

## Mit teszünk? – Mit eszünk?: peszticid vs élelmiszer-biztonság

**Lehel József**

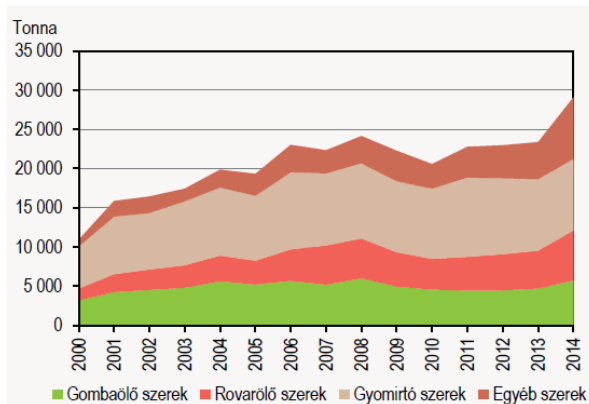
Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

e-mail: lehel.jozsef@univet.hu

Jóllehet, hogy az elmúlt években (évtizedben) új peszticid hatóanyag és készítmény nem vagy csak kismértékben került a piacra, a növényvédő szerek jelentős helyet foglalnak el mind az ipari termelésben, mind pedig a felhasználás tekintetében az Európai Unióban.

A múlt század vége felé a peszticid-hatóanyag paletta jelentősen csökkent, számuk jelenleg közel 500-600, felhasznált mennyiségük pedig meghaladja az évi 2-2,5 millió tonnát az EU-ban. A múlt században a peszticidek felhasználása jelentősen emelkedett. Ugyanakkor, a felhasznált vegyületek köre is változott, több erősen toxikus hatóanyag alkalmazása megszűnt, azonban mind a mai napig a kémiai növényvédelem (és kisebb részben az állategészségügy és a közegészségügy) szerves részét képezik a kevésbé szelektív, a magasabb rendű állati szervezetekre és az emberre is káros vagy akár mérgező hatással rendelkező peszticidek (EFSA, 2017).

A hazai adatok alapján a felhasznált növényvédő szerek mennyisége 2000 óta szinte folyamatosan emelkedett (1. ábra, AKI, 2017; KSH, 2016).



1. ábra. A növényvédő szerek típus szerinti felhasználása Magyarországon (KSH, 2016)

(Forrás: Agrárgazdasági Kutató Intézet:

[https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/a:309/novenyvedo\\_szerek\\_ertekesitese](https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/a:309/novenyvedo_szerek_ertekesitese))

Ugyanakkor, a növényvédő szerek hazai felhasználásában állandóság figyelhető meg 2014-2016 között (1. táblázat). A különböző típusú növényvédelmi peszticidek között mind a készítmények, mind pedig a hatóanyagok esetében a herbicidek dominálnak (készítmény: 38-44%, hatóanyag: 42-47%), ezt követik a fungicidek (készítmény: 23-26%; hatóanyag: 38-41%), illetve az inszekticidek (készítmény: 8-12%; hatóanyag: 8-9%). A nagyobb mértékű felhasználás miatt elsősorban ezek jelenlétével kell számolnunk a növényi eredetű élelmiszerek esetében.

1. táblázat. A növényvédő szerek megoszlása 2014-2016 között (NÉBiH, 2014, 2015, 2016)

Termék	2014				2015				2016			
	termék (et)	%	ha (et)	%	termék (et)	%	ha (et)	%	termék (et)	%	ha (et)	%
Total	29,6		9,6		29,7		9,5		28,2		9,7	
Herbicidek	11,1	38	4,0	42	11,8	40	4,2	45	12,4	44	4,5	47
Fungicidek	6,8	23	3,6	38	7,1	24	3,8	41	7,3	26	3,9	40
Inszekticidek	3,6	12	0,9	9	2,4	8	0,8	9	2,1	8	0,7	8

termék=készítmény; ha=hatóanyag; et=ezer tonna

Az élelmiszer-biztonság és a fogyasztó egészségvédelme szempontjából fontos annak ismerete, hogy az alkalmazott hatóanyagok képesek-e kumulálódni a környezetben, a növények szervezetében (vagy akár az állati szervezetben), illetve a táplálékláncon keresztül.

Erre a legismertebb példa a DDT, amelyről az alkalmazás során derült ki, hogy lebomlása a talajban és az élő szervezetben igen lassú (perzisztens), így alkalmazását követően a talajvíz, a folyók és a tengerek is kontaminálódtak és szinte az egész bioszféra beszennyeződött, továbbá a táplálékláncon is felhalmozódott. Így, nem meglepő, hogy vadon élő állatokból még a betiltást követő 30 év múlva is kimutatható volt az igen lassan lebomló diklórel-tilén-metabolitja (DDE), illetve az engedélyezett határértéknél esetlegesen magasabb DDT-koncentráció (Lehel és Laczay, 2010).

Néhány olyan gondolatot és szempontot kívánok felvetni, mely befolyással lehet a peszticid koncentrációjára a növényi eredetű élelmiszerekben (és akár az állati eredetűekben is), még a megfelelő, előírászerű alkalmazás során is, de különösképpen a nem megfelelő, előírásoktól eltérő, nem rendeltetészerű felhasználás következtében.

A növényvédőszer-használat kockázatot jelenthet a fogyasztó egészségvédelme szempontjából, amely jelentős mértékben csökkenthető, ha az adott peszticid-készítményt csak a

megfelelő kultúrán alkalmazzák, az előírt koncentrációban és ideig, a megfelelő technológiával. Továbbá, fontos a szer juttatását követően az előírt élelmezés-egészségügyi várakozási idő (ÉEVI) betartása, hogy a hatóanyag koncentrációja az érvényben lévő hatósági határértékre (Maximum Residue Limit, MRL), illetve az alá csökkenjen.

A különböző élelmiszerek szermaradék-tartalmát növelheti a kétirányú használat, vagyis az, hogy azonos hatóanyagok (hatóanyag-csoportok) kerül(het)nek felhasználásra a növényvédelemben és az állattenyésztésben. Az élelmiszer-termelő állatok külső élősködői ellen vehetők igénybe ugyanúgy a makrolidok, az amitráz, a neonikotinoid-típusú vegyületek (pl. imidakloprid), mint a növényvédelemben rovarölő hatású készítményként, vagy gombaellenes kezelésként az imidazol- és triazol-származékok. Ilyenkor a kimutatott hatóanyagról nem vagy csak nehezen dönthető el, hogy melyik alkalmazás miatt magasabb, mint az MRL (az állat közvetlen kezelése vagy a takarmányon keresztül vette fel), és az sem deríthető ki, hogy melyik miatt nem lett betartva az ÉEVI.

A peszticid hatóanyagok (és készítmények) egy része csak a növények felületén fejti ki hatását, így azok akár egy alaposabb lemosással, otthoni konyhai előkészítéssel eltávolíthatóak a felületről (pl. lambda-cihalotrin, klórtalonil, mankoceb). Ugyanakkor, ennek hatékonysága változó, az alkalmazott technikától függően 10-50-(60)% (vizes lemosás), vagy hőkezeléses eljárás esetén (mikrohullámú kezelés, blansírozás stb.) akár 70-90%-os is lehet (Bonnehére et al., 2012; Cengiz et al., 2007; Liang et al., 2012). A csapvízzel történő lemosás hatékonysága függ a vegyület fizikai-kémiai tulajdonságaitól. A fogyasztó egészsége szempontjából veszélyesebbek azok a vegyületek, amelyek a kezelt felületről felszívódnak és a növényben szisztémásan fejtik ki hatásukat, így azok kumulációjával is számolni kell (pl. abamektin, tiametoxam, azoxistrobin, mefenoxam). Ezek csak az élő növényben a metabolizmus során bontód(hat)nak le, és ürül(het)nek ki, amennyiben betartják az adott hatóanyagra/készítményre vonatkozó ÉEVI-t.

