyümölcsök felületén, amelyekért alapvetően három gombafaj felelős, a *Penicillium digitatum*, a *Penicillium italicum* és a *Geotrichum citri-aurantii* (Ismail és Zhang, 2004; Cheng és mtsai., 2020). Ma már bevett szokás, hogy a gombák ellen posztharvest fungicidekkel védekeznek, amelyeket relatíve nagy koncentrációban juttatnak a citromok héjára. Termelési helytől függetlenül a két leggyakoribb

hatóanyag az imazalil és a tiabendazol. Az Európai Unióban MRL értékkel szabályozzák a hatóanyagok maximum megengedett mennyiségét, amely előbbi esetében 5 ppm utóbbinál 7 ppm (EU Pesticide Database). Ugyan kötelező feltüntetni a csomagolásokon a kezeléshez használt hatóanyagokat, sajnos a fogyasztók sokszor figyelmen kívül hagyják ezt az információt (1169/2011/EU). Gyakran ízesítik az italokat citrom darabkákkal, mely ízesítés során a héj felületéről kioldódnak a vegyületek (Pelegrín és mtsai., 2020). A kioldódás mértéke függhet a két vegyület oldhatóságától, polaritásától, a közeg pH-jától (az adott hatóanyag milyen mikrospeciesz formában van jelen), a keverés mértékétől (intenzívebb keverés hatékonyabb kioldódást eredményez), hőmérséklettől (magasabb hőmérséklet segíti az oldódást) és a közeg összetételétől. Mindkét vegyület gyenge bázikus tulajdonságú, ami azt jelenti, hogy egy magas hidrogénion koncentrációjú közegben protonált formát vesznek fel, ami szintén növeli az oldhatóságot. Célkitűzéseink között szerepelt egy olyan analitikai módszer kidolgozása, mely alkalmas a két hatóanyag mérésére italokból, törekedve arra, hogy olcsó, egyszerű és gyors legyen. Saját fejlesztésű szermaradék-elemző módszerrel vizsgáltuk meg a citrommal ízesített italok szermaradék-koncentrációját 2 órás áztatás után.

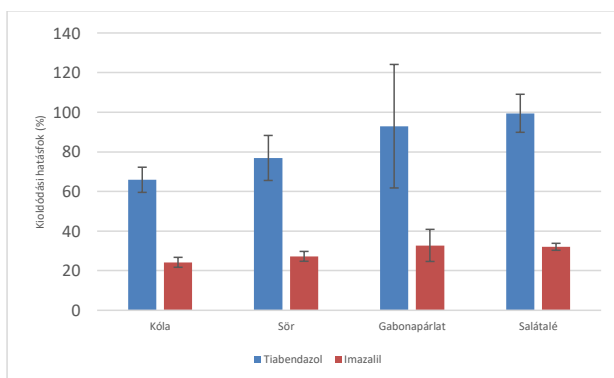
Anyag és módszer

A kutatáshoz a kereskedelemben kapható, az ismert hatóanyagokkal kezelt citromot használtunk fel. 5 kg citromot kb. 1 cm-es kockákra vágunk, majd ezeket egy éjszakára mélyhűtőbe tettük. A keményre fagyott citromdarabokat ezt követően alaposan homogenizáltuk, majd szabványos módszerrel szermaradék-analízisnek vetettük alá a mintapopulációt, 10 ismétlésben. Ezt követően használtuk a citromkockák definiált tömegét az italok ízesítéséhez 6 ismétlésben. Az analitikai módszer kidolgozásához két mintaelőkészítési technikát hasonlítottunk össze a szabványos QuEChERS (MSZ EN 15662) és a „dilute and shoot” módszereket (Rejzák és Tumiski, 2015; Dias és mtsai., 2019). A mintaelőkészítési

technika kiválasztását releváns analitikai teljesítményjellemzők alapján döntöttük el (mátrixhatás, kinyerés), valamint figyelembe vettük az idő- és anyagköltségeket is. A hatóanyagok mérését peszticid analitikában leggyakrabban alkalmazott, UHPLC-MS/MS készülékkel végeztük, amelyhez a kromatográfiás időt igyekeztük csökkenteni, ehhez rövidebb oszlopot és meredekebb grádiens profilt írtunk, az ionforrás miatt fellépő mátrixhatás ellen pedig mátrix-illesztett kalibrációval igyekeztünk védekezni (Kruve és Leito, 2013). A citromos ízesítést a valósághoz igazítottuk, 100 ml italba nagyjából 60 g citromot mértünk be. A választott négy ital/lé kereskedelemben vásárolt kóla, búzasör, gabonapárlat és általunk elkészített ecetes salátalé volt. A kevertetést rázógép segítségével végeztük 2 órán keresztül és az így nyert, fungicideket tartalmazó extraktumoknak a pontos hatóanyag-tartalmát a korábban kidolgozott analitikai módszerrel mértük meg.

Eredmények

A kidolgozott analitikai módszerrel a 24 mintából a két hatóanyag mérése mintaelőkészítéssel együtt nagyjából 3 óra volt, ami nagyon gyorsnak mondható. Emellett fontos kiemelni, hogy minimális mennyiségű vegyszert használtunk fel.



1. ábra Fungicidek kioldódási hatásfoka italokban és levekben (100% az 1,0 mg/kg imazalilnak, 1,5 mg/kg tiabendazolnak felel meg)

A citrom pontos hatóanyag-tartalmát előzetesen megmértük, kilogrammonként 1,0 mg tiabendazol és 1,5 mg imazalil tartalmazott, vagyis mindkét hatóanyag koncentrációja MRL érték alatti volt. A 10 párhuzamos mintára kapott eredmények relatív szórása mindkét hatóanyag esetén 25% alatti volt, ezt mi megfelelő homogenitású mintapopulációnak értékeltük. Ehhez viszonyítottuk az italok citromos ízesítését követően mért hatóanyag koncentrációkat, amiből kifejeztük a kioldódási hatásfokot. A két hatóanyag kioldódása a négy italban az 1. ábrán látható. Gabonapárlat és salátalé esetében a tiabendazol szinte teljes mértékben átkerült a folyadékfázisba, míg kólában és sörben 65-75% között volt ez az érték. Imazalil esetében meglepő eredményeket kaptunk, az összes italban csupán töredéke oldódott ki a tiabendazolhoz képest. A kioldódások közti különbség értelmezéséhez t-próbával elvégeztünk egy szignifikancia vizsgálatot. Ennek eredménye, hogy mind imazalil, mind tiabendazol esetében salátalé és kóla, salátalé és sör, gabonapárlat és kóla vonatkozásában szignifikáns, míg gabonapárlat és sör összehasonlításában látható különbséget tapasztaltunk. Ez azt jelenti, hogy a hatóanyagok kioldódásában megnyilvánuló különbséget az italok valamely tulajdonsága okozta. Mivel a hatóanyagok formája pH-függő megvizsgáltuk a mátrixok pH értékeit. Négy ital közül kólában mértük a legalacsonyabb kémhatást (2,56), ilyen körülmény esetén mindkét hatóanyag protonált formát vesz fel, míg legmagasabb pH-ja a gabonapárlatnak volt (5,49), ahol a tiabendazol protonált mellett semleges formát is felvesz. Ez alapján a kólában vártuk volna a legnagyobb mennyiségű hatóanyag jelenlétét, azonban ezzel ellentétes eredményt kaptunk, vagyis nem a közeg pH-ja határozza meg döntően a hatóanyagok kioldódását. Irodalmi adatok alapján megvizsgáltuk a közegek szárazanyag-tartalmát, feltételezésünk szerint az eredmények alakulása ezzel lehet összefüggésben. A kóla a magas cukor tartalma miatt rendelkezik a legnagyobb (112 g/l) szárazanyag-tartalommal és véleményünk szerint egy ilyen közegben a vegyületek oldódása gátolva van, ami magyarázatot adhat a meglepő eredményekre. Az 1. ábrán jól látható, hogy az imazalil jóval alacsonyabb

mennyiségben jelent meg minden folyadékban, a tiabendazolhoz képest. E jelenség indoklása érdekében megvizsgáltuk a két hatóanyag fiziko-kémiai tulajdonságait és egymással szembe állítottuk ezeket. Az imazalil oldhatósága vízben hatszorosa a tiabendazolénak és alkoholokban ennek sokszorososa, polaritásuk közt nincs nagy különbség, ezek alapján az előbbinek hatékonyabban kellene kioldódnia, vagyis ebben az esetben is várakozásainkkal ellentétes eredményt kaptunk. Hipotézisünk szerint a válasz a növényvédelmi technológiában rejlik, miszerint a tiabendazol esetlegesen olyan, könnyen oldódó formulában került felhasználásra (pl. nanoformula), mely segítette a hatóanyag oldatbéli transzportját.

Eredmények értékelése

Munkánk során analitikai módszert dolgoztunk ki citromnál leggyakrabban használt két posztharveszt fungicid hatóanyag vizsgálatára olyan italokban és levekben, amelyeket előzetesen citromos áztatással ízesítettünk. Eredményeink rávilágítanak a tudatos fogyasztói magatartás fontosságára.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Köszönjük a MATE TDK Műhelymunka pályázatának támogatását.

Irodalom

Ismail, M. and Zhang, J. 2004. Post-harvest Citrus Diseases and their control. *Outlooks on Pest Management* 15(1). 29-35.

EU Pesticide Database. https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

- Rejczak, T. and Tuzimski, T. 2015. A review of recent developments and trend sin the QuEChERS sample preparation approach. *Open Chemistry* 13(1). 980-1010.
- Dias, J. V., Nunes, M. G. P., Pizzutti, I. R., Reichart, B., Jung, A. A. and Cardoso, C. D. 2019. Simultaneous determination of pesticides and mycotoxins in wine by direct injection and liquid chromatography-tandem mass spectrometry analysis. *Food Chemistry* 29(1). 83-91.
- Krueve, A. and Leito, I. 2013. Comparison of different methods aiming to account for/overcome matrix effects in LC/ESI/MS on the example of pesticide analyses. *Analytical Methods* 5(12). 3035-3044.
- Pelegrín, C. J., Flores, Y., Jiménez, A. and Garrigos, M. C. 2020. Recent trends in the analysis of chemical contaminants in beverages. *MDPI* 32(6). 1-29.
- Cheng, Y., Lin, Y., Cao, H. and Li, Z. 2020. Citrus postharvest green mold: recent advances in fungal pathogenicity and fruit resistance. *Microorganisms* 8(3). 449.
- 1169/2011/EU *rendelet*: [https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/PDF/-](https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169)

A TOLERANCIA HATÁSA EGYES ALMÁT FERTŐZŐ GOMBAFAJOK MEGJELENÉSÉRE

Sólyom Laura^{1} - Lengyel Kálmán² - Takács András Péter¹*

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

²Veszprémi Mezőgazdasági Zrt.

*solyomlaura@gmail.com

Összefoglalás

Vizsgálatainkat egy Veszprém melletti Szabadság-pusztán található almásban 2022.04.08.-10.06. közötti időszakban végeztük. Az Idared fajta esetében a fertőzöttség felvételezésénél a kezelt és kezeletlen sorokban található összes fán meghatároztuk a lisztharmat fertőzöttség mértékét és gyakoriságát. A többi almafajtánál (Luna, Bonita, Gála) 100 a mintavétel során véletlenszerűen kiválasztott levélmintán vizsgáltuk a lisztharmat és varasodás fertőzöttségét. A Gála fajta esetében 100 levélmintából 83 levélen észleltünk varasodás fertőzöttséget, míg a gyümölcsök esetében 100 mintából 14 gyümölcsön figyeltünk meg tüneteket a kezeletlen területen. A kezelt területen nem találtunk fertőzött leveleket, és a gyümölcsök esetében 100-ból mindössze 3 gyümölcsön voltak tünetek. Az Idared fajtán a kezeletlen területen jóval nagyobb volt a lisztharmatfertőzés gyakorisága, mint a kezelt terület esetében, de a fertőzöttség mértéke egyformán magas volt. A Luna fajta esetében a tenyészidőszak folyamán nem észleltünk varasodást, és lisztharmat tüneteket, amely a magas fokú toleranciának köszönhető. A Bonita fajta esetében a tenyészidőszak végén, 100 levélből 62 levélen tapasztaltunk lisztharmat fertőzöttséget. Varasodást nem észleltünk a fajtán.

Kulcsszavak: rezisztencia, alma, lisztharmat, varasodás, fajtaválasztás

Abstract

Our studies were carried out in Szabadság-pusztá near Veszprém in an apple orchard between 08.04.-06.10.2022. The degree and intensity of powdery mildew infection of the Idared variety were determined on all trees in treated and untreated rows. For other apple cultivars (Luna, Bonita, Gála), 100 leaf samples were randomly collected to determine the powdery mildew and scab infection. 83 leaves and 14 fruits out of 100 leaf and fruit samples of the variety Gála were infested with scabs in the untreated area. No infected leaves were found in the treated area. Symptoms were observed only on three of the 100 investigated fruits. On the Idared variety, the incidence of powdery mildew infection was much higher in the untreated than in the treated area, but the level of infection was equally high. On the Luna variety, no scab or mildew symptoms were observed during the season due to high tolerance. In the case of the Bonita cultivar, at the end of the growing season, 62 among 100 leaf samples showed mildew symptoms, while no scab was observed on the variety.

Keywords: resistance, apple, powdery mildew, scab, variety choice

Bevezetés

A *Phodosphaera leucotricha*, által okozott lisztharmat a termesztett alma (*Malus x domestica*) és a körte (*Pyrus* spp.) egyik legfontosabb és legelterjedtebb betegsége. A lisztharmatnak a fák életképességére gyakorolt hatása, káros lehet a gyümölcsösök és faiskolák jövedelmezőségére (Butt és mtsai., 1983; Yoder, 2000; Serdani és mtsai., 2005). A gomba az ágakat, a lombzatot, a virágokat és a gyümölcsöket támadja meg. A fertőzött ágak gyakran elhalnak, a fiatalon fertőződött levelek megnyúlnak, és hosszanti irányban összehajlanak (Ellis és mtsai., 1981). A meghatározó jelentőségű almavarasodás (*Venturia inaequalis*) ellen túlnyomórészt higiéniai és

termesztési intézkedések kombinációjával, valamint fungicidek alkalmazásával védekezünk (Beresford és Manktelow, 1994). A fertőzés tavasszal és kora nyáron indul a pszeudotéciumokból esőzés hatására felszabaduló aszkospórák révén. Ez a kibocsátás a gazdaszervezet rügyfakadásával és a levelek kibontakozásával egy időben történik (Brook, 1976; Szkolnik, 1969; MacHardy és Gadoury, 1986). A fertőzésveszély a vegetációs időszak elején a legnagyobb, amikor a levelek és a gyümölcsök a legérzékenyebbek (Schwabe, 1979; Schwabe és mtsai., 1984; Xu és Robinson, 2005). A *V. inaequalis* almatermesztésre gyakorolt súlyos hatása abból adódik, hogy a varasodás miatt a gyümölcsök piacképtelenné válhatnak (MacHardy, 1996).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat egy Veszprém melletti Szabadság-pusztán található gyümölcsösben 2022.04.08.-10.06. közötti időszakban végeztük. A gazdaságban összesen 18 hektárnyi almaültetvény található, amelyből a vizsgált toleráns fajták területe 2 ha (1ha Luna, 1ha Bonita). A megfigyelések során 0,5 ha kezelt, és 0,5 ha kezeletlen kontroll csoportokat alakítottunk ki. A kezelt terület az inszekticidus kezelések mellett fungicidus kezeléseket is kapott. A kezeletlen kontroll csoport csak inszekticidus kezelést kapott. Az Idared és Gála ültetvények esetében 0,05 ha kezelt és 0,05 ha kezeletlen területet alakítottunk ki, ahol szintén a kezeletlen ültetvények nem kaptak fungicidus kezelést. Idared esetében a fertőzöttség felvételezésénél a kezelt és kezeletlen sorokban található összes fán meghatároztuk a lisztharmat fertőzöttség mértékét, illetve gyakoriságát. A többi almafajtánál (Luna, Bonita, Gála) 100 a mintavétel során véletlenszerűen kiválasztott levélmintára határoztuk meg a lisztharmat és varasodás fertőzöttségét. A Bonita és Luna fajták esetében az ültetvény 2019-es telepítésű és a fák termőfelülete 40-60%. A terület 2%-át takarítottuk be, a kezelt és kezeletlen területek esetében is.