Még a helyes, szakszerű peszticid-felhasználás mellett is előfordulhat, hogy a méz a fogyasztó egészségére ártalmas kémiai anyagokat tartalmaz. Természetesen a méz szennyeződését okozhatja a méhek atka elleni kezelése, az amitráz-tartalmú gyógyszerek alkalmazása. Ugyanakkor, a növényvédelmi peszticidek, főként az inszekticidek, fungicidek és herbicidek, szermaradékot okozhatnak a mézben. Irodalmi adatok alapján a leggyakrabban klórozott szénhidrogének (HCH, DDT-DDE, aldrin, endrin, klórdán), szerves foszforsav-észterek (diazinon, kumafosz, mevinfosz, klórpírifosz, quinoxifén), fungicidek (triazol-származékok: difenokonazol, penkonazol, ciprokonazol, vinklozalin, iprodion, tiofanát, kaptán, pirifenox, karbendazim) fordulnak elő (Al-Waili et al., 2012; Chiesa et al., 2016). A peszticidek nemcsak

Európa (Lengyelország, Németország, Svájc), hanem a világ számos területén (India, Törökország) kimutathatóak a mézből. Élelmiszer-biztonsági szempontból fontos, hogy általában MRL alatti mennyiségben (ha van hatósági határérték) detektálhatóak, de megdöbbentő, hogy 2016-ban még jelen van a DDT és DDE-metabolitja a mézben (kb. 50 éve betiltották).

A vegyi anyagok sok esetben nem egyedül, önmagukban találhatóak az élő szervezetekben, illetve a környezetben. A vegyi terhelés sok esetben komplex módon jelentkezik, az egyidejűleg jelenlévő vegyületek kölcsönhatásba (interakció) léphetnek. Ez befolyással lehet a vegyületek szervezeten belüli mozgásra (toxikokinetikai interakció), melynek során egy vegyület módosítja egy másik anyag felszívódását, megoszlását, metabolizmusát vagy kiválasztását. Így, az adott szervezeten belül a vegyület kinetikája, és a szermaradék-szintek jelentős mennyiségben változhatnak, MRL-értéknél nagyobb koncentrációban lehetnek jelen. Ezáltal az ÉEVI sem tartható be, hosszabb időtartamra lenne szükség a kiürüléshez. Ugyanakkor, a vegyületek egyedi hatása módosulhat, illetve számítani lehet az együttes hatásukra is (toxikodinámiai interakció), ami akár káros, toxikus is lehet.

A 2017. évi monitoring vizsgálatok során több esetben mértek különböző típusú peszticid-hatóanyagot ugyanabban a termékben/élelmiszerben. A kifogásolt termékek közül csemegezőlőben 12 hatóanyagot (2. táblázat), takarmányként hasznosítandó száraz almatörkölyben pedig 23 vegyületet (3. táblázat) mutattak ki (Vásárhelyi, 2018).

2. táblázat. Csemegezőlőben mért peszticid-koncentrációk (Vásárhelyi, 2018)

Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)
Cipermetrin	0,05
Deltametrin	0,16
Boszkalid	0,17
Ciprodinil	0,39
Dimetomorf	0,034
Fludioxonil	0,21
Iprodion	1,3
Metalaxil	0,048
Metoxifenozyd	0,24
Miklobutanil	0,024
Penkonazol	0,14
Spiroxamin	0,012

3. táblázat. Száraz almatörkölyben mért peszticid-koncentrációk (Vásárhelyi, 2018)

Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)	Hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)
Acetamiprid	0,029	Tebukonazol	0,11
Boszkalid	0,2	Tetrazonazol	0,04
Deltametrin	0,018	Tiakloprid	0,024
Difenokonazol	0,035	Triflumuron	0,1
Diflubenzuron	0,02	Miklobutanil	0,011
Klórpirifosz	0,088	Indoxakarb	0,012
Klórpirifosz-metil	0,01	Tau-fluvanilát	0,1
Lambda-cihalotrin	0,027	Klorantraniliprol	0,036
Metoxifenozyd	0,025	Karbendazim	0,014
Piraklostrobin	0,11	Fluopiram	0,028
Pirimetanil	0,027	Kaptán	0,43
Spirodiklofen	0,057		

Melyik készítménynél, mit nem tartottak be, a megfelelő technológiát és/vagy alkalmazást? Hogyan lehet elbírálni az előírt MRL, ÉEVI betartását?

A növényi eredetű élelmiszerek egy része utóézésen megy keresztül a betakarítást követően, a tárolás során. Élelmiszer-biztonsági szempontból több kérdés merül fel. Betartották-e az ÉEVI-t a peszticidkezelést követően? Vagy arra gondoltak, hogy majd lebomlik az utóérés során! Ez igaz is lehet, mert különféle fiziológiai folyamatok (pl. savas hidrolízis a gyümölcsökben) zajlanak le a betakarítást követően a termésben, amelynek során természetesen biotranszformáció is történik a tárolási hőmérséklettől függően. DE!!!, a metabolizmus során akár toxikusabb metabolitok is képződ(het)nek, amelyek a gyümölcs héjából bejuthatnak a húsbá. Ugyanakkor, nagyon fontos, hogy a vegyületek egy része (anyamolekula, metabolit) elpárologhat, de nagyobb részük nem tud eltávozni a rendszertől, vagyis az utóérés során bent maradnak a zöldségben, gyümölcsben, ami kockázatot rejt magában a fogyasztó szempontjából (Amvrazi, 2011).

A távolabbi termőhelyekről (pl. Dél-Európa, Közel-Kelet, Kína) történő szállítás előtt a citrusfélék felületét fungicid (orto-fenil-fenol, imazalil, tiabendazol, azoxistrobin) és inszekticid (abamektin, acetamiprid, hexitiazox, fenpiroximát) szerekkel kezelik. Ennek célja a termék romlásának és a rovarok károsító hatásának megakadályozása. Ugyanakkor, a hatóanyagok kötődnek a héj illóolajához, szermaradványt képezve, mely nem vagy csak nehezen távolítható el. Ez kockázatot jelent a fogyasztó számára, melyet fokozhat a kiszáradás ellen alkalmazott viaszbevonás a gyümölcsök felületén, mivel emiatt a szermaradék nem mosható le (Erasmus et al., 2011; Ortell et al., 2005). A kezelés tényét a termék címkéjén kötelezően fel kell tüntetni.

A permetezéssel kijuttatott növényvédő szer – a technológiai előírások be nem tartása miatt vagy kedvezőtlen környezeti körülmények között – a légmozgással, a felszálló légáramlással a kezelésre nem szánt területek légtérébe sodródhat, és az ott lévő élelmiszer-növények szennyeződését okozhatja. Ugyanakkor, ezen növények esetében nem kerül betartásra az ÉEVI, nem történik ellenőrzés, hiszen nem tervezett kezeléstről van szó, és a mezőgazdasági vállalkozó nem is tud róla. Ez, hasonlóképpen élelmiszer-biztonsági kifogást jelenthet méz esetében is.

Amennyiben a peszticidek alkalmazásakor nem tartják be az előírt technológiai utasításokat, vagy elsodródás miatt, környezet-szennyezési problémák is jelentkezhetnek, pl. számolni lehet a vizek szennyezettségével, vízszárnnyasok, illetve halak mérgeződésével, vagy hasznos rovarok (méh) pusztulásával.

Hasonlóképpen, aggályos lehet élelmiszer-biztonsági szempontból az a gyümölcs, zöldség vagy egyéb termék, amelyet az adott kultúrára nem engedélyezett növényvédő szerrel permeteztek. Ilyenkor nem ismert az adott hatóanyag kiürülés-dinamikája az adott növényben, így az nem biztonságos, mert nem tudni, hogy a betakarításkor milyen koncentrációban található meg a vegyület, nincs is milyen határértékhez viszonyítani, illetve nincs ÉEVI meghatározva.

A 2014. évi monitoring ellenőrzések során a rendeleti előírásoknak (396/2005/EK rendelet) nem megfelelő növényi termékeket az alábbi összeállítás szemlélteti (4. táblázat).

4. táblázat. Kifogásolt növényi eredetű élelmiszerek 2014-ben

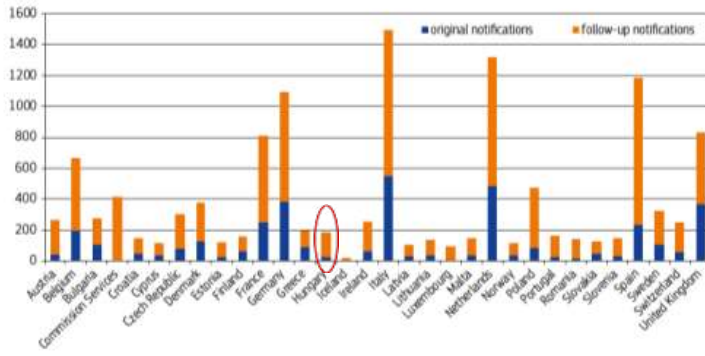
Hatóanyag	Növény/termék	Határérték (mg/kg)	Mért szermaradék (mg/kg)	>MRL
ROVARÖLŐ SZER				
Dimetoát	rettek	0,02	0,058-0,91	2,9-45,5x
	zöldbab		0,22	11x
	fejes saláta		0,36	18x
	uborka		0,06-1,80	3-90x
	paprika		0,087	4.35x
	alma		0,059	2,95x
	szilva		0,08	4x
Diklórfosz	paprika	0,01	0,045-0,055	4,5-5,5x
	uborka		0,054-0,20	5,4-20x
Klórpirifosz	őszi barack	0,20	0,45	2.25x
Aldrin/Dieldrin	olajtökmag	0,02	0,076-0,20	3,8-10x
Cipermetrin	rettek	0,05	0,28	5,6x
	köszméte		0,32-1,30	6,4-26x
Lambda-cihalotrin	köszméte	0,10	0,89	8,9x
GOMBAÖLŐ SZER				
Klórtonil	fejes saláta	0,01	0,11-0,66	11-66x
Ditiokarbamat	spenót	0,05	0,34	6,8x
Azoxistrobin	fejes saláta	3,00	7,90-10,90	2,6-3,6x

Több esetben, elsősorban rovar- és gombaölő szerek hatóanyagait mutatták ki MRL feletti mennyiségben, zöldségekben, gyümölcsökben vagy akár növényi eredetű termékekben.

Jelenleg gyakoribb az a tendencia, - és a kifogásolt termékek is elsősorban ebből a körből kerülnek ki - hogy egy adott növénykultúra kezelésére olyan hatóanyagot/készítményt alkalmaznak, amely nem engedélyezett (pl. dimetoát-meggy, diklórfosz-uborka, klórpirifosz-alma, tetrametrin-szőlő, deltametrin-saláta, tebukonazol-saláta). Más esetben engedély nélküli készítmény hatóanyagát mutatták ki (pl. karbendazim-köszméte, piriproxifen-karalábé, kelkáposzta), vagy akár olyan vegyületet mérnek, amely Magyarországon nem engedélyezett (pl. spiromezifen-étkezési paprika).

A gyors riasztási rendszeren keresztül (RASFF, Rapid Alert System for Food and Feed) sok esetben érkezik, vagy éppen Magyarország küld információt MRL-érték feletti peszticid-koncentrációról (2. ábra). Így, például 2017-ben Magyarországon 83 esetben történt bejelentés

(notification) növényvédőszer-maradékról törökországi zöldségek és gyümölcsök esetében (Vásárhelyi, 2018).



2. ábra. Bejelentések száma a RASFF rendszeren keresztül, 2017-ben (Vásárhelyi, 2018)

A 2016. évi ellenőrző vizsgálatok során EU-ban, 1131 mézmintából 20,1% tartalmazott peszticid-maradékot, és 1,7% túl is lépte az MRL-értéket (glifozát, amitráz, kumafosz).

A határértéket meghaladó peszticid-szennyezettség a forgalmazott állati eredetű élelmiszerek esetében Magyarországon nem fordult elő az elmúlt évtizedben, illetve a növényi termékek esetében is jelentősen csökkent a határérték-túllépés miatti kifogásolás. Ennek mértéke (0,2%) megfelel a nemzetközi átlagnak, de még mindig magas a szermaradékot nem kifogásolt mennyiségben (MRL-érték alatt) tartalmazó növényi termékek aránya (közel 50%), ami a fogyasztó szempontjából még mindig hordozhat magában veszélyeket, különösképpen a kumulálódó vegyületek esetében.

A szerek alkalmazását követően az előírt élelmezés-egészségügyi várakozási idők betartása alapvető szempont, hogy a fogyasztóhoz csak biztonságos élelmiszer juthasson el, amelyben a szermaradék az MRL-érték alatt van. Ezt biztosítja többek között a peszticid-készítmények engedélyezési eljárásában alkalmazott, a lehetséges és feltételezett élelmezési expozíciót alapul vevő kockázatbecslés, illetve kockázatkezelésként a technológia figyelembe vétele.

### Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.2-16-2017-00012,



projekt címe: Funkcionális, egészséges és biztonságos élelmiszer termékpálya modell kidolgozása a szántóföldtől az asztalig elv alapján, tematikus kutatási hálózatban).

### Hivatkozások

- AKI (Agrárgazdasági Kutató Intézet). 2017. Növényvédő szerek értékesítése, 2016. XVI. Évfolyam. 1. szám. 1–9.
- Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghandi, A. and Ansari, M. J. 2012. Antibiotic, Pesticide, and Microbial Contaminants of Honey: Human Health Hazards. *The Scientific World Journal*. 12. 1–9.
- Amvrazi, E. G. 2011. Fate of Pesticide Residues on Raw Agricultural Crops after Postharvest Storage and Food Processing to Edible Portions. In: Stoytcheva (Ed.): *Pesticides - Formulations, Effects, Fate*. ISBN: 978-953-307-532-7. Chapter 28. InTech Europe, Rijeka, Croatia, 576–594.
- Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T. and Van Loco, J. 2012. Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach *Journal of Food Control*. 25. 397–406. doi:10.1016/j.foodcont.2011.11.010
- Cengiz F., Certel, M., Karakas, B. and Göçmen, H. 2017. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. *Food Chemistry* 100. 1611–1619.
- Chiesa, L. M., Labella, G. F., Giorgi, A., Panseri, S., Parlovic, R., Bonacci, S. and Arioli, F. 2016. The occurrence of pesticides and persistent organic pollutants in Italian organic honeys from different productive areas in relation to potential environmental pollution. *Chemosphere*. 154. 482–490.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2017. The 2015 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*. 15. 4. 4791. 1–134. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4791.
- Erasmus, A., Lennox, C. L., Jordaan, H., Smilanick, J. L., Lesar, K. and Fourie, P. H. 2011. Imazalil residue loading and green mould control in citrus packhouses. *Postharvest Biology and Technology*. 62. 193–203.
- KSH (Központi Statisztikai Hivatal). 2016. Növényvédőszer-felhasználás. Statisztikai tükör. 1-4. Letöltés: 2018. 10. 30. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/novenyvedoszer.pdf>
- Lehel, J. és Laczay, P. 2010. *Toxicológia. Egyetemi jegyzet*, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. 44–46.

- Liang, Y., Wanga, W., Shen, Y., Liu, Y. and Liu, X. J. 2012. Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry* 133. 636–640.
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2014. 2014. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. [http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/516399/2014.evi\\_Szerforgalom\\_.pdf/96a71294-26ec-4ccc-a5d7-b3c70afb1210](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/516399/2014.evi_Szerforgalom_.pdf/96a71294-26ec-4ccc-a5d7-b3c70afb1210)
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2015. 2015. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. [http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/Szerforgalom\\_2015/2b18bff7-3870-4826-bd20-0fc18820c6cb](http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/Szerforgalom_2015/2b18bff7-3870-4826-bd20-0fc18820c6cb)
- NÉbih (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal). 2016. 2016. évi növényvédelmi szerforgalmi jelentés. Letöltés: 2018. 10. 30. <http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/367102/2016+Szerforgalom/d0c74fa1-e8ef-4235-8618-75093ad06cad>
- Ortelli, D., Edder, P. and Corvi, C. 2005. Pesticide residues survey in citrus fruits. *Food Additives and Contaminants*. 22. 5. 423–428.
- Vásárhelyi, A. 2018. Növényvédőszer-maradékok élelmiszereinkben. Magyar Toxikológusok Társasága, TOX'2018 Konferencia, Lillafüred, 2018. 10. 17–19.
- 396/2005/EK rendelet a növényi és állati eredetű élelmiszerekben és takarmányokban, illetve azok felületén található megengedett növényvédőszer-maradékok határértékéről, valamint a 91/414/EGK tanácsi irányelv módosításáról.

## Repeated occurrence of maize redness disease in Hungarian post-control plots in Monorierdő (Central Hungary)

Dániel Baráth<sup>1</sup>, Éva Várallyay<sup>1</sup> and László Gergely<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Biotechnology Institute, H-2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.