Eredmények és következtetések

A Gála fajta esetében 100 levélmintából 83 levélen észleltünk varasodás fertőzöttséget, míg a gyümölcsök esetében 100 mintából 14 gyümölcsön figyeltünk meg varasodás tüneteket a kezeletlen területen. A kezelt területen nem találtunk fertőzött leveleket, és a gyümölcsök esetében 100-ból mindössze 3 gyümölcsön voltak tünetek. A kezeletlen területről 331 kg, a kezelt területről 463 kg almát takarítottunk be. Az Idared fajtán a kezeletlen területen jóval nagyobb volt a lisztharmatfertőzés gyakorisága, mint a kezelt terület esetében, de a fertőzöttség mértéke egyformán magas volt. A betakarítás mintavételszerűen történt, a kijelölt terület 10%-át szedtük le. A kezelt területről 182 kg, a kezeletlen területről 175 kg almát takarítottunk be. A Luna fajta esetében a tenyészidőszak folyamán nem észleltünk varasodást, és lisztharmat tüneteket, amely a magas fokú toleranciának köszönhető. A kezelt területről 187 kg, a kezeletlen területről 371 kg almát szüreteltünk le. A Bonita fajta esetében a tenyészidőszak végén (2022.10.06.), 100 levélből 62 levélen tapasztaltunk lisztharmat fertőzöttséget. Varasodást nem észleltünk a fajtán. A kezelt területről 288 kg, a kezeletlen területről 291 kg almát takarítottunk be. Az alma növényvédelmét nagymértékben meghatározza egy ültetvény talajának a minősége, az agrotechnikai színvonal, a művelési mód, az öntözés, a tápanyagellátás és a fajtamegválasztás. Az ellenálló fajták használatával kevesebb direkt növényvédelmi beavatkozás mellett biztosíthatjuk a hatékony termelést, miközben tevékenységünkkel kevésbé terheljük a környezetet.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Veszprémi Mezőgazdasági Zrt. gyümölcstermesztési ágazatának, ahol biztosították számunkra a kísérlet feltételeit.

A hallgatók részvétele a konferencián a MATE Tehetség Tanács támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Beresford, R. M. and Manktelow, D. W. L. 1994. Economics of reducing fungicide use by weather-based disease forecasts for control of *Venturia inaequalis* in apples. *N.Z.J. CropHortic. Sci.* 22. 113-120.
- Brook, P. J. 1976. Seasonal pattern of maturation of *Venturia inaequalis* ascospores in New Zealand. *N.Z.J. Agric. Res.* 19. 103-109.
- Butt, D. J., Martin, K. M., and Swait, A. J. J. 1983. Apple powdery mildew: Damage, loss and economic injury level. Proceedings of the 10th International Congress of Plant Protection, Brighton, U.K. 118.
- Ellis, M. A., Ferree, D. C. and Spring, D. E. 1981. Photosynthesis, transpiration, and carbohydrate content of apple leaves infected by *Podosphaera leucotricha*. *Phytopathology* 71. 392-395.
- MacHardy, W. E. 1996. Apple Scab: Biology, Epidemiology, and Management. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society Press.
- MacHardy, W. E. and Gadoury, D. M. 1986. Patterns of ascospore discharge by *Venturia inaequalis* in commercial apple orchards. *Phytopathology* 76. 985-990.
- Serdani, M., Spotts, R. A., Calabro, J. M., and Postman, J. D. 2005. Powdery mildew resistance in *Pyrus* germ plasm. *Acta Hortic.* 609-613.
- Schwabe, W. F. S. 1979. Changes in scab susceptibility of apple leaves as influenced by age. *Phytophylactica* 11. 53-56.
- Schwabe, W. F. S., Jones, A. L. and Jonker, J. P. 1984. Changes in the susceptibility of developing apple fruit to *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 74. 118-121.
- Szkolnik, M. 1969. Maturation and discharge of ascospores of *Venturia inaequalis*. *Plant Dis. Rep.* 53. 534-537.

Xu, X. M. and Robinson, J. 2005. Modelling the effects of wetness duration and fruit maturity on infection of apple fruits of Cox's Orange Pippin and two clones of Galaby *Venturia inaequalis*. *PlantPathol.* 54. 347-356.

Yoder, K. S. 2000. Effect of powdery mildew on apple yield and economic benefits of its management in Virginia. *PlantDis.* 84. 1171-1176.

AZ ÓZON HATÁSA A FUZÁRIUM FERTŐZÖTTSÉG ALAKULÁSÁRA

Papp Evelin Mária^{1*} - Both Gyula² - Takács András Péter¹

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

²Vas Megyei Kormányhivatal, Növény- és Talajvédelmi Osztály

*evetke302@gmail.com

Összefoglalás

A Vas Megyei Kormányhivatal Agrárügyi Főosztályának Növény- és Talajvédelmi Osztályán az ózon gáz hatását vizsgáltuk a búzaszemeken található *Fusarium* spp. fertőzöttségre, továbbá értékeltük az elmúlt 5 év fuzárium fertőzöttségi adatait. A meteorológiai tényezők közül csak a csapadék mennyiséget vizsgálva a *Fusarium* fertőzöttség tekintetében nem állapítottunk meg összefüggést. Az egyszikű elővetemények esetében magasabb fertőzöttséget tapasztaltunk. Eredményünk alátámasztja az elővetemény, valamint a vetésforgó fontosságát a fuzárium fertőzések leküzdésében. Az ózon kezelés hatására a *Fusarium* fertőzöttség csökkenését tapasztaltuk, amely esetében a különbség a kontroll csoporthoz képest nem volt szignifikáns. Az ózon a csírázásra negatív hatást nem gyakorolt.

Kulcsszavak: búza, ózon, *Alternaria* spp, *Fusarium* spp.

Abstract

We investigated the effect of ozone gas on *Fusarium* spp. infection of seeds, and we also evaluated the *Fusarium* infection data of the last 5 years at the Plant and Soil Protection

Department of the Vas County Government Office. We did not establish any correlation between the *Fusarium* infection and precipitation. In the case of monocot pre-crops, we experienced a higher infection rate. Our results shows the importance of pre-crop and crop rotation. As a result of the ozone treatment, we observed a reduction in *Fusarium* infection. The difference compared to the control group was not significant. Ozone had no negative effect on germination.

Keywords: wheat, ozone, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp.

Bevezetés

Az őszi búza meghatározó jelentőségű népelelmezési és takarmányozási szempontból egyaránt. Termesztése hosszú múltra tekint vissza (Izsáky, 2004; Udvardy, 2010). A kalászos gabonákon előforduló fuzáriumos betegségnek nagy jelentősége toxintermelő képességükben rejlik. Ezek a másodlagos anyagcsere termékek a melegvérű szervezetekre káros hatással lehetnek (Ferrigo és mtsai., 2016; Ulger és mtsai., 2020). A fuzárium okozta fertőzöttség csökkentése érdekében elengedhetetlen a megfelelő fajta és elővetemény választás (Mesterházy, 2010).

Savi és munkatársai (2015) ózonnal végzett kísérletében 30 perces behatás után csökkent a *Fusarium graminearum* mennyisége. Teljes gátlást 180 perc után tapasztaltak. A DON mikotoxinok szintje csökkent a maghájban és az endospermiumban, az eliminálódásuk 120 perces expozíciót követően történt meg. A 180 perces behatás következtében a csírázóképeség csökkenését (12,5%) figyelték meg. Wang és munkatársai (2016) igazolták, hogy az ózon egyszerre csökkenheti a DON-szintet, illetve javíthatja liszt minőségét is. Li és munkatársai (2015) kísérletében az ózon hatására a DON lebomlási sebessége az ózonkoncentrációval és a feldolgozási idővel nőtt. A búza keményítő tulajdonságaiban nem tapasztaltak jelentős káros változásokat, miután az összes mintát 4 órán keresztül ózonnal kezelték. Ezzel szemben a térsza kidolgozási ideje és stabilitási ideje kismértékben megnőtt, ami azt jelentette, hogy az

ózonkezelés után javult a liszt minősége. Zhuang és munkatársai (2020) megállapították, hogy az ózongázzal kezelt lisztnek volt a legmagasabb fehérjéje (85,56), de a többi minőségi mutatót negatívan befolyásolta. Piemontese és munkatársai (2018) megfigyelték, hogy az ózon csökkentette a különféle mikroszervezetek mennyiségét a búzaszemeken.

Anyag és módszer

A kísérletet a Vas Megyei Kormányhivatal Agrárügyi Főosztályának Növény- és Talajvédelmi Osztályán végeztük. A *Fusarium* spp. fertőzöttség megállapítására a beérkező magtétélekből választottuk ki a mintákat. Az első kísérlet során 3, a későbbiekben csak egy mintát dolgoztunk fel. A kísérlet előtt a helységet is fertőtlenítettük az ózongenerátorral (LINCOS ozone generator Z-10M). A magokat 16 óra ózon expozíciónak tettük ki. A Petri csészéket a kísérlet előtt fertőtlenítettük. A Petri csészékbe helyezett benedvesített szűrőpapírra 50-50 darab magot tettünk. A magok lerakása között a csipeszt alkohollal majd lánggal fertőtlenítettük. A magok csíráztatása szobahőmérsékleten történt. A kiértékelésre 15 nap elteltével került sor. Megszámoltuk a fuzárium fertőzöttség tüneteit (rózsaszínes micélium szövedék) mutató magokat, majd mikroszkópi vizsgálathoz metszetet készítettünk azokból. A vizsgálat során felhasznált mintákat toxinvizsgálatra is elküldtük. A magtétélek esetében csírázóképeségi vizsgálatot is végeztünk. A későbbiekben a külső magfertőzöttség is meghatározásra került. A minták felének fertőtlenítésére Neomagnol oldatot használtunk. Az 5 évre visszamenőleg rendelkezésre álló adatok alapján megvizsgáltuk a csapadék, valamint az elővetemény hatását a *Fusarium* fertőzöttségre. Az adatok rögzítésére és feldolgozására a Microsoft Excel programot használtuk.

Eredmények és értékelésük

A 2018 és 2022-es május-júniusi adatok alapján legmagasabb fuzárium fertőzöttséget 2020-ban (6,67%), a legalacsonyabbat 2018-ban (3,1%) mértük. A legtöbb csapadék 2022-ben (142,6 mm), míg a legkevesebb 2019-ben (76 mm) esett.

Az öt év előveteményeit áttekintve a *Fusarium* spp. fertőzöttség mértéke a tritikálé után volt a legmagasabb, amelyet a tavaszi árpa, a kukorica, valamint a búza követett. Olajtök elővetemény esetében nem fordult elő fuzárium fertőzöttség.

Az első kísérletben két ismétlésben felhasznált 3 minta (50 mag) átlagában az ózonnal kezelt tételekben alacsonyabb volt a *Fusarium* spp. fertőzöttség mértéke a kontroll mintákhoz képest. Az FI/6-os minták esetében a kontroll minta fertőzöttségi értéke is magasabb volt. Az átlagok között 1,5 volt a különbség. Az FI/2 és a 144727/2 számú minta esetében a különbség a kezelt és a kezeletlen minták átlag eredményei között kevesebb, mint 0,5. Ezen minták esetében a kontroll fertőzöttségének a mértéke is alacsonyabb volt. A vizsgált minták között szignifikáns különbséget nem tudunk kimutatni ($p=0,86$). A toxinvizsgálat minden minta eredménye 0,5 ppm alatti lett, amely a kimutathatósági határérték alatt van. Így a vizsgált minták a fuzárium szennyezettség ellenére toxinmentesnek bizonyultak.

A második kísérlet során egy mintából 3 ismétlést vizsgáltunk, amelynek során az ózonnal kezelt minták esetében a *Fusarium* spp. fertőzöttség mértéke csökkent a kontroll csoport átlagához képest. Szignifikáns különbséget ebben az esetben sem tudunk igazolni ($p=0,59$).

A külső magfertőzöttség vizsgálata során egy mintát alkalmaztunk négy ismétlésben. Az ózon kezelés hatására a négy minta közül három esetben találtunk kevesebb fertőzött szemet a Petri csészékben a kontrollhoz képest. A külső magfertőzöttségi vizsgálatainkban, a nem fertőtlenített, illetve a Neomagnollal fertőtlenített tételek között a különbség nem volt szignifikáns ($p=1$). Az ózon pozitív hatását az összes kísérlet esetén tapasztaltuk a *Fusarium* spp. vonatkozásában, azonban, ez a különbség nem volt szignifikáns ($p=0,1995$). A kontroll

tételek 7,64%-ban voltak fertőzöttek fuzáriummal, míg az ózonnal kezelt minták esetében ez az érték 5,88% volt.

A csírázási kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy az ózon nem befolyásolta a csírázást. Két esetben az ép csírák átlagos százalékos aránya még magasabb is volt az ózon kezelt minták esetében. Szignifikáns különbség közöttük nem alakult ki ($p=0,1$).

A csapadék mennyiségek és a fuzáriumos fertőzöttségek tekintetében összefüggést nem találtunk. A pontos következtetések levonásához szükséges lett volna a páratartalom, illetve a hőmérséklet vizsgálata is, mivel a kórokozó terjedéséhez a páradús, meleg időjárás kedvező. A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítottuk az elővetemények jelentős befolyásoló hatását a fuzárium fertőzöttségre. A hasonló kórokozó körrel rendelkező növények veszélyt jelentenek a következő évi termésre, ezért célszerű a vetésváltás és a megfelelő vetésforgó kialakítása. Az ózon kedvező növényvédelmi hatásának igazolására további vizsgálatok szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat a MATE Tehetség Tanács TDK Műhely támogatásával valósult meg.

Irodalom

Ferrigo, D., Raiola, A. and Causin, R. 2016. *Fusarium* Toxins in Cereals: Occurrence, Legislation, Factors Promoting the Appearance and Their Management. *Molecules* 21. 627.

Izsáky Z. 2004. Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Li, M. M., Guan, E. Q. and Bian, K. 2015. Effect of ozone treatment on deoxynivalenol and quality evaluation of ozonised wheat. *Food additives and contaminants part chemistry analysis control exposure & risk assessment* 32(3). 544-553

- Mesterházy Á. 2010. A mikotoxinok táplálékláncból való kiiktatásának lehetőségei, a rezisztencianemesítés, a fajtaelismerés és az agrotechnika területén. In: Aktualitások a mikotoxin kutatásban, (Szerk.: Kovács M.) Agroinform Kiadó, Budapest 119-139.
- Piemontese, L., Messia, M. C., Marconi, E., Falasca, L., Zivoli, R., Gambacorta, L., Perrone, G. and Solfrizzo, M. 2018. Effect of gaseous ozone treatments on DON, microbial contaminants and technological parameters of wheat and semolina. *Food additives and contaminants part a-chemistry analysis control exposure & risk assessment* 35(4). 760-771.
- Savi, G. D., Piacentini, K. C., Bittencourt, K. O. and Scussel, V. M. 2015. Ozone treatment efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (*Triticum aestivum* L.) quality and germination. *Journal of stored products research* 59. 245-253.
- Udvardy P. 2010. Növény- és állattani ismeretek 2., Gabonafélék termesztése Nyugat-Magyarországi Egyetem
- Ulger, T. G., Ucar, A., Cakiroglu, F. P. and Yilmaz, S. 2020. Genotoxic effects of mycotoxins. *Toxicon* 185. 104-113.
- Wang, L., Shao, H., Luo, X., Wang, R., Li, Y., Li, Y., Luo, Y. and Chen, Z. 2016. Effect of Ozone Treatment on Deoxynivalenol and Wheat Quality. *Plos one* 11(1).
- Zhuang, K., Zhang, C., Zhang, W., Xu, W., Tao, Q., Wang, G., Wang, Y. and Ding, W. 2020. Effect of different ozone treatments on the degradation of deoxynivalenol and flour quality in *Fusarium*-contaminated wheat. *Cyta-journal of food* 18(1). 776-784

COMPLEX PROTEOMIC ANALYSIS OF FURMINT GRAPES INFECTED WITH *BOTRYTIS CINEREA*

Dorottya Szám^{1,2*} - Miklós Pogány¹ - Zsolt Hetesi² - András Péter Takács¹

¹*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant
Protection, Department of Plant Protection*

²*NKE VTK, Department of Water and Environmental Security*

*szam.dorottya@uni-nke.hu

Abstract

Under optimal microclimatic and climatic conditions, as well as suitable soil characteristics in the Tokaj-Hegyalja wine region, *Botrytis cinerea* is of unique benefit in the production of Furmint aszú wine. The aim of our research was a complex proteomic study of grapes at different stages of ripening. We analysed berry samples collected from outside in which Furmint proteins were present, as well as intracellular and extracellular proteins of the fungus *B. cinerea*, which colonises the berries. The Kruskal–Wallis test revealed significant differences between samples at different stages of noble rot, both in terms of grape protein intensities and fungal protein intensities. In the case of fungal proteins, a significant difference between the intensity data of the samples was found when comparing fungi grown on grape berries with that of grown on agar medium. In all cases, the type of medium (artificial agar medium or grape berries) had a significant effect on the expression of fungal proteins, which was also true for the majority of grape proteins. The vast majority of the ANOVA and Kruskal–Wallis tests revealed significant differences for each protein, so that the stage of noble rot and the nature of

the medium had a detectable effect on the majority of the proteins. The majority of grape proteins were produced in decreasing amounts as the grapes progressed through the senescence period, while the production of most of the fungal proteins increased over the same period.