<sup>2</sup>Retired expert in plant pathology and variety testing, H-1032 Budapest, Vályog u. 12.

\*e-mail: gergelylaszlo@freemail.hu

### Abstract

After the first observation in 2009, Maize redness (MR) disease caused by *stolbur phytoplasma* was identified at the Post-Control Station of National Food Chain Safety Office, Monorierdő (Central Hungary) in 2010. The presence of the main leafhopper vector of MR disease, *Reptalus panzeri* (Hemiptera: Cixiidae) was verified at the above-mentioned trial site and stolbur phytoplasma detected in one-third of the vector specimens captured. During the latest decade there have been sporadic infections at the post-control plots of maize genotypes (inbred lines and hybrids) practically each year. In the latest survey of October 2018, plant samples (leaves, stalks, roots) were collected from symptomatic and asymptomatic maize genotypes and bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) plants for phytoplasma testing. As a result, in two out of three MR sym-tomatic maize samples and in one out of two bindweed samples proved to be infected by stolbur phytoplasma. In contrast, none of the asymptomatic maize plants were positive for any phytoplasmas. Significant differences in susceptibility of maize inbred lines were recorded since infection rate varied between 0,0 and up to 90 %.

**Keywords:** maize redness, stolbur phytoplasma, *Reptalus panzeri*, bindweed, susceptibility of maize genotypes

### Összefoglalás

A 2009. évi első észlelést követően, a sztolbur fitoplazma okozta Kukorica vörösödés betegséget azonosítottuk a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Fajtakitermesztési Állomásán, Monorierdőn 2010-ben. Igazoltuk a betegség legfontosabb vektorának, a *Reptalus panzeri* (Löw)

kabócafajnak (Hemiptera: Cixiidae) a jelenlétét a kísérleti téren és kimutattuk a sztolbur fitoplazmát a befogott kabócapéldányok 1/3-ában, valamint a tünetes kukorica-növényekben. Az utóbbi évtizedben gyakorlatilag minden évben sporadikus fertőzések fordultak elő a kukorica-genotípusok (beltenyésztett vonalak és F<sub>1</sub> hibridek) kitermesztési parcelláin. A legutóbb elvégzett, 2018. évi szemlézés alkalmával növényi (levél-, szár-, gyökér-) mintákat gyűjtöttünk be tünetes és tünetmentes kukorica- és apró szulák növényekről fitoplazma-vizsgálat céljából. Ennek eredményeként a betegségtüneteket mutató 3 kukoricamintából 2-ben, és a két tünetes apró szulák minta egyikében azonosítottuk a sztolbur fitoplazmát. Ezzel szemben a tünetmentes kukorica-növények egyike sem bizonyult fitoplazmával fertőzöttnek. Jelentős különbségeket észleltünk a kukorica beltenyésztett vonalak fogékonyságában: fertőzöttségük mértéke 0,0 és 95% között változott.

Kulcsszavak: kukorica vörösödés, sztolbur fitoplazma, *Reptalus panzeri*, apró szulák, kukorica-genotípusok fogékonysága

### Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most widely cultivated crops worldwide. A disease associated with reddening of maize plants was first observed in 1957 in the middle south Banat region of Serbia (Maric and Savic 1965). After the sporadic occurrence there have been some epidemic years during the late 1950s and early 1960s. According to Sutic et al. (2002) maize redness (MR) has occurred intermittently in Serbia, Romania and Bulgaria since 1960. The stolbur phytoplasma as the causal agent of MR disease was firstly identified by Duduk and Bertaccini (2006). After the first observation in 2009, MR disease caused by stolbur phytoplasma ('*Candidatus* Phytoplasma solani' subgroup 16SrXII-A) was identified in Monorierdő (Central Hungary) in 2010. The presence of the main leafhopper vector of MR disease, *Reptalus panzeri* (Hemiptera: Cixiidae) was verified and stolbur phytoplasma detected in one-third of the vector specimens captured (Ács et al., 2011).

In a survey of 2013 and 2014, stolbur phytoplasma was repeatedly detected in half and one-third of the MR symptomatic maize samples originated from the post-control plots, respectively (Elek et al., 2015). Based on the characterization of Hungarian stolbur isolates, all of them were classified into the VK-II group and associated with the field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) which is widely distributed throughout Hungary (Ember et al., 2010).

During the epidemic phase, disease symptoms can be present in up to 90 % of the plants, and yield losses can be over 50 % (Starovic et al., 2004). The outbreaks of MR observed in 2002 and 2003 reduced yield by 40 to 90 % in the maize-growing district of Banat in Serbia (EPPO report, 2013).

### Materials and methods

In October 2018 plant samples (leaves, stalks, roots) were collected from symptomatic and asymptomatic maize and bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) plants for phytoplasma testing. A total of 5 maize plants (3 symptomatic and 2 asymptomatic) and 3 bindweed plants (2 symptomatic and one asymptomatic) were collected from the post-control plots. The typical syndrome of MR disease are as follows: (a) reddening of the leaf midrib, leaves and stalks, (b) abnormal ear development and poor seed set with shrivelled grains and thus reduced cob weight, (c) wilting, early ripening and desiccation of the whole plants. Identification of the pathogen was performed using the DNA-based nested PCR method. The DNA was isolated by NucleoSpin Plant II (MACHEREY-NAGEL) Kit. The STOL11 region of Phytoplasma genome was amplified by STOL11f2/r1 primers, thereafter STOL11f2 and STOL11r1 primers were applied (Daire et al., 1997, Claire et al., 2003) (Table 1).

Table 1. Primers for Nested PCR

Primer name	Sequence	bp	Reference
STOL11f2	5'-TAT TTT CCT AAA ATT GAT TGG C-3'	22	DAIRE <i>et al.</i> , 1997
STOL11r1	5'-TGT TTT TGC ACC GTT AAA GC-3'	20	DAIRE <i>et al.</i> , 1997
STOL11f3	5'-ACG AGT TTT GAT TAT GTT CAC-3'	21	Claire <i>et al.</i> , 2003
STOL11r2	5'-GAT GAA TGA TAA CTT CAA CTG-3'	21	Claire <i>et al.</i> , 2003

### Results and discussion

Based on the DNA-based testing, in two out of three MR symptomatic maize samples and in one out of two bindweed samples proved to be infected by stolbur phytoplasma. In contrast, none of the asymptomatic maize plants were positive for any phytoplasmas. Significant differences in susceptibility of maize inbred lines were recorded since their infection rate varied between 0,0 and up to 90 %. Searching for sources for field resistance to MR disease, more than two-thirds of the genetic material tested was discarded due to its susceptibility to the disease, and only the

population NS 1-257 CRS proved to be promising for resistance breeding in Serbia (Bekavac et al., 2007).

One of the known weedy host plants of stolbur phytoplasma, field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) was present on the entire territory of our trial site. *Reptalus panzeri* nymphs were found feeding on bindweed plants under field conditions (South Banat region of Serbia), and adults were occasionally found on these weedy dicots in the field (Jovic et al., 2009).

### Conclusions

Repeated occurrence of maize redness disease was confirmed on the post-control plots of maize genotypes in Central Hungary, Monorierdő where the presence of the main leafhopper vector of stolbur phytoplasma, *Reptalus panzeri* (Löv) was detected in 2010.

Outbreaks of MR disease and severe yield losses seem to be associated with hot and dry weather conditions during spring and summer especially when it happens in subsequent years.

Additional investigation is needed to get more information on the field resistance of maize genotypes to MR disease in order to improve Integrated Pest Management strategies.

### Acknowledgements

We thank Krisztina Srágli-Mikola, Head of the Post-Control Station of National Food Chain Safety Office for providing post-control data on the maize genotypes

### References

- Ács Z., Jovic J., Ember I., Cvrkovic T., Nagy Z., Talaber C., Gergely L., Tosevski I. and Kolber M. 2011. First report of Maize redness disease in Hungary. *Bull. of Insectology* 64. 229-230.
- Bekavac, G., Purar, B. and Jockovic, D. 2007. Corn reddening: the disease and breeding for resistance. *J. of Plant Path.* 89. 3. 397-404.
- Clair, D., Larrue, J., Aubert, G., Gillet, J., Cloquemin, G. and Boudon-Padieu, E. 2003. A multiplex nested-PCR assay for sensitive and simultaneous detection and direct identification of phytoplasma in the Elm yellows group and Stolbur group and its use in survey of grapevine yellows in France. *Vitis* 42. 3. 151–157.

- Daire, X.; Clair, D.; Reinert, W. and Boudon-Padieu, E. 1997. Detection and differentiation of grapevine yellows phytoplasmas belonging to the elm yellows group and to the stolbur subgroup by PCR amplification of non-ribosomal DNA. *Eur. J. Plant Pathol.* 103. 507-514.
- Duduk, B. and Bertaccini A. 2006. Corn with symptoms of reddening: new host of stolbur phytoplasma. *Plant Disease* 90. 10. 1313-1319.
- Elek, R., Gergely, L., Csömör, Zs., Béres, I. A. and Kölber, M. 2015. Újabb adatok a kukorica vörösödés magyarországi előfordulásáról (Newer data about the occurrence of maize redness in Hungary). 61. Növényvédelmi Tud. Napok (61st Plant Prot. Sci. Days), Budapest, Abstr. 87.
- Ember, I., Ács, Z., Nagy, Z., Gergely, L. and Kölber, M. 2010. Magyarországi stolbur izolátumok jellemzése. 56. Növényvédelmi Tudományos Napok (Characterization of Hungarian stolbur isolates), 56th Plant Prot. Sci. Days), Budapest, Hungary
- EPPO report, 2013.[http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert\\_List/bacteria/Maize\\_redness.htm](http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/bacteria/Maize_redness.htm)
- Jovic, J., Cvrkovic, T., Mitrovic, M., and Krujajic, S.B. 2009. Stolbur phytoplasma transmission to maize by *Reptalus panzeri* and the disease cycle of maize redness in Serbia. *Phytopathology*, 99. 9. 1053-1061.
- Maric, A. and Savic, R. 1965. Dosadasnji rezultati istrazivanja crvenila kukuruza. Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi. 8.
- Starovic, M., Tomic, M., Tomic, T., Zivkovic, S. and Pavlovic, S. 2004. Etiological study of redness on Maize. V. Congr. Plant Prot., Zlatibor, November 22-26, 2004, Book of Abstracts, 156-157.
- Sutic, D., Tomic, M., Starovic, M., Stankovic, R., and Tomic, T. 2002. Redness of maize. *Plant Prot.* 53. 57-73.

## Egy kertészeten termesztett muskátli (*Pelargonium*) állomány több éves kórtani eredményeinek az összehasonlítása

*Ecseri Károly, Palkovics András, Pap Nóra, Ágoston János, Hüvely Attila, Tóth Horgosi Péter és Vojnich Viktor József\**

*Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar*

*6000 Kecskemét, Mészöly Gyula tér 1-3.*

*\*e-mail: vojnich.viktor@kvk.uni-neumann.hu.*

### Összefoglalás

Kísérletünkben a muskátli (*Pelargonium*) termesztését, illetve a muskátlit károsító különböző gombabetegségek elleni növényvédelmi védekezés hatását tanulmányoztuk. A kertészet fő növénye a muskátli, több mint 80 fajtája van, különböző típusban (álló, futó, félfutó, angol muskátli). A *Pelargonium* különböző méretekben és színekben fordul elő. A kutatást egy kecskeméti kertészeten végeztük el 2014-2017 közötti időszakban. Évente 1000 darab muskátlit vizsgáltunk, a következő kórokozók károsították az állományt: *Botrytis cinerea*, *Pythium spp.*, de ritkán előfordult az *Alternaria porri* és a *Phytophthora cryptogea* kórokozó is. Mind a négy évben a legnagyobb tünet gyakorisággal a szürkepenészes rothadás (*Botrytis cinerea*) volt jellemző. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált időszak alatt a növényvédelmi védekezés hatása sikeres volt a muskátli állományban.

Kulcsszavak: Muskátli, kertészet, *Botrytis cinerea*, eredmények

### Abstract

In our experiment, we studied the production of geranium (*Pelargonium*) and the effect of plant protection against the various fungicides of *Pelargonium*. The main plants of the horticulture are the geranium, with more than 80 varieties of different types (standing, running, halfway, English geranium). The *Pelargonium* occurs in different sizes and colours. The research was carried out in Kecskemét horticulture between 2014 and 2017. Every year investigated 1,000 geraniums; the following pathogens damaged *Botrytis cinerea*, *Pythium spp.*, but rarely occurred *Alternaria porri* and *Phytophthora cryptogea* disease. In all four years, the largest symptom



frequency was characterized by gray mold rot (*Botrytis cinerea*). Based on our results, we found that during the period under review the effect of plant protection was successful in geranium (*Pelargonium*).

**Keywords:** *Geranium*, horticulture, *Botrytis cinerea*, results

## Bevezetés

A muskátli (*Pelargonium*) a *Geraniaceae* családba tartozik. A muskátli nemzetség fajai egyéves vagy évelő lágyszárúak, ritkán fásszárúak (fél cserje, cserje) (Nagy, 1975; Honfi és mtsai, 2011). A leggyakoribb faj a kert muskátli (*Pelargonium hortorum*) (Szántó és mtsai, 2003). Európába az első muskátlit (*Pelargonium triste*) a hollandok hozták be 1600 körül Dél-Afrikából.

A ma termesztett muskátli fajok hibrid eredetűek. A virágzás fajtától és évszaktól függően 20-40 napig tart. Idegen megporzó növény. A muskátli hazájában (Dél-Afrika) madarak közvetítik a virágporát, míg nálunk magnyeréskor mesterséges beporzás szükséges. Általában a termékenyülés gyenge. A csíráképesség 71 %-os.

Fajtáit a szaporítás módja szerint két nagy csoportba soroljuk: magról termeszthető heterózis F1- hibridek és a vegetatív, hajtásdugványról szaporítható heterozigóta fajták (Armitage és Kaczperski, 1992; Hass-Tschirschke, 1994; Burri, 2004). Heterózis fajták nemesítésével elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban foglalkoznak. Az Európában magról termesztett heterózis fajták nem terjedtek el üzemi termesztésben. A vegetatív úton szaporítható fajtákat növekedés alapján csoportosíthatjuk: Alacsony egyedek 20-30 cm-re nőnek (például: Radio fajta, Friesdorf fajta). Középmagasságú egyedek 30-40 cm magasak (például Adonis fajta, Rubin fajta). Magas egyedek 40 cm feletti magasság (például: Hungaria fajta) (Nagy, 1975).

Hőmérsékletigény alapján nagy tűrőképességű. Optimális hőmérséklet nappal 16-18 °C, éjjel 12-14 °C vegetatív szakaszban. A dugványozás során 20 °C, de a nyári kiültetéskor elviseli a 25-30 °C-ot is. Ekkor virágzik a legintenzívebben megfelelő vízádagolás mellett. A hibrid fajták optimális hőmérséklete 18-24 °C (Dobay, 1998).

Az optimális fényviszonyok mellett a muskátli kedvezően fejlődik és virágzik. 25.000 lux megvilágításnál mind a termesztésben, mind a szabadban gyors a növekedés, gazdag a virágzásban, dús az elágazás, a szár nem nyúlik meg. Nem károsítja az 50 000 lux erősségű fény, ha a szükséges víztartalom a talajban felvehető állapotban rendelkezésre áll (Nagy, 1991).

A muskátli fajok nagy része természetes élőhelyükön száraz, szeszélyes csapadékeloszlási területen él. A relatív páratartalom nem haladhatja meg az üvegházban és a fólia alatt a 70-75 %-ot. Különösen a hűvös, sötét, téli hónapokban veszélyes az éjszakai és a hajnali páralecsapódás. Ha a hőmérséklet eléri a harmatpontot (75% relatív páratartalom esetén 10-12 °C), akkor a víz kicsapódik az üvegen, fólián és visszacsepeg a növényekre, ami a *Botrytis* (Glits és mtsai, 1997; Glits és Folk, 2000) elterjedéséhez vezet. Télen elég 2-3 hetente öntözni.