Keywords: *Botrytis cinerea*, Furmint, grapevine, Tokaj, noble rot

Összefoglaló

A *Botrytis cinerea* optimális mikroklímátikus és időjárási feltételek, valamint megfelelő talajadottságok mellett a Tokaj-Hegyalja borvidéken egyedülálló hasznot hoz a Furmint szőlőből való aszúbor készítése során. Kutatásunk célja az aszúsodás különböző fázisaiban lévő szőlőbogyók komplex proteomikai vizsgálata volt. Olyan, a természetből gyűjtött bogyómintákat vizsgáltunk, melyekben jelen voltak a Furmint fehérjéi, valamint a bogyókat kolonizáló *B. cinerea* fonalas gomba intra- és extracelluláris fehérjéi. Szignifikáns különbségeket tártunk fel a botritizáció különböző fázisaiban lévő minták között mind a szőlőfehérjék intenzitásait vizsgálva, mind a gombafehérjék intenzitásait vizsgálva. A gombafehérjék esetében szignifikáns különbség mutatkozott a minták intenzitásadatai között, amennyiben szőlőbogyókon nevelt gombákat hasonlítottunk össze agartartalmú táptalajon nevelt gombákkal. A táptalaj jellege (mesterséges agar táptalaj vagy szőlőbogyók) minden esetben szignifikáns hatással volt a gombafehérjék kifejeződésére, ami a szőlőfehérjék többségéről is elmondható. Az egyes fehérjék esetében a botritizáció mértékének és a táptalaj jellegének kimutatható hatása volt. A szőlőfehérjék döntő részét az aszúsodás előrehaladtával csökkenő mennyiségben termelte a szőlő, míg a gombafehérjék többségének termelődése ugyanezen idő alatt növekedett.

Kulcsszavak: *Botrytis cinerea*, Furmint, szőlő, Tokaj, aszúsodás

Introduction

The polyphagous *B. cinerea* can infect more than 1400 plant species (Fillinger and Elad, 2016), and is estimated to cause more than \$10 billion in losses to the global agricultural industry each year (Boddy, 2015). However, infection by *B. cinerea* can be not only harmful but may also be beneficial for some grape (*Vitis vinifera* L.) varieties, such as “Hárslevelű” and “Furmint” ones, depending on when and under what environmental conditions the grapes are exposed and how the berry's fruit quality parameters are developed (Naár and Szarvas, 2012).

Material and method

Samples of Furmint grapes infested with *B. cinerea* were collected in the Betsek vineyard near the south-eastern administrative boundary of the municipality of Mád. During collection, we separated four different groups – based on morphological features –, each containing 10 samples. The first group of 10 samples consisted of intact grapes without visible damage. The second, third and fourth groups of samples were obtained from the collection of grapes in successive stages of senescence. The collected samples were frozen in liquid nitrogen and transported to the Institute of Plant Protection Institute of the Centre for Agricultural Research for further experiments. Here, protein extraction was carried out by phenolic extraction following the method of Vincent et al. (2006), and the resulting samples were subjected to mass spectrometry using the Maxis II ETD Q-TOF basic instrument. Protein identification was followed by label-free quantification using MaxQuant software. Intensity data obtained from mass spectrometry measurements were analysed by comparative statistical methods (ANOVA, Kruskal–Wallis test, paired Kolmogorov–Smirnov test) using SPSS 25.0 at $p=0.05$ significance level, unless otherwise indicated.

Results

Based on the measurements, the grape protein intensity values of the grape samples are similar, but their median and range decrease with increasing *B. cinerea* (Figure 1a). The biological explanation for this is to be found in the process of noble rotting, i.e. the process by which *B. cinerea* proteins take place in the grape berry and colonise the flesh, thereby reducing the intensity of the proteins in the grape. The control sample is only contained grape proteins as impurities.

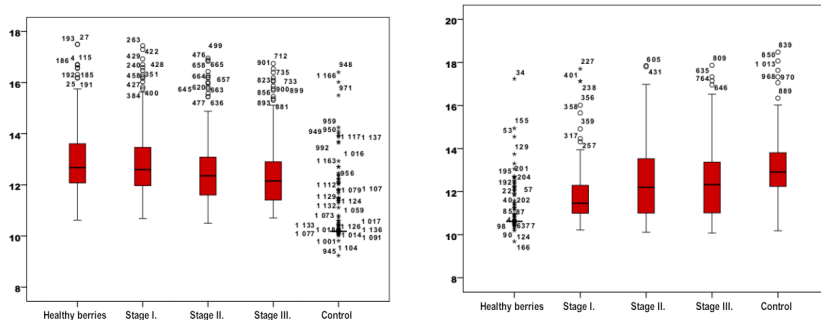


Figure 1. Grape protein intensity (Figure 1a, left) and *B. cinerea* protein intensity (Figure 1b, right) data for samples in four consecutive stage of noble rot and control. The vertical axis shows the natural logarithm of the intensity.

The most significant increase in intensity is between samples I containing intact grapes and samples II, containing grapes already infected with *B. cinerea*, which have undergone a slight colour change and lost firmness (Figure 1b). During the process of noble rot, the amount of *B. cinerea* fungal proteins increased in parallel with the decrease in grape protein production. It was also observed that the increase was true for most, but not for all of the proteins, the type of proteins being a determining factor. The median and range of the control sample data are larger compared to the grape samples. The Kruskal–Wallis test results show that the medians of the intensity data for both the grape protein samples and the fungal protein samples are not equal, with significant ($P < 0.001$) differences between them. A two-sample Kolmogorov–Smirnov test

was used to compare sample pairs. The results show that only the distribution of grape protein sample pairs I–II and III–IV are not significantly different. In other words, noble rot could have affected the different evolution of the proteins in the majority of cases.

We assumed that the intensity of the proteins might not only depend on the progress of noble rot and the medium, but also on the type of protein, so we analysed the intensity data series for each protein separately. The hypothesis was confirmed: 189 out of 236 grape proteins showed significantly different expression levels at four different stages of noble rot. As noble rot, the production of all but two of the grapevine proteins decreased, the exceptions being the RVX13051.1 (*Vitis vinifera*) and XP_010654674.1 (*Vitis vinifera*) proteins, whose role requires further proteomic studies. The production of *B. cinerea* proteins was more influenced by the quality of the medium. All but two of the 204 *B. cinerea* proteins showed significantly different expression in this comparison, in contrast to the protein pattern changes in intact and unripe grapes, where 186 of the 204 differentially expressed extracellular proteins were detected.

Discussion

In our research, 440 *B. cinerea* and Furmint grape proteins were detected. Significant differences between samples at different stages of noble rot for grape proteins and fungal proteins were found. The type of medium (artificial agar-containing plate or grape berries) had a significant effect on the expression of fungal proteins in all cases. In most cases, the noble rot had a significant effect on the expression of unique *B. cinerea* proteins, which was also the case for most of the unique grape proteins.

Acknowledgements

The fieldwork and laboratory research on which the paper is based was carried out under the project GINOP-2.3.2-15-2016-00061, the data analysis and data evaluation was carried out under the grant agreement ÚNKP-22-4-I-MATE/92, and MATE Talent Council.

References

- Boddy, L. 2015. Pathogens of autotrophs. Pages 245–292 in: The fungi. 3rd ed. Watkinson, S.C., Boddy, L., and Money, N.P. (eds) Elsevier, Waltham, MA.
- Fillinger, S., and Elad, Y. 2016. *Botrytis* - the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. Springer International Publishing
- Hegyi-Kaló, J., Hegyi, I. Á., Gem, J., Zsófi, Zs., Pálfi, X., and Váczy, Z. K. 2020. Physico-Chemical Characteristics and Culturable Microbial Communities of Grape Berries Change Strongly during Noble Rot Development. *Plants* 9(12). 1809.
- Naár, Z. and Szarvas, J. 2012. Oenological Microbiology. Eszterházy Károly College, Printing House, Eger 196.
- Szám, D., Pogány, M. and Takács, A. P. 2022a. Analysis of the extracellular protein network of *Botrytis cinerea* by mass spectrometry, statistical and network theory methods. *Georgikon for Agriculture* 26(1). 138-146.
- Szám, D., Pogány, M. and Takács, A. P. 2022b. Proteomic analysis of extracellular proteins of *Botrytis cinerea* grown on Furmint grapes. In: Pepó, P. (ed) (2022) Innovative scientific workshops in Hungarian agricultural higher education EFOP-3.6.3.-VEKOP-16- 2017-00008: Collection of student scientific publications. University of Debrecen 252–261.
- Vincent, D., Wheatley, M. D. and Cramer, G. R. 2006. Optimization of protein extraction and solubilization for mature grape berry clusters. *Electrophoresis* 27. 1853-1865.

ÖKOLÓGIAI NÖVÉNYVÉDELEM KIHÍVÁSAI A NANOTECHNOLÓGIÁVAL KÉSZÜLT BISTEPPEL SZŐLŐ- ÉS GYÜMÖLCS KULTÚRÁBAN

Daragó Ágnes - Kalydi Tamás*

N-Revival Kft

*agnes.darago@gmail.com

Összefoglalás

Munkánk során a Bistep növénykondicionáló nanokészítmény hatását vizsgáltuk szőlő – és gyümölcsültetvények ökológiai növényvédelmi technológiájában. A biológiailag tiszta készítmény nano technológiával készült. A kezelések során az integrált növényvédelmi technológiával kezelt területeket ökológiai ültetvényé állítottuk át. A legnagyobb növényvédelmi kihívás ökológiai védekezésben, almatermésű ültetvényekben az *Erwinia amylovora*, még szőlőben a lisztharmat (*Erysiphe necator*) illetve az elmúlt években hazánk több borvidékén fertőző feketerothadás (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz) betegségek visszaszorítása volt. Eredményeink alapján a termésátlag, a Bistep technológiában való alkalmazása során, már az első évben átlagosan 20-40%-os növekedést mutatott. A kertek egészségi állapotában pedig határozott javulást tapasztaltunk, a kezelt területekről étkezési minőségű termést tudunk betakarítani. Megfigyeléseink alapján, az elmúlt 10 év gyakorlati tapasztalatait foglaltuk össze a termés minőségére és mennyiségére vonatkozóan.

Kulcsszavak: ökológiai növényvédelem, nanokészítmény, szőlő, almatermésűek

Abstract

In the course of our work, we examined the effect of the Bistep plant conditioning nanopreparation in the ecological plant protection technology of grape and fruit cultures. The biologically pure preparation is made with nano technology. During the treatments, the areas treated with integrated plant protection technology were transformed into ecological plantations. The biggest plant protection challenge in ecological control was the control of *Erwinia amylovora* in apple orchards, *Erysiphe necator* and *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz in grapes, which has been infecting several wine regions of our country in recent years. Based on our results, the average yield showed an average increase of 20-40% in the first year when using the Bistep technology. We experienced a definite improvement in the health of the gardens, and we were able to harvest food-quality produce from the treated areas. Based on our observations, we summarized the practical experience of the last 10 years regarding the quality and quantity of the crop.

Keywords: ecological plant protection, nanopreparation, grape, apple-bearing

Bevezetés

Az ökológiai növényvédelem az elmúlt évtizedben, hazánkban is egyre nagyobb térhódítást kapott. A növekvő bio-növényvédelemmel kezelt területek gyarodásának több indítatása volt: támogatások, folyamatos hatóanyag kivonások, szemléletváltás. Az ültetvények ökológiai növényvédelemre való átállítása pontos technológiát és folyamatos kontrollt igényel. A lombozaton keresztüli kijuttatással, a különböző hatóanyagú és összetételű permettrágyákkal 5-25%-al is növelni lehet a terméshozamot és a minőséget (Kozma, 2001). A Bistep egy biológiailag tiszta készítmény, amely természetes alapanyagokból készült, így a növény maradéktalanul realizálhatja a genetikai potenciálját (Csihon és Gonda, 2017; Csihon és Gonda, 2018; Csihon és Gonda, 2020). Almatermésű ültetvények biológiai növényvédelmében, már

több mint egy évtizede alkalmazzuk a készítményt, mint alappillért. Az alma a megjelenő új fajták száma alapján a legintenzívebb nemesített gyümölcsfajok közé tartozik. A világon 1980 és 2008 között, több mint 1500 új fajtát regisztráltak, amelyekből kb. 1100 hagyományos fajta és 440 pedig rezisztens vagy toleráns (Sansavini és mtsai., 2012). Az almatermésűek legfőbb betegsége az *Erwinia amylovora*, ami egy olyan baktériumos betegség, amit kiirtani nem tudunk a növényből, viszont képesek vagyunk szinten tartani és visszaszorítani (Gowda és mtsai., 1970). A permettrágyák használata segíti a növényt a biotikus és az abiotikus stresszhatások mérséklésében illetve a piacképes minőségű termékek előállításában (Stampar és mtsai., 2003; Csihon és mtsai., 2013; Nagy és mtsai., 2019). Szőlő esetében, a legnagyobb kihívást évről évre a lisztharmat (*Erysiphe necator*) okozza. Emellett az utóbbi években több borvidéken számítani kell arra, hogy a feketerothadás (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz) elleni kezelést beépítsük a technológiába.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat az elmúlt 10 évben az Egri borvidéken, Eger és környékén illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében lévő magán gazdálkodók, borászok ültetvényeiben végeztük. Munkánk során, több mint 100 ha-on alkalmaztuk az általunk kidolgozott technológiát. A bio-növényvédelem alapja a területek egészségi állapotának stabilizálása és a sejtszintű növénykondicionálás volt. A nanotechnológiával készült Bistep növény kondicionálóval egy sejten belüli azonnali táplálást tudunk elérni, mivel a benne lévő mikroorganizmusokat nano méretű részecskék formájában tartalmazza. A Bistepben lévő humin, mikro- és makro elemek 0,1 μm (100 nm) alattiak, ezért azonnali hatást gyakorol a növényre. Almatermésűek esetében a legnagyobb kihívást a tűzelhalás visszaszorítása okozta. A megfelelő technológiát egy folyamatos védelmi háló segítségével tudtuk elérni, amihez a Bistep és egyéb hatóanyagú készítmények technológiában való alkalmazására és pontos kijuttatására volt szükség. A szőlő

ökológiai növényvédelmében lisztharmat ellen jelenleg az elemi kén, a kálium-hidrogén-karbonát és a narancsolaj hatóanyagú készítmények állnak rendelkezésre. A feketerothadás ellen jelenleg ökológiai növényvédelemben célirányosan nem tudunk védekezni, ezért ennél a betegségnél még nagyobb hangsúlyt kapott a kezelések technológiába való beépítése.

Eredmények

Az *Erwinia amylovora*-val fertőzött alma, körte és birs ültetvényekben egyaránt azt tapasztaltuk, hogy a fertőzési nyomás, már az első évben megállt, a továbbiakban pedig egy intenzív javulást, majd a betegség teljes visszaszorítását értük el. A baktérium okozta ág végeken jelentkező jellegzetes pásztorbot szerű hajlás tünetegyüttes, már az első évtől 100%-ban regenerálódott, még a gyümölcsön jelentkező szöveti elhalás, barnulás a 2. évtől 80%-ban visszaszorult. Szőlő gombás betegségeinél azokban az ültetvényekben, ahol az elemi kén, a kálium-hidrogén-karbonát és a narancsolaj hatóanyagú készítményeket használtuk Bisteppel kombinálva, ott erős hatásfokozást és nagyobb ellenálló képességet tapasztaltunk a növényeknél. A szőlő epidermisz rétege látványosan megvastagodott, a levélen és a bogyón egyaránt. Az elmúlt évek aszályos időjárás okozta töppedt bogyók megjelenését nem tapasztaltuk a kezelt területeken.

Eredmények értékelése

Az ültetvények ökológiai növényvédelme még pontosabb menetrendet igényel, mint az integrált védekezés esetében. A kezelések precíz betartásával étkezési minőségű bio-gyümölcsöt tudunk előállítani. Szőlőnél a kiváló termésmennyiség- és minőség mellett kimagasló mustfokkal zárultak a szüreti eredmények. Az elmúlt évtizedben a Bisteppel több egyetemi tudományos kísérletben vettünk részt, ahol az anyag kimagaslóan jól szerepelt, nemcsak kertészeti, hanem a szántó- és zöldség kultúrák növényvédelmében egyaránt.

Köszönetnyilvánítás

Külön köszönettel tartozunk a Debreceni Egyetem Kertészet Tudományi Intézet dolgozóinak, és Gonda István† professzor úrnak, hogy szakértelmükkel segítették a munkánkat.