A muskátli fajok homokos humuszos talajon élnek eredeti élőhelyükön. A 6,3-7,2 pH-értékű talajok ideálisak. Nitrogén-, foszfor- és kálium-igényes, de a túlzott N-tartalom erős vegetatív fejlődést okoz, ami akadályozza a virágzást. N hiány rövid szártágú, kis leveleket okoz. Mészbőségre érzékeny, mert klorózist idéz elő a növéynél. A talajban a só-koncentráció nem emelkedhet 0,5% fölé, különben a só-kicsapódással felperzselődnek az alsó levelek. Hatásos védekezés a gyakori, bőséges, átmosó öntözés. Gyökereztető közeget 70-80% tőzeg, 20-30% agyagásvány, 10-20 % fakéreg + 2,5-3 kg/m<sup>3</sup> szénsavas mész + 0,5 kg/m<sup>3</sup> komplex műtrágya alkot (Nagy, 1975).

A szaporítás és termesztés során használt földkeverék alapanyagai különböző helyekről származnak, így a fertőzési lehetőség szinte elkerülhetetlen. A talajlakó gombák, baktériumok, rovarok és gyommagvak mellett vírussal fertőzött növényi részeket találhatunk a talajban. A talajt magas hőmérsékleten, 92-95 °C-on 4-6 órán keresztül gőzöléssel fertőtleníjtük (Gerbár, 1992).

Kutatásunk célja, hogy a vizsgált időszak alatt (2014-2017) a muskátli állományt sikeresen védjük meg a különböző gombabetegségek ellen.

### **Anyag és módszer**

A kísérletet Kecskeméten (Bács-Kiskun megye) végeztük el egy kertészetben 2014 és 2017 között. Elit szaporítóanyagról indított anyanövényekről szedik a kertészet dolgozói a dugványokat és a talajfűtéssel ellátott számítógéppel vezérelt üvegházban történik a gyökereztetés. A kísérletet 1000 darab muskátlin állítottuk be minden évben.

A kertészetben a Klasmann-féle termesztő tőzeget használják. A Klasmann TS 3 típusú tőzeg összetétele: közepesen dekomposztálódott fehér tőzeg (0-25 mm); kémiai tulajdonságok: pH (H<sub>2</sub>O, v / v 1: 2,5) 6,0; tápanyagtartalom (g / l): 1,0 és hozzáadott tápanyagok: Nitrogén (mg N / l) 140; Foszfor (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / l) 100; Kálium (mg K<sub>2</sub>O / l) 180; Magnézium (mg Mg / l) 100; Fe 13% EDTA. Fizikai jellemzők: szárazanyag-tartalom <10%, víztartalom 75-80%, levegőtartalom 10-15%.

A kísérletben használt növényvédő szerek (fungicidok) a következők: Signum (boszkalid + piraklostrobin), Amistar Top (azoxistrobin + difenokonazol), Polyram (metiram), Dithane (mankozeb). A védekezés ideje: év eleje (január, február), illetve évvége (október, november, december).

### Eredmények és megvitatás

A vizsgált időszakban (2014-2017) a következő kórokozók károsították a gerániumot a kertészletben: *Botrytis cinerea*, *Pythium spp.*, de ritkán előfordult *Alternaria porri*, *Phytophthora cryptogea*. A legnagyobb pusztítást a szürkepenész rothadás (*Botrytis cinerea*) okozta. A patogén gombák ellen a Signum, az Amistar Top, a Polyram és a Dithane gombaölő szert használtuk rotálva. Az 1. táblázat a növényvédelmi védekezés előtti eredményeket ismerteti, míg a 2. táblázat a fungicidok kezelése utáni értékeket mutatja. Az eredmények kiértékeléséhez egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk.

1. táblázat. A gombabetegségek által fertőzött muskátlik száma (%) a növényvédelmi védekezés előtt (1000 darab vizsgált muskátlinál)

	2014	2015	2016	2017
<i>Botrytis cinerea</i>	35%	32%	30%	29%
<i>Pythium spp.</i>	11%	10%	8%	7%
egyéb gomba betegségek	7%	6%	4%	2%
<b>Összesen</b>	<b>53%</b>	<b>48%</b>	<b>42%</b>	<b>38%</b>

2. táblázat. A gombabetegségek által fertőzött muskátlik száma (%) a növényvédelmi védekezés után (1000 darab vizsgált muskátlinál)

	2014	2015	2016	2017
<i>Botrytis cinerea</i>	9%	9%	7%	6%
<i>Pythium spp.</i>	3%	3%	2%	2%
egyéb gomba betegségek	2%	0%	1%	0%
<b>Összesen</b>	<b>14%</b>	<b>12%</b>	<b>10%</b>	<b>8%</b>

A kísérletünkben felhasznált gombaölő szerek hatására mérsékelni tudtuk a fertőzött muskátlik számát. Az első évtől (2014) kezdve folyamatosan csökkent a kísérlet végéig (2017)

ennek az értéke, mind a védekezés előtti, mind a védekezés utáni muskátliknál. 2014-ben a teljes muskátli állomány 53%-ka, míg 2017-ben 38%-ka volt fertőzött a védekezés előtt. A növényvédelmi védekezés után 2014-ben 14%-ra és 2017-re 8%-ra csökkent ez az adat. Ezen kívül megnöveltük a muskátlik térállását, korai öntözést és gyakori szellőzést is végeztünk a védekezés érdekében.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

### Hivatkozások

- Armitage A. M. and Kaczperski M. 1992. Seed-propagated geraniums and regal geraniums: production guidelines and future concerns. (Growers handbook series, vol. 1.). Timber Press, Inc., Portland. 136.
- Burri M. 2004. Trend sin der Züchtung konsequent umgesetzt – Aktuelles der Lizenznehmertrage 2004 bei Elsner. Der Gartenbau. 26. 2004. 20-21.
- Dobay I. 1998. *Pelargonium* – muskátli. 92-112. p. In: Sarolta Czáka (szerk.): Cserepes dísznövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 300.
- Gerbár J. 1992. A muskátli. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 97-120.
- Glits M., Folk Gy. 2000. Kertészeti növénykórtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 502-507.
- Glits M., Horváth J., Kuroli G. és Petróczi I. 1997. Növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 457-460.
- Hass-Tschirschke I. 1994. *Pelargonium-peltatum*- und *zonale*-Hybriden. 461-469 p. In: Röber, Rolf (szerk.): Topfpflanzenkulturen. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. 686.
- Honfi P., Szántó M. és Tillyné Mándy A. 2011. Muskátlik. Cser Kiadó, Budapest. 10-14.
- Nagy B. 1975. Dísznövénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 263-269.
- Nagy B. 1991. *Pelargonium* (*Geraniaceae*) – Muskátli. 94-95. p. In: Egynyári virágok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 127.
- Szántó M., Mándy A. és Fekete Sz. 2003. *Pelargonium*. 38-39, 70-73. p. In: Virágágyi és balkonnövények. Nyugat-dunántúli Diszfaiskolák Egyesülete, Szombathely. 128.

## **Dissemination of *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr fungus, and the possibilities of protection of a chestnut orchard in Romania**

***Gabriella Kovács\*, Dominika Bodnár and László Radócz***

*Debreceni Egyetem Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növényvédelmi Intézet, 4032, Debrecen, Böszörményi út 138.*

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

### **Abstract**

The chestnut plantation, which have been regularly visited for more than three years, located at the outskirt of Salard village. It lies less than 30 kilometers from the Hungarian-Romanian border. On the family farm initially 2 hectares of chestnut were planted, which has now expanded to 4 hectares. However, some of the propagation materials from Italy have already been infected with chestnut blight. Thanks to early intervention, the amount of treatments required has decreased considerably. Also in this plantation the presence of chestnut gall-wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) was first detected in Romania by our group. By this time its spread has been managed to stop. This plantation exemplifies well how diseases and pests can spread easily through the absence of plant protection control.

Keywords: chestnut, *Cryphonectria parasitica*, chestnut blight, chestnut plantation, *Dryocosmus kuriphilus*

### **Introduction**

The most important disease of chestnut (*Castanea* spp.) is the *Cryphonectria parasitica* (Murr) Barr. fungus causing chestnut blight disease. Nothing shows its significance better than after its first observation in 1904 (Merkel, 1906) its spreading has not yet been stopped. *Castanea dentata* (American chestnut) is the most susceptible plant species to the pathogen. *Castanea sativa* (European chestnut) is also sensitive, while Asian chestnuts (due to coevolution relationships) have become tolerant to the pathogen. These tree species are also more tolerant to dieback disease. The dieback disease pathogens (*Phytophthora* spp.) attack the root network of the chestnut trees. To prevent from this scions were grafted on Asian rootstocks in European

plantations and nurseries at that time. Since the symptoms of the chestnut blight on these Asian tree species are also less noticeable, it has begun to spread rapidly first in Italy (Biraghi, 1946). This was also facilitated by two other infection paths. One of them was in the 1950s, led straight from America to France (Prospero, Rigling 2012), while the other was in the Middle-East region of Georgia (Dutech et al., 2012). The first appearance of the pathogen in Romania was detected by Florea and Popa in 1984. Chestnut is mainly found in the western part of the country, primarily in mixed forests, or in smaller plantations. As already described, the EU-12 vegetative compatibility group has been presented in this region (Göröcsös 2012; Radócz 2001). However according to Adamčíková et al. (2015) the EU 2-es strain also has appeared.