Irodalom

- Csihon Á., Illés A., Szabó A. és Bicskei D. K. 2013. Biostimulátor készítmények összehasonlító vizsgálata intenzív almaültetvényben. *Kertgazdaság* 45(4). 20-27.
- Csihon Á. és Gonda I. 2017. Biostimulátorok a gyümölcsstermesztésben. *Zöldség-Gyümölcs Piac és Technológia* 21(1). 27-29.
- Csihon Á. és Gonda I. 2018. Növénykondicionálók a gyümölcsstermesztésben. *Agrofórum Extra* 73. 16-18.
- Csihon Á. és Gonda I. 2020. A biostimulátorok alkalmazásának lehetőségei a gyümölcsstermesztésben. *Értékálló Aranykorona* 20(2). 8-9.
- Gowda, S. S. and Goodman, R. N. 1970. Movement and persistence of *Erwinia amylovora* stem and root of apple. *Plant Dis. Rep.* 54. 576-580.
- Kozma P. 2001. A szőlő és termesztése II. A szőlő szaporítása és termesztéstechnológiája. Akadémiai Kiadó, Budapest 399.
- Nagy, P. T., Csihon, Á. and Szabó, A. 2019. Effects of algae products on nutrient uptake and fruit quality of apple. *National resources and sustainable development* 9(1). 80-91.
- Sansavini, S., Guerra, W. and Pellegrino, S. 2012. Gli obiettivi del miglioramento genetico e le nuove varietà per l'Europa. *Frutticoltura* 11. 10-25.
- Stampar, F., Solar, A. and Hudina, M. 2003. Influence of foliar nutrition on apple production. *International Journal of Horticultural Science* 9(2). 15-18.

ÚJ UTAK A NÖVÉNYVÉDŐ SZER ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSBAN

Jordán László

J-Óbor Agro Kft./Pannon Analitika Kft.

joboragro@gmail.com

Összefoglalás

A növényvédő szer engedélyezés megkerülhetetlen folyamat a biztonságos és hatékony növényvédő szer felhasználáshoz. Európában ez a munka rendkívül lassú, noha több olyan kezdeményezés is indult, amelyek célja a hatékonyság növelése, ezzel együtt az engedélyezési eljárás felgyorsítása volt. 2022. év nyarán módosult az élelmiszerlánc felügyeletéről szóló törvény, ami lehetővé tette az engedélyezési eljárás részét képező dosszié értékelés piaci alapon történő szervezését. Több profitorientált vállalkozás is elkezdett foglalkozni ezzel a feladattal, jelenleg az előkészületi munkák zajlanak és rövidesen megindul egy új, piaci alapú értékelési rendszer. Az előadás ezt kívánja bemutatni, felvázolva a hátteret és az új rendszerben rejlő lehetőségeket.

Kulcsszavak: növényvédő szer, növényvédő szer engedélyezés, növényvédő szer értékelés, zonális értékelés, kölcsönös elismerés, integrált növényvédelem; hatóanyag-felülvizsgálat, akkreditáció, szabvány, külső értékelő

Abstract

The authorization of the plant protection products (PPP) is an unavoidable process for the safe and effective PPP use. In the EU this procedure is extremely slow, although several initiatives have been launched in order to increase the efficiency and to speed up the registration process. In the summer of 2022, the national act on the supervision of the food chain safety was modified, allowing the dossier evaluation as part of the authorisation process to be organised on a market basis. Several profit-oriented enterprises have started to deal with this task; the preparatory work is currently underway and a new, market-based evaluation system will be launched soon. The presentation intends to present the background and the possibilities of this new system.

Keywords: plant protection product (PPP), authorization of the PPPs, evaluation of the PPPs, zonal evaluation, mutual recognition, integrated pest management, review of the active substance, accreditation, standard, external evaluator

Bevezetés

A növényvédelem, vagyis a károsítók elleni védekezés összetett, bonyolult feladat, amelynek eredményes, hatékony és biztonságos alkalmazásához mind elméleti, mind gyakorlati ismeretek alkalmazása szükséges. Az integrált növényvédelem követelménye már jogszabályi kötelezettség, vagyis a növényvédelem nem a növényvédő szerek alkalmazásával kezdődik, sőt, minden egyéb eljárás prioritást élvez. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kémiai készítmények már nem szükségesek. Az integrált növényvédelem alapján nem tilos a növényvédő szerek használata, sőt! A szakembernek fel kell ismernie azt a helyzetet, amikor be kell avatkoznia növényvédő szerrel – ha más nem azért, hogy a károsítók következő generációja ne szaporodjon annyira fel, hogy már nem lesz kielégítő hatékonyságú egy nem növényvédő szeres védekezési eljárás.

A kémiai szereket tehát nem felejthetjük még el, de alkalmazásuk körültekintést, szaktudást igényel. És ez nem a tábla sarkán kezdődik, hanem sokkal hamarabb, a növényvédő szerek forgalomba hozatali szabályozásánál. Csak olyan készítmények kerülhetnek kereskedelmi forgalmazásba és felhasználásra, amelyek előírászerű használata nem jelent elfogadhatatlan kockázatot a környezetre, a fogyasztóra és a felhasználóra. Ezen kockázat azonosítása nem egyszerű, erre hivatott az engedélyezési eljárás, amely szigorúságával Európa élenjáró.

Ezzel együtt az engedélyezés Európa-szerte látványosan lassú folyamat, szinte nincs olyan tagállam, aki határidőre el tudja látni a feladatokat. Mi ennek az oka?

- Az engedélyezési eljárás rendkívül bonyolult. Az „új” rendelet (1107/2009/EK) alapos, de egyszerűsített eljárást volt hivatott bevezetni, ahol az egyszerűsítés lényege abban rejlik, hogy a hasonló adottságú tagállamok elfogadják egymás engedélyeit (zonális engedélyezés)
- Az engedélyezés különleges szakértelmet igényel. Ahhoz, hogy minél megalapozottabb képet kapjunk a növényvédő szerekről, olyan mélységig kell vizsgálni őket, amihez nagyon kevesen értenek. Ilyen célú iskolarendszerű képzések nincsenek!
- Az engedélyezés közigazgatási eljárásnak minősül. Ennél fogva minden kérelmet be kell fogadni, függetlenül a rendelkezésre álló kapacitástól. Európai viszonylatban mélyen alulárazottak a díjtételek (és ez így is fog maradni), továbbá alulfizetettek a szakértők. Ennek köszönhetően nagy a fluktuáció!
- Az értékeléssel foglalkozó szakértők sok egyéb feladatot is kapnak
- Motiváció hiánya, az eredmény-orientáció csak személyes indíttatásból létezik, hiánya – minden erre irányuló próbálkozás ellenére – nem számonkérhető.
- Jelentős a figyelem a környezetvédelmi szervezetek és egyre inkább a civil lakosság irányából is. A megalapozatlan, légből kapott, ámde hangzatos pánikkeltéssel szemben a tények nem elegendőek, így gyakran kerül sor fontos döntések elhalasztására.

A megoldások keresése

Az engedélyezési eljárások gyorsítására folyamatosan irányultak kezdeményezések. A 1107/2009/EK rendelet is ennek szellemében készült: a tagállamoknak ne kelljen párhuzamosan ugyanazt a munkát elvégezniük, el kell fogadniuk egymás eredményeit. Sajnos ehhez egy szuper-bonyolult új értékelési rendszer is társult, ezért a helyzet nem javult.

A közigazgatáson belül is voltak próbálkozások, szakhatósági feladatok ideszervezése, odaszervezése majd megszüntetése, beépítése az alap-eljárásba, vagy átszervezési kezdeményezések, esetleg többlet munkaerő felvétele.

Valódi eredményt egy esetben sem lehetett elérni, mert bármely kezdeményezés egy lényeges dologgal nem számolt: a pénzzel! A szükséges forrás soha nem állt rendelkezésre, e nélkül pedig az eredmény borítékolható volt!

A megoldás(nak látszó kezdeményezés)

2022. nyarán a Parlament elfogadta az élelmiszerlánc felügyeletéről szóló 2008. évi XLVI. törvény módosítását, az alábbiak szerint:

„40/A. § (1) Állatgyógyászati termék forgalomba hozatalának, valamint növényvédő szer hatóanyag és növényvédő szer engedélyezésére, továbbá a meglévő engedély meghosszabbítására vagy módosítására irányuló eljárásban (e § alkalmazásában a továbbiakban: eljárás) a benyújtott kérelmezési dokumentáció szakmai értékelésére a feladat elvégzésére akkreditált, az élelmiszerlánc-felügyeleti szervvel együttműködési megállapodást kötött szervezet (a továbbiakban: értékelő szervezet) vonható be. Az értékelő szervezetnek meg kell felelnie az (EU) 2017/625 európai parlamenti és tanácsi rendelet 3. cikk 5. pontja szerinti átruházott feladatot ellátó szervezettel szemben támasztott követelményeknek.

(2) A kérelmezőnek az eljárás iránti kérelem benyújtásakor nyilatkoznia kell arról, ha az eljárásba értékelő szervezet bevonását kezdeményezi.”

Európában elsőként Magyarországon megvalósult a kicsi körülmények között történő növényvédő szer értékelés úgy, hogy megfelelő garanciákat kell biztosítani a pártatlanság és szakmai alaposág iránt.

Ennek érdekében a külső értékelő szervezetnek:

- együttműködési megállapodást kell kötni a növényvédő szer engedélyezést végző hatósággal
- állami akkreditációval kell rendelkeznie, amelynek alapja az MSZ EN ISO/IEC 17020:2002 szabvány
- meg kell felelnie az OCR, vagyis a 2017/625 EU parlamenti és tanácsi rendeletnek.

Ez utóbbi követelményt tartalmazó jogszabály nem erre a helyzetre állapít meg elvárásokat, illetve szabályokat, azonban helyén való alkalmazni a benne foglaltakat a külső növényvédő szer értékelést végző szervezetekre is, ezáltal is biztosítva a szakmaiságot és a függetlenséget.

Hol tartunk most?

Két, egymástól független vállalkozás kötött megállapodást a Nébih-hel. Mindkettő kezdeményezte az akkreditált státusz odaítélését a Nemzeti Akkreditációs Hatóságnál.

A piaci alapú, külső értékelés jellemzői:

- szigorú feltételrendszer
- szoros együttműködés a hatósággal
- önálló értékelés, amelyet a hatóság már nem bírál felül
- folyamatos ellenőrzés (NAH, Nébih)
- függetlenség a gyártóktól
- nincs eredményfüggőség, avagy a negatív eredmény is eredmény
- a szakértők folyamatos képzésének biztosítása
- motivált vállalkozások, motivált szakértők

A külső értékelő szervezetek bevonásával történő engedélyezési folyamat gyakorlata

Ezen összefoglaló írásakor még nincs elfogadott eljárásrend, annak kidolgozása folyik. Az alapok azonban – törvényi szabályozás alapján – adottak:

- a növényvédő szer engedélyezés közigazgatási eljárás
- a kérelmet a Nébih részére kell megküldeni
- a Nébih továbbítja a dokumentációt a külső értékelő szervezetnek
- az értékelő a Nébih részére küldi meg az elkészült anyagot
- A külső értékelő cég közvetlenül is kapcsolatban van a kérelmezővel

Milyen engedélyezési eljárásokban tud közreműködni a külső értékelő szervezet?

- Új, növényvédő szerek engedélyzését megalapozó zonális vagy interzonális értékelés
- Más tagállam által végzett értékelés alapján történő átvétel értékelése
- Kölcsönös elismerési eljárások értékelése
- Engedélyek megújítása (újraengedélyezés) értékelő tagállamként (zRMS)
- Engedélyek megújítása (újraengedélyezés) átvevő tagállamként (cMS)
- Engedély módosítása az engedély birtokosának kérésére
- Kisebb jelentőségű felhasználások értékelése és engedélyezése
- Engedélyezés más dossziéjának felhasználásával
- Hatóanyag értékelés – elvi lehetőség, a jövő kihívása

Várt eredmények

- felgyorsulnak a növényvédő szer engedélyezési eljárások
- az engedélyesek számára tervezhetővé válik a folyamat. Ez talán még a gyorsaságnál is fontosabb, hiszen egy jól kiszámítható rendszerben lehet a leghatékonyabban dolgozni.

- a hatóság terheinek csökkentése. A Nébih megtartja az értékelési tevékenységét, ezzel nem csak a rendelkezésre álló kapacitás lesz nagyobb, de a hatóságnál maradnak olyan eljárások, amelyek növényvédő szer értékelést igényelnek ugyan, de nem kifejezetten engedélyezési célúak (hatósági eljárások támogatása, stratégiai vagy egyéb döntések előkészítéséhez nyújtott szakmai támogatás)
- termelői igények gyorsabb, teljesebb kielégítése

...és az anyagiak

Az új rendszerben a külső értékelő szervezetek magánvállalkozások, piaci körülmények között működő profitorientált vállalkozások. Nem titkolt cél az anyagi haszonszerzés (is!). Ennek megfelelően állnak össze az alkalmazott árak is: európai színvonalú működés – európai színvonalú díjazásért, de ugyanez fordítva is igaz. Vége a kifogások korának, eredményeket kell felmutatni!

A negatív eredmény is eredmény, avagy a munkát kell megfizetni...

Magyarország ismét úttörő szerepet vállalt, piaci alapú értékelés még nem működik más tagállamban. Nagy figyelem övezi a kezdeményezést a gyártók, szakpolitikai döntéshozók és a társadalom, illetve a „zöld” szervezetek részéről.

Mi pedig meg fogunk felelni minden elvárásnak, mert a siker mindannyiunk közös érdeke!

Irodalom

Az Európai Parlament és a Tanács 1107/2009/EK rendelete a növényvédő szerek forgalomba hozataláról valamint a 79/117/EGK és a 91/414/EGK tanácsi irányelvek hatályon kívül helyezéséről

A 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről

MSZ EN ISO/IEC 17020:2002 szabvány: Megfelelőségértékelés. Ellenőrzést végző különféle típusú szervezetek működésének követelményei

A VADKÁRKALKULÁTOR ALKALMAZÁSÁNAK GYAKORLATI TAPASZTALATAI

Horváth Dávid - Kovács Szilvia*

MATE Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

*hdavid1224@gmail.com

Összefoglalás

Vizsgálataink során a Vadkárkalkulátor segítségével végeztünk vadkár becslést Szénásvölgypusztán. A közel 120 hektáros kukoricatáblán 20 mintaterületet vizsgáltunk, a gyűjtött adatokat a Vadkárkalkulátor segítségével elemeztük, illetve a használat során felmerült kérdéseket egy interjú segítségével tártuk fel. A program számos esetben használható, s bár nem helyettesíti a szakértői hozzáértést, alapesetekben, jól használható. Számításai pontosak, kizárja a számolási hibákat, objektív eredményt ad.

Kulcsszavak: Vadkárkalkulátor, nagyvad, vadkár, kukorica, vadkárbecslés

Abstract

In the course of our investigations, we used the Wildlife Damage Calculator to estimate wildlife damage in the Szénásvölgypuszta. We examined 20 sample areas on the nearly 120-hectare corn field, analysed the collected data using the Wildlife Damage Calculator, and revealed the questions that arose during use with the help of an interview. The program can be used in many cases, and although it does not replace expert knowledge, in basic cases it can be used well.

Keywords: Wildlife Damage Calculator, big game, wildlife damage, corn, wildlife damage assessment

Bevezetés

Napjaink mezőgazdaságának egyik sarkalatos pontja a vadkár kérdése. A probléma nem csak a XXI. századra jellemző, hiszen a vad által okozott kár már régóta jelen van a mezőgazdaságban. Gróf Festetics Leó (1870) a vadállomány létszámának gyarapodása okán kialakult vadkarról így ír: *„A vad e rémítő szaporodása, mégis mind gazdasági, mind erdészeti szempontból elvégre nagyon kártékonyvá lőn. A herceg majdnem évenként 40.000 Ft kárpótlást fizetett, ide nem számítva azon károkat, melyeket a vad a herceg erdeiben és saját gazdag vetésein okozott.”* Látható, hogy a vadkár már az 1800-as években is komoly problémát és anyagi terhet jelentett. Napjainkban is nagy a feszültség a vadászatra jogosultak és a mezőgazdaságban növénytermesztéssel foglalkozó gazdálkodók között.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Zala megyében, a Válicka Völgye Vadászklub területéhez tartozó Szénásvölgypusztán végeztük. Az Észak-dunántúli Vadgazdálkodási Tájon belül a Zalai-dombsági Vadgazdálkodási tájegységhez tartozó területen közel 5000 hektáron folyik vadgazdálkodás, igen változatos környezetben. A terület jellemzően nagyvadas, magas erdősültség jellemzi, emellett jelentős a szántók és gyepterületek aránya a tájegységben (OVA, 2018). A vizsgálati terület mindkét oldalról erdővel határos, vadban bővelkedő, vadkár tekintetében kiemelkedő jelentőségű. Az általunk kiválasztott területen Vadkárkalkulátor segítségével végeztük el a kukorica betakarítás előtti vadkár becslését.

A kalkulátor a 2021. január 4-én a Földművelésügyi Értesítőben megjelent, Egységes Mezőgazdasági Vadkárfelemelési Útmutatóban is rögzített módszert alkalmazza. A program

bármilyen okos eszköztől használható, mérés közben egyből rögzít és a mért adatokkal számol is. Ezek a rögzített adatok tárolhatók, később bármikor visszanezhetők.