The pathogen has many vegetative compatibility (VC) groups. Previously 31 VC groups were registered in Europe. This number has now increased to 74 (Peters et al. 2012) due to continuous mutations and genetic recombinations. Molecular-biology methods are also used for their identification.

The most important pest of chestnut has also been introduced from Asia. It has caused significant damage in Central-European chestnut plantations in recent years. The oriental chestnut gall-wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) was first detected in Northern Italy in 2002 (Brussino et al, 2002). Its natural spread is 8 kilometers per year as an average (Melika, 2016). Following its first appearance in Italy, it spread rapidly with propagating material. Within ten years it has spread to chestnut producing areas of Switzerland, France, Slovenia, Croatia, Czech Republic, Spain and Portugal as well as Hungary and Turkey too. The presence of chestnut gall-wasp on saplings originated from Italy was also discovered in the examined plantation in Romania (Radócz et al., 2015).

### **Materials and methods**

Against *Cryphonectria parasitica* fungus just few protection techniques are available. As the fungus damages the bark so fungicide spraying will not lead to results. The only known effective curative method is the use of hypovirulent strains of the pathogen. A mycovirus particle can be found in the cytoplasm of the hypovirulent fungal isolates, which reduces the virulence of the host fungus. This mycovirus can be transmitted through hyphae-anastomoses (with other cytoplasmic parts). However, the mycovirus is only be transmitted if the virulent and hypovirulent isolates are vegetative compatible to each other. This is the base of the biological protection strategy on the fields.

The appearance of the hypovirulent fungal strains is not always evident in an area, or presumably requires some time for its development. The blight disease was introduced into Europe firstly to Italy, in 1938 (Biraghi, 1946). Then 12 years later (in 1950) near Genova diseased trees that did not die due to the infection were observed. On the other hand even healthy, callused tissue started to grow on the damaged necroses (Biraghi, 1950).

In Romania some chestnut trees are located 10-15 kilometers east from the examined plantation (a former plantation) whose age (according to the locals) are more than 100 years. Although branch dying caused by chestnut blight are clearly visible on these trees, but we did not find any new cankers on them in the spring of 2018.

By contrast, south from the examined orchard, a former plantation was completely extinct, presumably due to the chestnut blight infection. In the ravaged, shrubby environment we found only a few rootstocks in 2016.

The planting time of the examined orchard in Salard was in 2012. Bouche di Bertizac and Marigoule cultivars were planted. The initial two-hectare plantation has now expanded to more than 4 hectares. As far as possible, every year, new saplings are planted and they usually bought from the same Italian distributor. In the family farm they had not previously been involved in fruit production, so the farmer did not immediately recognize the symptoms of chestnut blight infection.

In the autumn of 2015, we sampled the bark of infected trees during the field examination. Then it was cultured on Potato Dextrose Agar (PDA) media at the Plant Protection Institute of the University of Debrecen. The EU-12 strain, which is features the Romanian chestnut blight population is presented in the plantation. This is also a strain, which is typical in Italy and damages the saplings. However, isolated virulent strains were converted with the adequate hypovirulent strains.

After the selection of the appropriate strain, field treatments were performed as follows: at the edge of the healthy and infected bark inoculation holes are drilled into the bark to block the canker. Than culture medium (crossed with hypovirulent strain) was placed into the inoculation holes (Fig.1). The hypovirulent fungus strain contacts the virulent fungal hyphae following penetration into the bark of the treated tree. Through hyphae-anastomoses, it passes the mycovirus, so the virulence of the fungus decreases and the healing process (plant-callus formation) begins.



Figure 1. Inoculation holes at the edge of the healthy and infected part of the bark

Every year the farmer performs the necessary plant care, so after leaf fall the fallen foliage is rotated into the ground or removed from the area.

In the autumn of 2015, however, the presence of the chestnut gall-wasp was detected (Radócz et al., 2015) on 3 trees (GPS coordinates: N47° 13' 11,15", E22° 06' 38,25"). It is highly possible that the chestnut gall-wasp comes with the newly purchased tree saplings to the region (Fig. 2.).



Figure 2. Chestnut gall-wasps on chestnut leaves



Other pests have also appeared in the plantation. In 2017, due to the damage of the bark beetles (*Scolytus* spp.) two previously healthy and already cultivated chestnut trees had to be removed, while in the spring of 2018, we found a number of holes indicating the presence of wood moths (*Zeuzera pyrina*) on the tree trunk (Fig. 3.).



Figure 3. Damage of *Zeuzera pyrina* and *Scolytus* spp.

### Results

From the spring of 2015, the orchard was visited by our group twice a year. After the sampling, we completed the necessary field treatments in October 2015. These were young trees so the protection was urgent, since the initial development is extremely important for later fructification. In addition young, thin branches are quickly destroyed by *Cryphonectria parasitica* fungus. The farmer also pays great attention to prevention. The injuries caused by the various cultural tools has been treating and disinfecting. The wounds on the bark that indicates chestnut blight infection were marked, thus the treatment process speeding up. Due to the quite a few years of biological protection any new mortality caused by the chestnut blight fungus is very rare. There are approximately 600 trees in the orchard. The half of them are 7-8 years old. Only 5% of them required treatment by the hypovirulent strain in the spring of 2018, while earlier this need was about 10% (Fig. 4.).

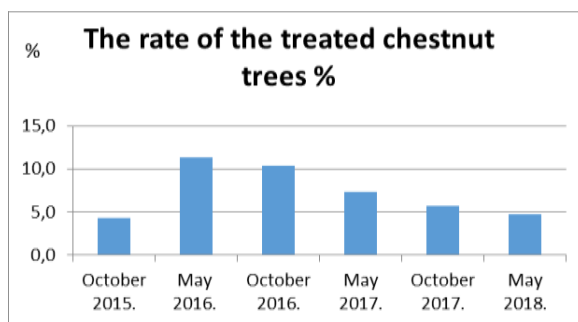


Figure 4. The frequency of chestnut blight infections in Salard between 2015 and 2018

The diagram clearly shows that we did only some treatment in the first year. The reason of this was to test whether the hypovirulent fungal cultural was really appropriate, so we only treated some of the necroses. Next spring the signs of healing cankers were visible, the virulent fungus did not spread further, so in May 2016 we performed the intervention for each damages.

Not a negligible fact that in 2017 the farmer created a seedling garden with seed sowing, where at present more than 300 seedlings are propagated. He wants to graft his existing varieties on these seedlings. That is while it excludes the distributors the potential source of infection.

To counteract the damage of *Cryphonectria parasitica* fungus, in 2015 it was possible to stop the spread of chestnut gall-wasp, which was introduced from Italy with saplings, into the plantation reaching the western region of Romania. The infected leaves and buds were removed from the trees and destroyed.

We also prevented the trees from further destruction of other pests, only a few trees were damaged by the bark beetles and wood moths.

### Conclusions

By field treatments with hypovirulent fungal strains spreading of virulent chestnut blight fungus subpopulation was successfully stopped in the examined orchard.

In the constantly expanding plantation, regular plant protection monitoring is especially important as well as the sampling and treatments. Should be focus on prevention and improvement the conditions of saplings. Imported plant propagation material can carry several hazards – pathogens, pests. Prior to this, the farmer intends to expand his stock this year by seed sowing and later by grafting. And there is continuous cooperation also needed between the

farmer and the professional extension service (Plant Protection Institute of University of Debrecen).