Méréseinket a közel 120 hektáros mezőgazdasági tábla 100.221 m²-es vetésterületén végeztük. A vizsgált tábla közel szabályos téglalap alakú, két oldalról nyiladék, másik két oldaláról erdő határolja. A mérést W útvonal mentén végeztük. Az útvonalon belül a mintaterületek elhelyezkedését az Útmutatóban is rögzített módon számoltuk. Új tábla bevitele esetén szükséges a tábla nevének és alapadatainak bevitele, majd a természetett növény, a sortávolság, illetve, hogy bio természetű-e. Ha nem az egész tábla van bevetve, akkor külön meg kell adnunk a tényleges vetésterületet. Ezután a rendszer egyből kiadja nekünk a mintaterületek hosszát és számát. Egy okos eszközön túl, mindössze egy 20 méteres mérőszalagra, illetve egy vödörré (a termésmintáknak) volt szükség. Foltokban károsított terület opció kiválasztása lehetőséget ad arra, hogy a mért eredményt torzító, vadkárnak nem minősülő károk mérését kiküszöböljük. Ezzel párhuzamosan a termésbecsléshez szükséges terményt is begyűjtjük. Megadjuk a kalkulátornak a termés tömegét, darabszámát, szemnedvességet, felvásárlói árát, és a felvételezés dátumát is. A morzsolt termés tömegét konyhai mérleggel mértük. A szemnedvesség méréséhez Infratec™ Nova típusú gabonaelemzőt használtunk. Az eredményt egy kalkulációs eredménylap formájában kapjuk meg. A vizsgálataink során tapasztaltakat és a felmerülő kérdéseinket megosztottuk Kása Róberttel, a program egyik létrehozójával egy interjú keretében.

Méréseinket október elején végeztük, két nappal a betakarítás előtt. A mintaterületeket kukoricánál, mint széles sortávú kapásnövénynél vonalasan jelöltük ki, így azok hosszát kaptuk meg. A vetésterület megadásával pedig kiszámolja a kalkulátor a mintaterületek ajánlott minimális számát, ami 10 ha felett minimum 20 mintaterületet jelent. A kalkulátor lehetőséget ad a nagyobb kiterjedésű károsított területek külön felvételére, illetve az egyéb okból nem termő területek felmérésére is. A vadkárbecsléssel párhuzamosan termésbecslést is végeztünk,

minden mintaterületről egy-egy kukoricacső begyűjtésével. Az objektivitás elvét követve, valamennyi mintaterület utolsó csővét gyűjtöttük be.

Eredmények

Általánosságban elmondható, hogy bár a termés egészséges volt, méretben viszont heterogén, szembetűnő különbségek voltak mind a csövek nagysága, mind a szemek mennyisége és teltsége között. A kárbecsléskor aktuális felvásárlási árat az Agrárgazdasági Kutató Intézet Piaci Árinformációs Rendszeréből kerestük ki, majd bevittük az adatokat a kalkulátor táblázataiba. A kalkuláció lezárásával a vadkárfelvétel befejeződött, a rendszer ekkor kiállított egy kalkulációs eredménylapot, valamint egy egyezségi dokumentumot. Az eredménylap első részén az általunk rögzített 20 mérési adat látható (1. ábra).

Szénásvölgypuszta kalkulációs eredménylap

Kárfelvétel időpontja:

2022.10.04.

Táblaazonosító:

Y6MEJ-S-18

Haszonnövény:

kukorica

Mintaterületek mérési adatai (Mintaterület mérete 13,33 m)											
Ssz.	Összes termő tőszám	Károsított termő tőszám	Ssz.	Összes termő tőszám	Károsított termő tőszám	Ssz.	Összes termő tőszám	Károsított termő tőszám	Ssz.	Összes termő tőszám	Károsított termő tőszám
1	75	1	14	75	7	27	-	-	40	-	-
2	73	3	15	75	0	28	-	-	41	-	-
3	75	14	16	71	6	29	-	-	42	-	-
4	74	4	17	68	7	30	-	-	43	-	-
5	70	18	18	64	18	31	-	-	44	-	-
6	66	12	19	72	25	32	-	-	45	-	-
7	77	52	20	69	2	33	-	-	46	-	-
8	62	26	21	-	-	34	-	-	47	-	-
9	60	19	22	-	-	35	-	-	48	-	-
10	70	15	23	-	-	36	-	-	49	-	-
11	73	12	24	-	-	37	-	-	50	-	-
12	66	27	25	-	-	38	-	-	51	-	-
13	74	15	26	-	-	39	-	-	52	-	-

1. ábra A Vadkárkalkulátor eredménylapja a vizsgált területről (saját fotó)

Az eredménylap második felében a mért adatok kiértékelését olvashatjuk. Feltüntetett többek között az általunk gyűjtött 20 termésminta szemtömegét 3588g, mért szemnedvesség tartalmát

18,6%. Jelöli a megadott tábla adatokat, mint sortávolság (75cm), vetésterület (10,0221 ha). Az eredménylap „Számítások” fejezetében láthatjuk a 10 m²-es mintaterületre vetített tőszámot, ami 1409 db, majd az ebből károsított tőszámot 283 db (2. ábra).

Számítások:	
Összes tőszám a 10 m ² -es mintaterületeken:	1 409 db
Összes károsított termő tőszám a 10 m ² -es mintaterületeken:	283 db
Átlagos tőszám (Összes tőszám a 10 m ² -es mintaterületeken / Mintaterületek száma (20)):	70,45 db/10 m ²
Átlagos hektáronkénti tőszám (Átlagos tőszám (70,45 db / 10 m ²) x 1 000):	70 450 db/ha
Átlagos tövenkénti szemtömeg (Begyűjtött termés szemtömege (3 588 g / Begyűjtött termés száma (20 db)):	179,4 g/db
Betakarítható hozam ((Átlagos hektáronkénti tőszám (70 450 db/ha) x Átlagos tövenkénti szemtömeg (179,4 g/db)) / 1 000 000 x [(100 - Haszonnövényhez tartozó betakarítási veszteség(5 %))/100]:	12,0068 t/ha
Száraz termésben kimutatott hozam (Betakarítható hozam (12,0068 t/ha) x (100-Mért nedvességtartalom(18,6 %) / (100 - haszonnövényhez tartozó Betárolási nedvességtartalom(14,5 %)):	11,4310 t/ha
Tételesen felmért terület (Teljes kárral érintett területek össz kiterjedése):	0,0000 ha
Mintaterületekkel felmért terület (Vetésterület nagysága (10,0221 ha) - Tételesen felmért terület(0,0000 ha))	10,0221 ha
Mintaterületekkel felmért kár (Összes károsított termőtőszám a mintaterületeken (283 db) / Összes tőszám a mintaterületeken (1 409 db) x 100):	20,09 %

2. ábra A Vadkárkalkulátor által végzett számítások (saját fotó)

A mintaterületekkel felmért kár 23,0156 t, ami az összes kieső termésmennyiséget is jelenti esetünkben. A kalkulátor részletezi a különböző levonásokat: magtisztítás, ki-és betárolási költség -48.333 Ft, szárítási költség -283.092 Ft és beszállítási költség -37.566 Ft.

A levonásokkal csökkentett kár értéke 1 580 338 Ft, ebből levonásra került a Vadászati törvény szerinti természetes önfenntartási érték, vagyis a 10%, így a felmért vadkár értéke 1 422 304 Ft.

Következtetések

Mindamellert, hogy a kalkulátor az elvárásoknak megfelelően pontos, gyors számításokat végez, számos kérdés felmerült használata során. A szoftver nem készít kármegosztási javaslatot, nem vizsgálja, hogy a felek miként tettek eleget a kár megelőzési kötelezettségeiknek. Nem indokolja a mért eredményeket, és nem is pótolja a szakmai

vadkárbecslő munkát. De átlátható sematikus esetekben stabil támpontot adhat a felek megegyezéséhez, és a közös kárviselés megosztásához. Rengeteg idő és fáradozás megtakarítható vele, egyszerre rögzíthetjük és menthetjük az adatokat, és kizár minden számolási hibát. A rendszer az instrukciókat betartva valóban abszolút objektív mérést eredményez, de ennek megvalósulása csakis a felhasználón múlik. Elengedhetetlen, hogy az érintett felek közösen felvételezzék az adatokat, így később se lehet ebből vita. Másrészt a kalkulátor, mint eszköz használata nem, de a vadkár ismerete mindenképp igényel egy megfelelő szintű szakmai tudást. Az általunk vizsgált kukoricában el kell tudni különíteni például az egyszerű vízmosás okozta kárt, a különböző károsítók okozta kárképektől, a fejlődési abnormalitásokat, a vad által okozott elsődleges, és másodlagos károsítástól. Az alapadatok felvételére alkalmas, de kész szakvélemény készítésére, főleg a paraméterezési lehetőségek korlátai miatt, nem használható a program. Vannak tényezők, amik direkt kimaradtak a kalkulátor összeállításánál, mivel azok már messzemenőleg szakértői feladatok lennének. Olyan változók ezek, amiket nem lehet egységesíteni minden területre. Ilyen pl. a beszállítási távolság, terepviszonyok, a változó szárítási költségek, tárolási díjak.

A Vadkárkalkulátor rendszeres használatával növekszik a tárolt és elérhető információk mennyisége. Amennyiben több évre visszamenőleg tudjuk követni, és tárolni a vizsgált területek vadkárral kapcsolatos eseményeit, úgy ezen információkat az adott terület agrotechnikai adataival és hozamtérképeivel összevetve, folyamatosan naprakész és egyre precízebb gazdálkodást folytathatunk.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük a Vadkárszakértők Nonprofit Kft-nek, hogy rendelkezésünkre bocsátották a Vadkárkalkulátort vizsgálataink elvégzéséhez, valamint köszönjük a Válicka Völgye Vadászklubnak és a Hahóti Várdomb Mg. Kft-nek a segítséget és a lehetőséget.

Irodalom

Festetics L. 1870. A herceg Eszterházy család fővadászatai Ozorán. Pest 34.

Országos Vadgazdálkodási Adattár http://www.ova.info.hu/tajegyseg_terv/505_VGTT-20220411.pdf 2022.10.10.

KÁPOSZTAFÉLÉK XANTOMONÁSZOS FEKETEERŰSÉG BETEGSÉGÉT OKOZÓ KÓROKOZÓ ELLENI VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK ÉRTÉKELÉSE SZABADFÖLDÖN

*Czina Miklós István - Fodor Attila - Végh Anita**

MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék

*karacs.vegh.anita@uni-mate.hu

Összefoglalás

A káposztafélék termesztésének és fogyasztásának évszázadokra visszanyúló története van hazánkban. Az egyik legmeghatározóbb kórokozójuk a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* növénypatogén baktérium, ami a feketeerűség betegséget okozza. A kórokozó ellen a preventív védekezési mód a leghatékonyabb, így a piacon kapható toleráns fajták választása elengedhetetlen a sikeres termesztés szempontjából. Vizsgálatunk során 9 fajta ellenállóságát vizsgáltuk a kórokozóval szemben, valamint különböző természetes anyagok (citrom, fahéj, narancsolaj) hatását értékeltük szabadföldi kísérlet során. Három *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* izolátum törzskeverékével fertőztük meg a növényeket, melyeket négy alkalommal kezeltünk. Az értékelés a leveleken kialakuló tünetek száma alapján történt. Az alkalmazott kezelések között jelentős eltérést nem tapasztaltunk, csak a fertőzött kontroll tér el szignifikánsan a citromleves és a fahéj 0,025 %-os koncentrációs kezelésektől. A vizsgált fajták közül a Bejo '3415'-ös fajtajelölt emelhető ki, ami szignifikánsan különbözött a többi vizsgált fajtától.

Kulcsszavak: feketeerűség, káposztafélék, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, környezetkímélő védekezés

Abstract

Xanthomonas campestris pv. *campestris* is one of the most important pathogens of brassicas. The bacterium causes typical 'V' shaped spots on the leaf, which are initially watery and yellowish colored, then in time became necrotic. Prevention is the most effective way to control this pathogen, so the choice of tolerant varieties is essential for successful cultivation. In our study, we evaluated the susceptibility of 9 cultivars and the effect of different natural substances (lemon juice, cinnamon, orange oil). The evaluation was based on the number of leaf symptoms. Only the infected control differed significantly from the treatments with lemon juice and cinnamon at 0,025 % concentration. The Bejo '3415' variety was significantly different from the other tested varieties except. However, it is justified to repeat the experiment for several years to get an accurate result of the susceptibility of the varieties to the pathogen.

Keywords: black rot, cabbages, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, environmental protection

Bevezetés

A káposztafélék termesztése során az egyik legjelentősebb kórokozó, a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel, 1895; Dowson, 1939) baktérium, ami a káposztafélék feketeerűségét okozza. A kórokozó képes a vetőmagban is fennmaradni, így az egészséges szaporítóanyag használata kiemelten fontos a kórokozó elleni védekezésben. Agrotechnikai elemekkel, mint pl.: az uralkodó széliránnyal párhuzamos palántázással, vetésváltással, a fertőzött növényi maradvány talajba forgatásával is jelentősen csökkenthető a fertőzési kockázat. Általános és hatékony védekezési mód a kórokozóval szemben a csávázás. Azonban

jelenleg nincs hatékony és engedélyezett csávázószer a baktérium ellen. A rézszulfát és a rézoxid hatóanyagok eredményesen használhatók a védekezésben, de a NÉBIH növényvédő szer adatbázisa alapján fejeskáposztában *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ellen réz tartalmú növényvédő szer nem juttatható ki⁴. A bakteriofágok használata eredményes biológiai védekezést jelenthet (Papaianni és mtsai., 2020). Emellett az ellenálló fajta használata is megoldást jelent, amelyek elérhetőek a gyártók vetőmagkínálatában. A Syngenta három toleráns fejeskáposzta fajtát -'Toreador F1'; 'Katator F1'; 'Terminátor F1'-, a Bejo egy fajtát -'Artrost F1'-ajánl, melyek használatával sikeresen el lehet kerülni a kórokozó járványos megjelenését⁵. Munkánk során célul tűztük ki 9 káposztaféle feketeerűség betegség kórokozójával, a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* szembeni ellenállóság és különböző természetes eredetű anyagok hatékonyság vizsgálatát *in vivo* körülmények között.

Anyag és módszer

A kísérlet Dunaszigeten a 2022-es vegetációs időszakban került beállításra. 9 fajtát vontunk be a kísérletbe (Bejo 'Melissa F1', Bejo 'Kantaro F1', Syngenta 'Katator F1', Seminis 'SV5818AC F1', Bejo 'Axel F1', Syngenta 'Dakota F1', Bejo 'Expect F1', Bejo '3415 F1', Syngenta 'Almagro F1'). A növényeket bontatlan, fémzárolt vetőmagból neveltük. Az állománykezelés során őrölt fahéjport, narancsolajat, citromlevet, és a növénybe való bejutást segítő Sylvet márka jelzésű adalékanyagot használtuk, melyek korábbi, *in vitro* vizsgálatokban pozitív baktericid hatást mutattak (Frassinetti és mtsai., 2011; Popović, 2018; Forgács, 2022). Az egyes készítmények esetén eltérő koncentrációt és kombinációt használtunk (László, 2011; Ciavareli és mtsai., 2012). Kontrollként elkülönítettünk fertőzött, de természetes anyagokkal nem kezelt növényeket, valamint kezeletlen kontrollt is.

⁴ <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>

⁵ <https://www.syngenta.hu/sites/g/files/zhg316/f/kaposztafelek-2018-web.pdf?token=1573566816>

A fertőzés a kiültetést követő 56. napon történt meg. Minden káposztaféle esetében 3 ismétlést alkalmaztunk. A növények levélszárba a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Génbankjában található három *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc1, Xcc2, Xcc3) izolátum szuszpenziókeverékével 0,1 ml-t injektáltunk (Atit és Ranjan, 2015). A kontroll növényeket desztillált vízzel injektáltuk. A fertőzést követően a növényállományt párasító öntözésben részesítettük, majd fátolyföliával letakartuk, hogy biztosítsuk a baktérium számára az ideális környezetet a fertőzéshez. A különböző természetes eredetű anyagokkal a kezelést 4 alkalommal végeztünk. Az értékelés a tenyészidőszak végén történt a leveleken kialakult tünetek száma alapján. Az eredményeket IBM SPSS Statistics 27 statisztikai programmal értékeltük, ahol a fajták összehasonlítását kétfaktoros ANOVA modellel elemeztük.

Eredmények

A fertőzést követő második héten az injektálási ponttal ellentétesen, a levelek színi oldalán a levélszáron és a főér mentén már láthatóak voltak a betegség tünetei. Igazoltuk a Koch-posztulátumokat. Mivel az 2022-es év rendkívül aszályos volt, így az injektálást követő 25. naptól folyamatosan újabb feketeerűsége jellemző tünetek nem jelentek meg egészen az október első felében lévő csapadékos időszakig. A nyár folyamán a 'Katator', 'Dacota', '3415' fajtáknál gyenge, az 'Axel' fajta esetében erős *Alternaria* sp. fertőzés volt megfigyelhető. A kezelések alatt a növényállományban a mesterséges inokulációt követő tünetekhez képest új foltok nem jelentek meg. Az állománypermetezés a megfigyeléseink alapján egyszer sem indukált stresszt a növényekben, azok mindvégig egészségesek és vitálisak voltak.

Az értékelés során a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* újabb tünetei jelentek meg, azonban a fejek nyolc fajtában ('Melissa', 'Kantaro', 'Katator', 'SV5818AC', 'Axel', 'Dacota', 'Expect', '3415') 1 egyed kivételével nem károsodtak. A 'Almagro' fajta esetében az

értékeléskor a levélen látható *Alternaria* fertőzés mellett elhanyagolható mennyiségű *Xanthomonas* okozta levéltünet volt. Azonban a kezelt kontrollból, mindkét narancs koncentrációval kezeltből, illetőleg több fahéjas kezeléssel (0,025%-os koncentráció és 0,025 %-os koncentráció sylvettel kombinálva) a torzsán baktériumnyálkát vagy kezdődő tüneteket tapasztaltunk. Ezen erős torzsa-rothadásos tüneteket mutató egyedek már eladhatatlanok, így piaci értelemben 100%-os kárt azonosítottunk.

Az értékelési modellben a fajta ($F(8;174) = 19,83$ $p < 0,001$) és a kezelés ($F(11; 174) = 4,57$ $p < 0,001$) faktorok hatása szignifikáns. A kialakuló levéltünetek eltérőek voltak az egyes fajtákon, és a kezelésekre hatására a foltok száma eltért. Az alkalmazott kezelésekközött jelentős eltérés nem tapasztalható. Csak a fertőzött kontroll tér el szignifikánsan a citromleves és a fahéj 0,025 %-os koncentrációs kezelésektől. A többi kezelés esetében nincs szignifikáns különbség, így a fajtákon kialakult tünetekben a kezelés hatására nem igazolható eltérés. A kontroll és *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* baktériumfajjal fertőzött egyedek között sem volt jelentős különbség.

A vizsgált 9 fajta között jelentős eltérés nem tapasztalható. Kiemelnénk a Bejo '3415'-ös fajtajelöltet, ami két fajta (Bejo 'Katator' és Bejo 'Axel') kivételével szignifikánsan különbözött a többi vizsgált fajtától. Azonban ez nem jelenti azt, hogy a kórokozóval szembeni fogékonyágban/érzékenységben nem tértek el egymástól a vizsgált fajták. Hierarchikus klaszteranalízis során négy fajtafogékonyági csoportot különítettünk el: a legfogékonyabb a Bejo 'Melissa', fogékony a Seminis 'SV5818AC'; közepesen fogékonyak a Bejo 'Expect', Syngenta 'Almagro', Syngenta 'Dakota', Bejo 'Kantaro'; kevésbé fogékony/ellenálló a Syngenta 'Katator', Bejo 'Axel', Bejo '3415' fajták. A kevésbé fogékony fajták közül a Bejo '3415' a legkevesebb folt tüneteket mutatta a vizsgálat során, így ez bizonyul ebben a vizsgálatban a legellenállóbbnak a kórokozóval szemben.

Eredmények értékelése

A káposztafélék termesztése során számíthatunk a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* baktérium kártételére, mely járványszerű megjelenésekor akár az egész termés eladhatatlanná válhat. A kórokozó elleni védekezésre korlátozottak a lehetőségeink, annak ellenére, hogy néhány toleráns fajta elérhető már a piacon. Azonban a legtöbb fajta esetében nincs információnk a feketeerűség kórokozójával szembeni ellenállóságról, ami vegyszermentes védekezési módot jelent. A kísérletet az erős aszály nagyon megnehezítette, mivel a kórokozó a növényben lassan terjedt, így csak az október első harmadában megérkező esős hetek alatt jelentek meg az injektálás után közvetlenül megjelenő foltoktól eltérő elváltozások. A növényállomány a kezeléseket újabb, az inokulációkor megjelenő foltoktól eltérő kóros baktériumos elváltozást nem mutatott. A fajták ellenállóságának/fogékonyságának vizsgálata során fontos szem előtt tartani, hogy egy év vizsgálata alapján nem lehet egyértelmű következtetéseket levonni, melyet az idei extrém szárazság, hőség is jelentősen befolyásolt. A fajták fogékonyságát, ellenállóságát több év vizsgálata alapján jelenthetjük ki.

A különböző fajták eltérő fogékonysága a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*-szel szemben alátámasztja a kórokozó elleni védekezés egyik alapját, a toleráns fajták jelentőségét a káposztafélék termesztésében. A természetes alapanyagú készítmények a környezettudatosság érdekében egyre inkább előtérbe kerülnek a növényvédelemben, ezért a hatékonyságuk növelése indokolt a jövőbeli vizsgálatokban a kísérlet paramétereinek megváltoztatásával, mint koncentrációnövelés, kezeléseket számának növelése, több fajta kísérletbe vonása, ami a jövőben egyre jobban felértékelődő olcsó és biztonságos növényvédelmi technológia kidolgozását teszi lehetővé a káposztafélék termesztése során.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-5-MATE/4. Kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, valamint a kutatás a MATE Tehetség Tanács támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Akhtar, A. M. 1989. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black rot in cabbage. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 10. 311-313.
- Atit, M. and Ranjan, N. 2015. Pathogenicity test by using different inoculation methods on *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* caused of black rot of cabbage. *International Journal of Research in Applied* 3. 53-58.
- Ciavareli, G., Alves, L. E., Borges, R., Fabiano, P., Perinam, J. and Magela de Souza, R. 2012. Antibacterial activity of essential oils on *Xanthomonas vesicatoria* and control of bacterial spot in tomato. *SciELO - Scientific Electronic Library Online* 1-10.
- Dowson, W. J. 1939. On the systematic position and generic names of the Gram-negative bacterial plant pathogens. *Zentralbl Bacterial Parasite Infektionskr. Hyg. Abt. II.* 100. 177-193.
- Forgács M. 2022. A fejes káposzta jelentősebb kórokozói elleni készítmények *in vitro* vizsgálata. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Diplomamunka
- Frassinetti, S., Caltavuturo, L., Cini, M., Della, C., Croce, M. and Maserti, B. E. 2011. Antibacterial and antioxidant activity of essential oils from *Citrus spp.* *Journal of Essential Oil Research* 23(1). 27-31.
- László Gy. 2011. Narancsolaj - egy sokoldalú eszköz az ökológiai növénytermesztésben. *Biokultúra* 22(3). 8-9.

Papaianni, M., Paris, D., Woo, S. L., Fulgione, A., Rigano, M. M., Parrilli, E., M. Tutino, L., Marra, R., Manganiello, G., Casillo, A., Limone, A., Zoina, A., Motta, A., Lorito, M. and Capparelli, R. 2020. Plant dynamic metabolic response to bacteriophage treatment after *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* infection. *Frontiers in Microbiology* 11. 732.

Pammel, L. H. 1895. Bacteriosis of rutabaga (*Bacillus campestris* n. sp.). *Bulletin of the Iowa State College Agricultural Experiment Station* 27. 130-134.

Popović, T., Milićević, Z., Oro, V., Kosti, I., Radović, V., Jelušić, A. and Krnjajić, S. 2018. A Preliminary study of antibacterial activity of thirty essential oils against several important plant pathogenic bacteria. *Journal Pesticides and Phytomedicine* 33(3-4). 185-195.

FAJTAFOGÉKONYSÁGI VIZSGÁLAT A LEANDERRÁK KÓROKOZÓJÁVAL SZEMBEN

*Fodor Attila - Vitári Viktória - Végh Anita**

MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék

*karacs.vegh.anita@uni-mate.hu

Összefoglalás

A leander egyik legsúlyosabb betegsége a leanderrák, kórokozója, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktérium. A kórokozó elleni hatékony védekezési módra kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre. A problémát súlyosbítja, hogy a növénypatogén baktériumok ellen korlátozottak a védekezési lehetőségek. A fertőzött növényeket leggyakrabban réz hatóanyagú növényvédő szerrel kezelik, azonban ez jelentős környezetterhelést okozhat. Vegyszermentes és környezetbarát védekezési lehetőség az ellenálló fajta használata. Vizsgálatunkban növényházi kísérletben 11 leanderfajta *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* kórokozóval szembeni ellenállóságát teszteltük. A vizsgálatba vont fajták eltérően reagáltak a fertőzésre. A legsúlyosabb tünetek a *Nerium oleander* 'Marie Gambetta' fajtán, a legkisebb elváltozások a *N. oleander* 'Maglay' és *N. oleander* 'Roseum plenum' fajtákon jelentek meg.

Kulcsszavak: *Nerium oleander*, *Pseudomonas savastanoi* pv *nerii*, fajtafogékonyság, növényvédelem

Abstract

One of the most important pathogens of oleander is *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*, which causes leander cancer. Unfortunately, there is only few information about protection options against this disease. Infected plants are most often treated with copper-based pesticides, but this can cause environmental pollution. Using resistant variety is a chemical-free and environmentally friendly way of protection. In our study, we tested the susceptibility of 11 oleander varieties. The investigated varieties reacted differently to the infection. The most serious symptoms were observed in the variety *N. oleander* 'Marie Gambetta', the smallest changes were observed in the varieties *N. oleander* 'Maglay' and *N. oleander* 'Roseum plenum'.

Keywords: *Nerium oleander*, *Pseudomonas savastanoi* pv *nerii*, susceptibility, plant protection

Bevezetés

A *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* (Smith, 1908) növénypatogén baktérium komoly problémát jelent a leander (*Nerium olander*, L) termesztés és tartás során is. A fertőzés hatására tumorok, rákos sebek jelennek meg a növény föld feletti részein. Súlyos esetben a fertőzött ágak, és akár az egész növény is elpusztulhat. Azonban több hétig-hónapig tartó lappangási időszak is eltelhet, míg kialakulnak a szemmel látható tünetek, ami lehetővé teszi a fertőzés megállapítását. Ez jelentősen nehezíti a védekezést és komoly kockázatot jelent a szaporítóanyag előállításában. Ezért a betegség korai felismerésének, illetve az egészséges szaporítóanyag használatának a megelőzésben kiemelten fontos szerepe van (Azad és Cooksey, 1995).

A kórokozó elleni védekezésre korlátozott lehetőségek állnak rendelkezésre, mivel baktériumos betegségek ellen csak néhány növényvédő szer engedélyezett, ami dísznövény kultúrákban további néhány készítményre csökken. Leggyakrabban réz-tartalmú készítményt alkalmaznak, azonban ezek nem mindig sikeresek, és a költséghatékonyságuk is nagyon kétséges. Mivel úgy

kell időzíteni a kezeléseket, hogy az év jelentős részében védelmet biztosítsanak a baktérium ellen, elkerülve a réz fitotoxikus hatását. Ennek kivitelezése azonban nem egyszerű feladat (Lavermicocca és mtsai., 2002).

Számos tanulmány alátámasztja a réz vegyületek (pl.: réz-hidroxid, rézklorid) hatékonyságát a *Pseudomonas* fajokkal szemben. A *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Smith, 1908) baktériummal szemben, ami a vizsgált kórokozó olajfát fertőző patotípusa, évenkénti két rezes kezelés során már visszaszorította a fertőzést, de a legjobb eredményt az évi öt rezes kezelés jelentette (Quesada és mtsai., 2010). Azonban a réz vegyületek a fitotoxikus hatás mellett környezetterhelést is okoznak, mivel a rézion stabil molekulaként lassan vagy egyáltalán nem bomlik le. Sok esetben a talaj szemcsékhez kötődik, mely belekerülhet a természetes vízforrásainkba. Ezáltal nem csak a növényekre, hanem a mikroorganizmusokra, állatokra és emberekre is hatást gyakorolhatnak (Szabó, 2017). Mint hatékony védekezési mód az ellenálló fajta használata is felmerül, azonban a szakirodalmi adatok alapján kevés ismeret áll rendelkezésre a fajták *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériummal szembeni ellenállóságáról, annak ellenére, hogy az ellenálló fajta használatával a növényvédő szer felhasználás jelentős mértékben minimalizálható. Olaszországban végeztek vizsgálatot, ahol kilenc leander fajta közül a 'Korall' reagált legérzékenyebben a baktériumra, míg a fehér virágszínnel rendelkező fajta volt a legellenállóbb (Bella és mtsai., 2006).

Anyag és módszer

Szabadföldi kísérletben 11 leander fajta ellenállóságát (*N. oleander* 'Agnes Cambell', 'Marie Gambetta', 'Emil sahut', 'Tamaur', 'Magaly', 'Roseum plenum', 'Alsace', 'Mont Blanc', 'Ciklámén', 'Splendens Folis Variegata', 'Soeur Agnes') vizsgáltuk a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* kórokozóval szemben. A felhasznált növények főként saját szaporításúak, de néhány egyedét hazai őstermelőtől is vásároltunk. A csemeték egy évesek, hasonló fejlettségi

állapotúak voltak, és mindegyik egységesen tizenkettes átmérőjű cserépbe került átültetésre. 25 korábban már azonosított izolátum (Fodor és mtsai., 2022) szuszpenzió keverékével fertőztük meg a növényeket fajtánként 5 növényt, és emellett 5 kontroll növényt vontunk a kísérletbe. Egyedenként felülről a második internódiumba 100 µl baktérium szuszpenziót injektáltunk fecskendő segítségével. A kontroll növényekben ugyanilyen módszerrel steril desztillált vizet injektáltunk. A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék Üvegházban neveltük, tartottuk fent a növényeket. Az első 90 napban a magas relatív páratartalom (90% feletti) biztosítása érdekében páraaknába helyeztük a növényeket. Az üvegház hőmérséklete ingadozó volt és a nyár beköszöntével árnyékolást biztosítottunk a növényeknek a magas hőmérséklet és a magas UV-sugárzás okozta stressz miatt. Télen a hazai éghajlati viszonyokhoz igazodva alacsonyabb hőmérsékleten (10 °C) tartottuk a növényeket. A megfelelő növekedés érdekében 30 naponta komplex műtrágyával tápanyagutánpótlást végeztünk.

A fertőzés 2021.05.20-án történt. A leander fajták *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* kórokozóval szembeni vizsgálat értékelése kapcsán kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre (Bella és mtsai., 2006). Az értékelés során meghatározott időpontokban végeztünk méréseket, melyeket még folytatni is fogunk. Az értékelésnél különböző paramétereket (növény magasság, a szár átmérője, a száron megjelenő neoplasztikus seb területe, levélen kialakuló rákos sebek területe) vizsgáltunk, melyek a fajták közötti különbségek összehasonlítását teszik lehetővé. Továbbá a fertőzés hatására a diszítőértékben bekövetkező változást is detektáltuk a virágzási idő és annak gyakoriságának meghatározásával. Ez egy korábban általunk kidolgozott értékelési módszer (Fodor, 2020), melyet ebben a kísérletben pontosítottunk.

Eredmények

2021 tavaszán 11 leander fajta mesterséges inokulálását végeztük a leanderrák kórokozójával, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériumfajjal. A leander fajtákat a fertőzést követően folyamatosan nyomon követtük és a növények válaszreakcióit különböző időpontokban megfigyeltük, értékeltük. Minden fertőzött leander fajta esetében kialakultak a leanderrák betegségre jellemző tipikus (rákos seb, tumor) tünetek, de különböző mértékben. Az első mérhető elváltozások a fertőzés 23. napján jelentek meg. Kezdetben néhány apró sebet figyeltünk meg, melyeket méretnövekedésük miatt a fertőzés előrehaladtával már nem tudtunk elkülöníteni. A sebek egészen a fertőzés 70. napjáig növekedtek, majd megkezdődött a nekrotizálódásuk, ami a növekedés lassulását és a tünetek méretének csökkenését jelentette. Több növény esetében súlyos tüneteket tapasztaltunk, mivel az inokulálás feletti szárrész teljesen elhalt. Csupán néhány esetben jelentek meg tünetek az inokulálás helyétől eltérően. Emellett a növények kondíciója is jelentősen csökkent. A takácsatka és pajzstetű kártételére is fogékonyabbá váltak, melyek ellen rendszeres kémiai védekezésre volt szükség. A legsúlyosabb tüneteket a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajtán tapasztaltuk, ahol minden fertőzött hajtáson nagyméretű rákos sebek és torzulás jelent meg. A *N. oleander* 'Maglay' és *N. oleander* 'Roseum plenum' fajták esetében figyeltük meg a legkisebb elváltozások. Az adatok feldolgozása, statisztikai elemzése jelenleg is folyamatban van, amihez R- és SPSS statisztikai programot használunk.

Eredmények értékelése

A leanderrák kórokozója, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* növénypatogén kórokozó a díszítőérték csökkentése mellett a termesztési költségeket is jelentősen növelheti a leandertermesztés során. Jelenleg nem ismert a leghatékonyabb védekezési mód a baktérium ellen, ami a leander egyik legjelentősebb betegségét okozza. Környezetbarát védekezési

lehetőség az ellenálló, toleráns fajta használata, azonban kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre a fajták baktériummal szembeni fogékonyságáról. Kutatásunk hiánypótló és rávilágít arra, hogy a vizsgálatba vont fajták eltérően viselkednek a mesterséges fertőzésre. Ezek a különbségek elsősorban a tünetek eltérő időben történő megjelenésében, a rákos sebek méretében és a növények kondíciójában nyilvánult meg. Azonban további vizsgálatok, a mérési módszerek pontosítása és a kísérlet több vegetációban való megismétlése szükséges ahhoz, hogy a fajták fogékonyságát pontosan meg tudjuk határozni. Emellett a kórokozó növényekre gyakorolt hosszútávú hatásának vizsgálata is indokolt, hiszen a természetes vegetációban gyakran éveken át fertőzöttek lehetnek az egyes egyedek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a MATE Tehetség Tanács támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Azad, H. R. and Cooksey, D. A. 1995. A selective medium for detecting epiphytic and systemic populations of *Pseudomonas savastanoi* from oleander. *Phytopathology* 85(7). 740-745.
- Bella, P., Catara, V., Guarino, C. and Cirvilleri, G. 2006. Evaluation of oleander cultivars for resistance to *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*. *Journal of Plant Pathology* 88(3). 273-278.
- Fodor A. 2020. Tények a leanderrákról hazánkban. Szent István Egyetem, Budapest, Diplomamunka
- Fodor A., Palkovics L., Juhász Á. és Végh A. 2022. A leanderrák kórokozójának, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériumfaj izolátumainak azonosítása és összehasonlítása hazánkban. *Georgikon for Agriculture* 26(1). 219-231.

- Lavermicocca, P., Lonigro, S. L., Valerio, F., Evidente, A. and Visconti, A. 2002. Reduction of olive knot disease by a bacteriocin from *Pseudomonas syringae* pv. *ciccaronei*. *Applied and Environmental Microbiology* 68(3). 1403-1407.
- Quesada, J. M., Penyalver, R., Pérez-Panadés, J., Salcedo, C. I., Carbonell, E. A. and López, M. M. 2010. Comparison of chemical treatments for reducing epiphytic *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* populations and for improving subsequent control of olive knot disease. *Crop Protection* 29. 1413-1420.
- Smith, E. D. 1908. Recent studies of the olive tubercule organism. Bull. Bur. Plant Ind. U. S. Department of Agriculture. 2543.
- Szabó Á. 2017. A sokarcú réz - nélkülözhetetlen mikroelem, szennyező nehézfém, fontos hatóanyag. *Agroinform online* <https://www.agroinform.hu/szantofold/a-sokarcu-rez-nelkulozhetetlen-mikroelem-szennyezo-nehezfem-fontos-hatoanyag-32010-001>

**POLLEN-SPÓRA INTERAKCIÓ VIZSGÁLATA *BOTRYTIS*
CINEREA KÓROKOZÓN: EGY ÚJ MEGKÖZELÍTÉS
ELŐZETES EREDMÉNYEI**

Kocsis Ivett - Petróczy Marietta - Markó Gábor*

MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék

*ivett.kocsis95@gmail.com

Összefoglalás

A pollen-spóra interakciót meghatározó háttérmechanizmusokra eddig kevés figyelem irányult. Ezeket a hatásokat részben a mikrobiális kémiai kommunikáció jelensége magyarázhatja. Jelen munka részletesebb, feltáró kutatásunk legfontosabb kezdeti lépéseit kívánja bemutatni. Elővizsgálatunk legfőbb célkitűzése volt, hogy validáljuk az alkalmazott módszertant, illetve teszteljük a konídiumok csírázását befolyásoló legfontosabb tényezőket. A vizsgálat során modellszervezetként a *Botrytis cinerea* növénypatogén gombát választottuk. Kezdeti eredményeink arra utalnak, hogy az alkalmazott módszertan alkalmas a konídiumok kezdeti fejlődésének nyomon követésére. Jelentős különbséget figyeltünk meg a kivonatok típusával kapcsolatban, aminek számottevő idő- és koncentrációfüggő hatása van. Mindez arra utalhat, hogy a *Botrytis cinerea* kórokozó konídiumainak fejlődését olyan szabályozó molekulák befolyásolják, amelyek analóg hatásúak lehetnek a növényi pollenekben található stimulator vegyületekkel.

Kulcsszavak: mikrobiális kommunikáció, quorum sensing, spektrofotometria

Abstract

There is little attention on the spore-pollen interaction, especially their background mechanisms, which microbial communications might partially explain. In this pilot study in *Botrytis cinerea*, we will show some first primary results, such as methodological validation and the role of some influencing factors. The preliminary results suggested valid methodological background to measure the initial growth of conidia development. Furthermore, we obtained a significant difference for the type of extract, which has a detectable time- and concentration-dependent effect. Summarizing, these results may indicate that the development of the pathogenic conidia of *B. cinerea* is influenced by certain regulatory molecules, which may have an analogous biological effect on the stimulatory compounds found in plant pollens.

Keywords: microbial communication, quorum sensing, spectrophotometry

Bevezetés

A légmozgással terjedő növényi pollenek és növénypatogén gombák spórái megfelelő körülmények között nagy mennyiségben kiülepedhetnek különböző növényi felszíneken (pl. kéreg, termés) (Song és mtsai., 2014). Ezekben a természetes pollencsapdákban a felhalmozódott növényi pollenek csapadékkal keveredve ideális közeget biztosítanak az ugyanitt kiülepedett gombaspórák kezdeti fejlődéséhez (Hennebert, 1973). A növénypatogén gombák és a növényi pollenek közötti interakció kutatottsága ellenére (Ogawa és English, 1960) ezidáig csak kevés figyelem összpontosult a serkentő hatást kiváltó háttérmechanizmusokra (Kocsis és mtsai., 2022), amelyet részben magyarázhat a növénypatogén szervezetek között leírt mikrobiális kommunikáció (az ún. „quorum sensing”, QS) jelensége (Padder és mtsai., 2018).

A QS során a mikrobiális szervezetek bizonyos önszabályozó molekulákat választanak ki, amelyek az egyedsűrűség növekedésével felhalmozódnak, így lokálisan érzékelhetik a hasonló

szervezetek denzitását (Mehmood és mtsai., 2019). A szabályozó molekulák hatására a biológiai szervezetek megváltoztatják az addigi életműködésüket, így módosulhat a szaporodásuk, szinkronizálhatják a konídiumok tömeges csírázását (Barriuso, 2015; Lindsay és mtsai., 2012; Padder, 2018; Sato és mtsai., 2004). A QS vegyületek mennyisége az idő és az inokulumok mennyiségének függvényében is változhat (Rosero-Hernández és mtsai., 2020). Elővizsgálatunk során azt feltételeztük, hogy a növénypatogén gombák spórái is kémiai jelek segítségével kommunikálnak egymással, amely hatást a növényi pollenekből diffundáló anyagok pozitívan befolyásolhatják. A vizsgálatunk modell organizmusa a szőlő szürkerothadás betegség kialakulásáért felelős gomba, a *Botrytis cinerea* Pers., amelynek konídiumai a levegőben terjedhetnek és a növényi pollenek mellett természetes pollenspadákban kiülepedhetnek. Jelen kutatásunk során célul tűztük ki az alábbi összefüggések tesztelését: 1) összefügg-e a *Botrytis cinerea* konídiumok csírázási aránya, valamint a csíratömlők átlagos mérete azok abszorbancia szintjével?; valamint 2) milyen tényezők befolyásolják a konídiumok csírázását? A kérdés kapcsán teszteljük a kivonatok típusát, koncentrációját, oldási idejét és időbeli dinamikáját.

Anyag és módszer

Pollen és konídium szuszpenzió előállítása

A pollen szuszpenzió elkészítéséhez napraforgó (*Helianthus annuus*) pollen és steril desztillált víz hozzáadásával két párhuzamos hígítási sort készítettünk (0, 500.000 és 1.000.000 pollen/ml). Az első hígítási sort 20, a második hígítási sort 2 órán keresztül oldottuk vízben. Az oldási idő letelte után az oldatot alacsony fordulatszámon centrifugáltuk, majd a felülúszót a méréshez pipettáztuk. A konídium szuszpenzió előállításához konídiumokat emeltünk le mesterségesen fertőzött szőlőfürt felületéről, majd a fent ismertetett módszerrel hígítási sort készítettünk.

Konídiumok csírázásának nyomon követése

Mérés során friss *Botrytis cinerea* konídiumokat kezeltünk különböző összetételű (kivonat típusa: pollen, konídium), és koncentrációjú (koncentráció: 0, 500.000, 1.000.000 db pollen vagy konídium/ml), valamint különböző ideig oldott (oldási idő: 2 és 20 óra) vizes kivonatokkal. A kivonatok már sem pollent, sem konídiumot nem tartalmaztak. A friss *B. cinerea* konídium szuszpenzió koncentrációja 1.000.000 konídium/ml volt. A konídiumok csírázásának méréséhez MultiScan FC típusú spektrofotométert használtunk (Hernandez és mtsai., 2007), amely a fény elnyelésén keresztül határozza meg a microplate lemez mintahelyeiben található oldatok sűrűségét. A konídiumok csírázási és növekedési aránya tükrözi az áteresztett fény mennyiségét (abszorbancia, transzmisszió). A spektrofotométeres méréseket követően validációs vizsgálatokat végeztünk. Minden kezelésből 50 konídiumot vizsgáltunk és értékeltük a csírázás mértékét egy 0-6-ig terjedő skálán (0: nem csírázik, 1-6: csíratömlő hossza a konídium hosszához képest).

Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzésekhez a konídiumok csíratömlőjének átlagos méretét használtuk. Általánosított lineáris modell (gamma eloszlás) segítségével teszteltük a spektrofotométer által mért abszorbancia értékek összefüggését a konídiumok csírázási arányával, valamint a konídiumok csíratömlőjének átlagos méretével. A modellben függő változóként szerepelt az abszorbancia érték, magyarázóváltozóként a csírázási arány, valamint az átlagos csíratömlő méret. Lineáris kevert modell segítségével teszteltük a kivonat típusa, a koncentráció és az oldási idő hatását a csíratömlők átlagos méretére, míg random faktorként a minták azonosítója szerepelt a modellben. Minden statisztikai elemzést R programkörnyezetben futtatunk.

Eredmények

A konídiumok fejlettségi állapotával kapcsolatos változókat (csírázási arány, csíratömlő átlagos mérete) az abszorbanca értékek igazolhatóan tükrözik. A konídiumok fejlődését több tényező is befolyásolta. A konídiumok alacsonyabb mértékben csíráztak konídiumkivonat hatására a pollenkivonathoz képest. Az idő és a koncentráció függvényében növekvő abszorbanca értékeket kaptunk. Kimutatható hatást váltott ki a kivonat típusa a koncentrációval, valamint az idővel alkotott interakciója is, azaz az egyes kivonat típusok eltérő időbeli és koncentrációbeli növekedési mintázatot indukálnak. Mindezekkel szemben az oldási idő nem befolyásolta a csíratömlők fejlődését.

Eredmények értékelése

Elővizsgálatunk egyik kiemelt célkitűzéseként igazoltuk, hogy spektrofotometriás méréssel megbízhatóan nyomonkövethető a konídiumok csírázása, így a módszer alkalmas a gombák kezdeti fejlődésének nyomon követésére. Kutatásunk másik fontos célkitűzése a különböző, a konídiumok kezdeti fejlődését befolyásoló hatások megismerése volt. Eredményeink igazolják, hogy a kivonatok befolyásolják a *Botrytis cinerea* konídiumok csírázását, amelyek sajátos idő- és koncentrációbeli mintázatot adnak a kivonat típustól függően. A pollenkivonat jelentősebb serkentő hatása miatt azt feltételezzük, hogy több stimulátor anyagot tartalmaznak a konídiumokhoz képest. Továbbá a kivonatok oldási ideje nem befolyásolta jelentős mértékben a konídiumok csírázását, ami feltehetően azt jelenti, hogy a csírázásserkentő anyagok kioldódása, a pollenek és konídiumok esetén is, már két óránál rövidebb idő alatt végbemehetett. Az előzetes eredményeink összefoglalásaként elmondhatjuk, hogy *Botrytis cinerea* kórokozó szaporítóképleteinek fejlődését bizonyos szabályozó molekulák befolyásolhatják, amelyek analóg hatásúak lehetnek a növényi pollenekben található stimulátor vegyületekkel.

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült (ÚNKP-22-3). Köszönjük Mikó Sándornak a laboratóriumi mérésekben nyújtott közreműködését. Köszönettel tartozunk azon Intézeti kollégáknak, többek között Mezőfi Lászlónak, akik az inspiráló beszélgetéseikkel hozzájárultak jelen anyag végleges formájához.

Irodalom

- Barriuso, J. 2015. Quorum sensing mechanisms in fungi. *AIMS Microbiology* 1(1). 37-47.
- Hennebert, G. L. 1973. *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. *Persoonia* 7. 183-204.
- Hernandez-Albíter, R. C., Barrera-Necha, L. L. and Bautista-Baños, S. 2007. Antifungal Potential of Crude Plant Extracts on Conidial Germination of Two Isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. And Sacc. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 25(2).180-185.
- Kocsis, I., Petróczy, M., Takács, Z. K. and Markó, G. 2022. Stimulation role of pollen grains in the initial development of *Botrytis cinerea*: The importance of host compatibility, cultivation status and pollen size. *Journal of Phytopathology* 170. 828- 837.
- Lindsay, A. K., Deveau, A., Piispanen, A. E. and Hogan, D. A. 2012. Farnesol and cyclic AMP signaling effects on the hypha-to-yeast transition in *Candida albicans*. *Eukaryotic Cell* 11(10). 1219-1225.
- Mehmood, A., Liu, G. and Wang, X. 2019. Fungal Quorum-Sensing Molecules and Inhibitors with Potential Antifungal Activity: A Review. *Molecules* 24(10). 1950.
- Ogawa, J. M. and English, H. 1960. Blossom blight and green fruit rot of almond, apricot and plum caused by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease Reporter* 44(4). 265-268.
- Padder, S. A., Prasad, R and Shah, A. H. 2018. Quorum sensing: A less known mode of communication among fungi. *Microbiological Research* 210. 51-58.

Rosero-Hernández, E. D. and Echeverri, F. L. 2020. The Search for Quorum Sensing in *Botrytis cinerea*: Regulatory Activity of Its Extracts on Its Development. *Plants* 9(2). 168.

Sato, T., Watanabe, T., Mikami, T. and Matsumoto, T. 2004. Farnesol, a morphogenetic autoregulatory substance in the dimorphic fungus *Candida albicans*, inhibits hyphae growth through suppression of a mitogen-activated protein kinase cascade. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 27(5). 751-752.

Song, X., Bera, S., Yao, Y., Ferguson, D. and Li, C. 2014. Tree barks as a natural trap for airborne spores and pollen grains from China. *Chinese Science Bulletin* 59(19). 2331-2339.

FOKHAGYMÁT FERTŐZŐ *POTYVIRUS* ÉS *CARLAVIRUS* FAJOKKAL VÉGZETT MESTERSÉGES FERTŐZÉSI KÍSÉRLETEK

Koczor Ádám^{1} - Ádám János² - Palkovics László³*

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykörtani Tanszék

²MATE Kertészettudományi Intézet, Tungsram Vertikális Farm Kihelyezett

Tanszék

³SZE Növénytudományi Tanszék

*koczor.adam.andras@phd.uni-szie.hu

Összefoglalás

Munkánk során fokhagyma és póréhagyma növények mesterséges fertőzését, inokulálását végeztük *Potyvirus* és *Carlavirus* izolátumokkal. Célunk a fertőzési viszonyok vizsgálata volt, a potyvírusok esetében gazdanövény preferenciát, míg a carlavírusok esetében a nemzetségbe tartozó vírusfajok kevert fertőzésének lehetőségét vizsgáltuk. A kísérletek során összesen 36 fokhagymanövény fertőzését végeztük el és értékeltük. A potyvírusok átvitele póréhagymán kis mértékben, míg fokhagymán nagymértékben sikeres volt. A két carlavírus egyidejű jelenlétét nem tudtuk kimutatni az inokulált növényekben.

Kulcsszavak: fokhagyma, potyvírus, carlavírus, mesterséges fertőzés

Abstract

In our survey, garlic and leek plants were tested by artificial inoculation of *Potyvirus* and *Carlavirus* isolates. Our aim was to investigate the infectional conditions, studying host plant preference for Potyviruses and the possibility of mixed infection of *Carlavirus* species. In total, 36 garlic plants were infected, then the results were evaluated. Transmission of potyviruses was low on leeks and high on garlic. The simultaneous presence of the two carlaviruses could not be detected in the inoculated plants.

Keywords: garlic, potyvirus, carlavirus, artificial inoculation

Bevezetés

A fokhagymát fertőző vírusok közül a legkomolyabb gazdasági kártétellel fenyegetnek a *Potyvirus* nemzetség (*Leek yellow stripe virus* (LYSV), *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Shallot yellow stripe virus* (SYSV)) és a *Carlavirus* nemzetség (*Garlic common latent virus* (GarCLV), *Shallot latent virus* (SLV)) fokhagymát fertőző fajai (Diekmann, 1997). Három francia fokhagymafajta vizsgálata során a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy az OYDV és a LYSV egyidejű fertőzése 80-91%-kal (Lot és mtsai., 1998), míg a poty-, carla- és allexivírusok keverékével való mesterségesen fertőzés 74%-kal volt képes csökkenteni a fokhagyma fejek átlagos tömegét (Lunello és mtsai., 2007). Kutatásunk során célul tűztük ki a két vírusnemzetség vírusátviteli tulajdonságainak jellemzését magyarországi eredetű tesznövények és vírusizolátumok felhasználásával.

Anyag és módszer

Kutatásunkat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Budai Campus, Növénykörtani Tanszék laboratóriumában és annak üvegházában végeztük.

A potyvírussal történő mesterséges fertőzéshez nyolc darab *Allium porrum* 'Lincoln' vírusmentes póréhagyma magot (PotyAP 1-8), valamint nyolc darab *Allium sativum* 'Makói tavaszi' vírusmentes, certifikált fokhagyma vetőgerezdet (PotyAS 1-8) hajtottunk. A mesterséges fertőzéshez olyan fokhagyma levélszövetet alkalmaztunk, amelynek potyvírus fertőzöttségéről korábban megbizonyosodtunk.

A carlavírusokkal történő mesterséges fertőzéshez húsz darab *Allium sativum* 'Makói tavaszi' vírusmentes, certifikált fokhagyma vetőgerezdeket (CarlaAS 1-20) hajtottunk. Célunk a nemzetség fajai közötti kevert fertőzés kialakítása volt, ezért a mesterséges inokulációhoz két különböző fokhagymanövény levélszövetét alkalmaztuk. Az egyik minta GarCLV fertőzöttségét, míg a másik minta SLV fertőzöttségét korábbi vizsgálatainkban megerősítettük. A mesterséges fertőzéshez inokuláló puffert alkalmaztunk (Lot és mtsai., 1998).

A dörzsmozsárban homogenizált fertőzött levélszövetet és az inokuláló puffert a mozsártörővel a levél felületére kentük celit abrazívum jelenlétében. A fertőzéseket minden esetben, vírusról külön külön levélen végeztük. Az inokulálást követő 14. napon vizsgáltuk a fertőzés alakulását a tesztnövényeken.

Az összribonukleinsav kivonáshoz a Spektrum Plant Total RNA Kit-et (Sigma-Aldrich) és a GeneJET Plant RNA Purification Mini Kit-et (ThermoFisher Scientific) használtuk a gyártó utasításait alapul véve. A cDNS szintézist követően PCR eljárással vizsgáltuk a minták vírusról fertőzöttségét. A *Potyvirus* és *Carlavirus* nemzetségekbe tartozó vírusok fajspecifikus, nukleinsav alapú meghatározásához a szenz primereket olyan nemzetségen belül konzervált, de a fajok között variábilis elhelyezkedésű genomi régiókra terveztük, melyek a PCR reakcióban használt M4 antiszenz primerrel (Chen és mtsai., 2001) együtt alkalmazva különböző hosszúságú PCR termékeket sokszorozítottak.

A saját fejlesztésű szenz primerek működőképességét korábbi vizsgálatokban a PCR termék szekvenálási analízisével is megerősítettük, az indítószekvenciák nukleotid sorrendje jelenleg publikáció alatt áll.

Eredmények

A mesterséges potyvírus fertőzést követő PCR vizsgálat termékének agaróz gélelektroforézis gélképét vizsgálva látható, hogy az inokulált póréhagyma minták 25%-ában alakult ki a fertőzés (PotyAP 5, 7), a többi esetben a fertőzés kialakulása nem igazolható. Az inokulált fokhagymanövények esetében a fertőzés sikerességét a minták 87,5%-ában tudtuk igazolni, egy esetben (PotyAS 1) a fertőzés nem történt meg. A potyvírusokra jellemző PCR termék hossz 1000-1200 bp tartományban látható a gélképeken. Pozitív kontrollként az inokuláláshoz is használt, fertőzött fokhagyma levélszöveget használtuk (1. táblázat).

A carlavírus fajokkal inokulált fokhagyma növények esetében a fertőzés a minták 55%-ában alakult ki (CarlaAS 3, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 17, 18, 20). A sikeresen fertőzött minták 54,5%-ában a GarCLV fertőzés alakult ki (CarlaAS 3, 5, 7, 11, 15, 20), míg 45,5%-ában az SLV fertőzés (CarlaAS 6, 8, 13, 17, 18). Kevert fertőzést a provokációs fertőzési kísérletünkkel nem tudunk létrehozni. A GarCLV vírusfajra jellemző PCR termék 800 bp, míg az SLV esetében 700 bp tartományban látható. Pozitív kontrollként az inokuláláskor is használt fokhagyma mintákat alkalmaztuk (2. táblázat).

1. táblázat A *PotyAP1-8* és a *PotyAS1-8* sorozat mesterséges fertőzésének eredményei. M = Marker, - ctrl = negatív kontroll, + ctrl = pozitív kontroll, bp = bázispár

Inokulált minta neve	Fertőzés sikeressége	Gépképek
PotyAP 1	×	
PotyAP 2	×	
PotyAP 3	×	
PotyAP 4	×	
PotyAP 5	+	
PotyAP 6	×	
PotyAP 7	+	
PotyAP 8	×	
PotyAS 1	×	
PotyAS 2	+	
PotyAS 3	+	
PotyAS 4	+	
PotyAS 5	+	
PotyAS 6	+	
PotyAS 7	+	
PotyAS 8	+	

2. táblázat A CarlaAS1-20 sorozat mesterséges fertőzésének eredményei. M = Marker, - ctrl = negatív kontroll, + ctrl = pozitív kontroll, bp = bázispár

Inokulált minta neve	Fertőzés sikeressége	Gépképek
CarlaAS 1	×	
CarlaAS 2	×	
CarlaAS 3	GarCLV	
CarlaAS 4	×	
CarlaAS 5	GarCLV	
CarlaAS 6	SLV	
CarlaAS 7	GarCLV	
CarlaAS 8	SLV	
CarlaAS 9	×	
CarlaAS 10	×	
CarlaAS 11	GarCLV	
CarlaAS 12	×	
CarlaAS 13	SLV	
CarlaAS 14	×	
CarlaAS 15	GarCLV	
CarlaAS 16	×	
CarlaAS 17	SLV	
CarlaAS 18	SLV	
CarlaAS 19	×	
CarlaAS 20	GarCLV	

Eredmények értékelése

A fokhagymát fertőző potyvírusok gazdanövény preferenciájának vizsgálata alapján az általunk azonosított hazai izolátum látszólag nem, vagy csak kis mértékben volt képes fertőzni a póréhagymát, míg a fokhagymát jelentős mértékben fertőzte. A szakirodalom említést tesz a LYSV-G és az OYDV-G fokhagymát fertőző vírustörzseiről (Lot és mtsai., 1998). Az izolátum vírusátviteli tulajdonságainak további jellemzése a jövőben a rokonsági viszonyok részletesebb feltárását teszik szükségessé.

A carlavírusok esetében nem sikerült mesterséges úton kevert fertőzést létrehozni. A szakirodalom szerint a két vírus nem volt egyidejűleg jelen a gazdanövényben (Dovas és Vovlas 2003), más esetben, viszont sikerült a két fajt azonos gazdanövényből kimutatni (Pauzi és mtsai., 2018). További vizsgálatok szükségesek a kevert fertőzések azonosításához, ugyanis a szakirodalom szerint a nemzetség fajai nem okozhatnak egymással szembeni keresztvédettséget (King és mtsai., 2011).

Irodalom

- Diekmann, M. 1997. *Allium* spp. Bioversity International, Prague. 19-35.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S. and Delecolle, B. 1998. Effects of onion yellow dwarf and leek yellow stripe viruses on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. *Plant Disease* 82(12). 1381-1385.
- Lunello, P., Di Rienzo, J. and Conci, V. C. 2007. Yield loss in garlic caused by Leek yellow stripe virus Argentinean isolate. *Plant Disease* 91(2). 153-158.
- Chen, J., Chen, J. and Adams, M. J. 2001. A universal PCR primer to detect members of the Potyviridae and its use to examine the taxonomic status of several members of the family. *Archives of Virology* 146(4). 757-766.

Dovas, C. I. and Vovlas, C. 2003. Viruses infecting *Allium spp.* in southern Italy. *Journal of Plant Pathology* 85(2). 135.

Pauzi, Y., Lestari, S. and Hidayat, S. 2018. Variations of Garlic Common Latent Virus and Shallot Latent Virus Concentration on Shallot and Garlic. p: 012045. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing,

King, A. M., Lefkowitz, E., Adams, M. J. and Carstens, E. B. 2011. Virus taxonomy: IX report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, S.I. 903-907, 924-927, 1072-1079.

TARTALOMJEGYZÉK

A PARADICSOM INTEGRÁLT ÉS ALTERNATÍV NÖVÉNYVÉDELMI TECHNOLÓGIÁINAK VIZSGÁLATA	
Dezső Dániel, Pásztor György	1
FONTOSABB EGYSZIKŰ GYOMNÖVÉNYEK ALLELOPATIKUS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA KUKORICÁBAN	
Lórántfy Kolos, Pásztor György	7
A GYOMKÖLES (<i>PANICUM MILIACEUM</i> SUBSP. <i>RUDERALE</i> L.) KOMPETÍCIÓS KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN	
Pásztor György, Nyisztor Boglárka	13
A KLIMATIKUS TÉNYEZŐK ÉS A GYOMFLÓRA VÁLTOZÁS ÖSSZEFÜGGÉSEI	
Kazinczi Gabriella, Pásztor György	19
CSERESZNYELÉGY ELLENI ENDOTERÁPIÁS KEZELÉS	
Gyuris Rita, Sörös Csilla, Gutermuth Ádám, Szabó Árpád	25
ÚJABB TAPASZTALATOK A TÖRZSINJEKTÁLÁS ÉS A NYUGATI DIÓBUROK- FŰRÖLÉGY (<i>RHAGOLETIS COMPLETA</i> CRESSON, 1929) VONATKOZÁSÁBAN	
Kiss Máté, Sörös Csilla, Gutermuth Ádám, Szabó Árpád	34
NAPRAFORGÓ VETŐMAG CSÍRÁZÁSKOR FELLÉPŐ BETEGSÉGEINEK VIZSGÁLATA	
Kádár Kitti, Pásztor György, Poór Judit, Takács András Péter	44
KÜLÖNBÖZŐ SZÓJAJAJTÁK NÖVÉNYKÓRTANI ÉRTÉKELÉSE	
Varga Zsolt, Novák László	49

BURGONYA-FAJTAJELŐLTEK FITOFTÓRA- (<i>PHYTOPHTHORA INFESTANS</i>) ELLENÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA PROVOKÁCIÓS KÍSÉRLETBEN, 2022	
Kovács Blanka, Gergely László, Kristó Attila	56
A BURGONYA LOMBFITOFTÓRÁVAL (<i>PHYTOPHTHORA INFESTANS</i> (MONT.) DE BARY) SZEMBENI REZISZTENCIA NEMESÍTÉSI TÖREKVVÉSEK ÉS EREDMÉNYEK A MATE BURGONYAKUTATÓ ÁLLOMÁSÁN	
Wolf István, Polgár Zsolt	64
IMPORTÁLT KÓROKOZÓK JELENTŐSÉGE AVOKÁDÓN (<i>PERSEA AMERICANA</i> HASS.)	
Szendrei Lilla, Petróczy Marietta, Ágoston János, Tóth Annamária	72
HAZAI SZŐLŐÜLTETVÉNYEK VIROLÓGIAI VIZSGÁLATA	
Takács András Péter, Horváth Ádám, Kormos Éva, Pásztor György	78
USING THE HET-CAM TEST IN DETERMINING THE EYE IRRITATION POTENTIAL OF SOME PESTICIDES	
Esther Ijeoma Idogwu, Svetlana Kazarova, Éva Kormos	84
TESTING OF PESTICIDES FOR EYE IRRITATION WITH THE HET-CAM TEST	
Svetlana Kazarova, Esther Ijeoma Idogwu, Éva Kormos	92
PYRINEX 48 EC ÉS CHORUS 50 WG PESZTICIDEK EGYÜTTES EMBRIÓKÁROSÍTÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA FÁCÁNEMBRIÓN	
Major László, Budai Péter, Buda István, Nadhirah Binti Saidon, Lehel József, Szabó Rita	98
KLÓRPIRIFOSZ ÉS A CIPRODINIL HATÓANYAGÚ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK EGYÜTTES MÉRÉGHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA HÁZITYÚK-EMBRIOKBAN	
Szabó Rita, Varga Dorina, Budai Péter, Lehel József, Nadhirah Binti Saidon, Buda István, Major László	104

IN VITRO TECHNIKÁK A NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK SZEMIRRITÁCIÓS TULAJDONSÁGÁNAK VIZSGÁLATÁRA	
Buda István, Lehel József, Nadhirah Binti Saidon, Szabó Rita, Budai Péter	110
A PROKLORÁZ PENETRÁCIÓJA A NÖVÉNYI SZÖVETEKBE POSZTHARVESZT ALKALMAZÁS SORÁN ÉS MÉRGEZŐ HATÁSA HÁZITYÚK-EMBRIÓKRA	
Buzás Anna, Major László, Batta Sára, Lányi Katalin	117
AZ IMAZALIL ÉS IPKONAZOL PENETRÁCIÓJA A CITRUSFÉLÉKBE A POSZTHARVESZT KEZELÉS SORÁN	
Lányi Katalin, Lini Ákos Benedek, Buzás Anna	123
POSZTHARVESZT FUNGICIDEK KIOLDÓDÁSÁNAK VIZSGÁLATA ITALOKBAN ÉS LEVEKBEN	
Ivacs Vince, Sörös Csilla	129
A TOLERANCIA HATÁSA EGYES ALMÁT FERTŐZŐ GOMBAFAJOK MEGJELENÉSÉRE	
Sólyom Laura, Lengyel Kálmán, Takács András Péter	136
AZ ÓZON HATÁSA A FUZÁRIUM FERTŐZÖTTség ALAKULÁSÁRA	
Papp Evelin Mária, Both Gyula, Takács András Péter	142
TOKAJ-HEGYALJA BORVIDÉKRŐL GYŰJTÖTT <i>BOTRYTIS CINEREÁVAL</i> FERTŐZÖTT FURMINT SZŐLŐMINTÁK KOMPLEX PROTEOMIKAI VIZSGÁLATA	
Szám Dorottya, Pogány Miklós, Hetesi Zsolt, Takács András Péter	148
ÖKOLÓGIAI NÖVÉNYVÉDELEM KIHÍVÁSAI A NANOTECHNOLÓGIÁVAL KÉSZÜLT BISTEPPEL SZŐLŐ- ÉS GYÜMÖLCS KULTÚRÁBAN	
Daragó Ágnes, Kalydi Tamás	154
ÚJ UTAK A NÖVÉNYVÉDŐ SZER ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSBAN	
Jordán László	159

A VADKÁRKALKULÁTOR ALKALMAZÁSÁNAK GYAKORLATI TAPASZTALATAI	
Horváth Dávid, Kovács Szilvia	166
KÁPOSZTAFÉLÉK XANTOMONÁSZOS FEKETEERŰSÉG BETEGSÉGÉT OKOZÓ KÓROKOZÓ ELLENI VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK ÉRTÉKELÉSE SZABADFÖLDÖN	
Czina Miklós István, Fodor Attila, Végh Anita	173
FAJTAFOGÉKONYSÁGI VIZSGÁLAT A LEANDERRÁK KÓROKOZÓJÁVAL SZEMBEN	
Fodor Attila, Vitári Viktória, Végh Anita	181
POLLEN-SPÓRA INTERAKCIÓ VIZSGÁLATA <i>BOTRYTIS CINEREA</i> KÓROKOZÓN: EGY ÚJ MEGKÖZELÍTÉS ELŐZETES EREDMÉNYEI	
Kocsis Ivett, Petróczy Marietta, Markó Gábor	188
FOKHAGYMÁT FERTŐZŐ <i>POTYVIRUS</i> ÉS <i>CARLAVIRUS</i> FAJOKKAL VÉGZETT MESTERSÉGES FERTŐZÉSI KÍSÉRLETEK	
Koczor Ádám, Ádám János, Palkovics László	195

HU ISSN 0239 1260

A kiadásért felelős a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus Főigazgatója.
Készült: Ziegler-nyomda, Keszthely – 130 példányban
Felelős vezető: Ziegler Viktória
Terjedelem: 18,2 A/5-ös ív