### References

- Adamčíková K., Ondrušková E., Kádasi-Horáková M., Botu M., Kobza M. and Achim G. 2015. Distribution and Population Structure of the Chestnut Blight Fungus in Romania, Plant Protect. Sci. Vol 51. No: 3. 141-149.
- Biraghi A. 1946. Il cranco del castagno causato da *Endothia parasitica*. Agric.Ital. 7. 1-9.
- Biraghi A. 1950. Caratteri di resistenza in *Castanea sativa* nei confronti di *Endothia parasitica*. Boll.Stn.Parthol.Veg. Rome. 161-171.
- Brussino G., Bosio G., Baudino M., Giordano R., Ramello F. and Melika G. 2002. Il cinipide galligeno *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu: un pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. L'Informatore Agrario 58. 59-61.
- Dutech C., Barrés B., Bridier J., Robin C., Millgroom M.G. and Ravigné V. 2012. The chestnut blight fungus world tour: successive introduction events from diverse origins in an invasive plant fungal pathogen. Mol. Ecol. 21. 3931-3946.
- Florea S., Popa I. 1984. Diseases of the edible chestnut reported in the fruit growing area of Baia Mare. In: Cercetarea stiintifica in sluibă productiei pomicole 1969-1989. Bucuresti, 1989, 365-372.
- Görcsös G. 2012. Közép-európai *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr izolátumok VCG vizsgálata, A jövő tudósai, a vidék jövője doktoranduszok konferenciája. 2012. november 30. Debrecen.
- Melika G., Csóka GY. és Bozsó M. 2016. Szelídesztyene-gubacsdarázs (*Dryocosmus kuriphilus*), Növényvédelem 11. 30-37.
- Merkel H. W. 1906. A deadly fungus on the American chestnut. N.Y. Zool. Soc. Am. Rep. 10. 204-210.
- Peters F. S., Holweg C. L., Rigling D. and Meztler B. 2012. Chestnut blight in south-western Germany: multiple introductions of *Cryphonectria parasitica* and slow hypovirus spread; Forest Pathology 42. 5. 397-404.
- Prospero S. and Rigling D. 2012. Invasion genetics of the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica* in Switzerland. Phytopathology. 102. 73-82.

Radócz L. 2001. Study of subpopulations of the chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) fungus in the Carpathian-basin, Forest Snow and Landscape Research (ISSN: 1424-5108) 76. 3. 368-372.

Radócz L., Szilágyi A., Nagy M., Kovács G. and Melika G. 2015. Asian sweet chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae): first record for Romania, North-Western Journal of Zoology 12. 1. 2016. 201-204.

## A szója (*Glycine max*) gombabetegségei a 2018-as évi kisparcellás kísérletekben

**Farkas Bernadett<sup>1\*</sup>, Kadlicskó Sándor<sup>1</sup>, Pásztor György<sup>1</sup>, Hoffmann Richárd<sup>2</sup>, Tolnay Gábor<sup>3</sup>, Andrási Judit<sup>3</sup>, Szolcsányi Éva<sup>1</sup> és Takács András Péter<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pannon Egyetem Georgikon Kar Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

<sup>2</sup>Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar Növénytudományi Intézet Növénytermesztési és Növényvédelmi Tanszék; 7401 Kaposvár, Guba Sándor út 40-42.

<sup>3</sup>Bólyi Mezőgazdasági Termelő és Kereskedelmi Zrt., a Bonafarm csoport tagja

\*e-mail: bernadettfarkas.ppi@gmail.com

### Összefoglalás

Szója kisparcellás kísérleteiben (két termőhelyen) végeztünk növénykörtani felméréseket 2018-ban. A fertőzöttség mértékét állapítottuk meg. Ezt követően laboratóriumban inkubáltuk a mintákat, és mikroszkóppal azonosítottuk a patogén gombákat: *Peronospora manshurica*, *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*. A fertőzöttség mértéke alacsony volt, szignifikáns különbséget néhány esetben találtunk.

**Kulcsszavak:** szója, kisparcella, fertőzöttség, patogén gombák, inkubáció, szignifikáns differencia

### Abstract

Phytopathological surveys were performed on soy in small plot experiments (two locations) in 2018. The infection value was determined. Subsequently the samples were incubated in the laboratory, and pathogenic fungi were microscopically identified: *Peronospora manshurica*, *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*. The rate of infection was low, significant differences were found only in few cases.

**Keywords:** soy, small plot, infection, pathogen fungi, incubation, significant different

## Bevezetés

A szója világviszonylatban az egyik legfontosabb fehérjeforrás, takarmány, illetve élelmiszernövény. A legnagyobb területen termesztő országok az USA, Brazília, Kína és Argentína, de Magyarországon is lényeges szerepet tölt be a szántóföldi kultúrák között. 2017-ben 65 800 ha-on 2,4 t/ha termésátlagot értek el. 2018-ban 60000 ha-on vetették el a növényt. A zöldítő programban csökkent a szerepe, azonban a Nemzeti Fehérjetakarmány Program révén újból emelkedett presztízse. A hazai termesztésű szója GMO mentes, ezért a nemzetközi kereslet is nagyobb iránta. 2018 óta a mentességet igazoló védjegy használatára is lehetőség van. A közeljövőben a 100000 ha vetésterület elérése, és az öntöző kapacitás növelése a cél. A termesztők elengedhetetlen tényezőnek tartják a N-gyűjtő baktériumokkal (*Rhizobium* spp.) történő oltást. Jelentőségét az is bizonyítja, hogy 2018-ban Héderváron került megrendezésre a „Nemzetközi szójatekintélyek” találkozója.

## Irodalmi áttekintés

A szója a nagy vízigényű növények közé tartozik, 1 kg szárazanyag előállításához 750-800 l vízre van szüksége. A virágzás időszakában lényeges számára a párás klíma. Számos élettani, valamint vírus, baktérium és gomba okozta betegsége van (Szentey, 2014 a,b). A vírusok közül hazánkban legnagyobb jelentőséggel a szója mozaik vírus (*Soybean mosaic potyvirus*, *SMV*) bír (Varga, 2015). A baktériumok több faja veszi ki részét a károsításból, leggyakoribb a baktériumos barna levélfoltosságot előidéző *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. Ezen kívül előfordulnak a hólyagos levélfoltosság és a baktériumos szójavész tünetei is.

A legnagyobb problémát azonban a patogén gombák okozzák, melyeknek fajszáma egyre növekszik. Az általuk kiváltott betegségek közül Magyarországon legjelentősebb a fehérpenészes rothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*), a fuzáriózis (*Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. semitectum* f. sp. *tracheiphilum*), a peronoszpóra (*Peronospora manshurica*), a diaportés foltosság és szárrák (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, *D. phaseolorum* var. *caulivora*), valamint a hamuszürke szárrakadás és elhalás (*Macrophomina phaseolina*).

*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* a leveleken apró, szögletes, áttetsző, vizenyős, sárga foltokat okoz. Ezek közepe gyorsan beszárad, közepük sötét. A foltokat sárga udvar veszi körül. A foltok egybeolvadnak, a levél szétszakadozik, elhal. A magok a hüvely falán át fertőződnek, a csíranövények gyakran elpusztulnak. A baktérium pálcika alakú, egy vagy több poláris

csillangózottsággal. Fertőzött növényi maradványokon és a magokban telet át (Hevesi és Érsek, 1981; Fischl, 1990; Horváth és mtsai, 1995; Farkas és mtsai 2018).

*Sclerotinia sclerotiorum* a fiatal csíranövények elhalását, vizenyős rothadását idézheti elő. Az idősebb növényeken hervadás, majd száradás következik be. A szártövi részen a bemarkoló foltokon gyapjas fehér penészbevonat fejlődik. Ez a szár magasabb részein és a hüvelyeken is kialakulhat. A fertőzött részek felületén és a belsejében is fekete szkleróciumok fejlődnek. A szklerócium karpogén „csírázásakor” apoteciumok képződnek, melyek öz-barnák. Aszkospórái hialinok, egyszettűek, tojásdadok. A szkleróciumok több évig életképesek. A szártövi részt rendszerint a micélium sejtjei fertőzik. Járványok kialakulásának lehetőségét a talajok szklerócium tartalma, csapadékos időjárás, sűrű növényállomány jelentősen segítheti (Sinclair and Shurtleff, 1975; Fischl, 1990; Horváth és mtsai, 1995; Balikó és mtsai, 2014).

*Fusarium* fajok már a fiatal növényeket is fertőzhetik. A fertőzött csíranövények elhalnak, illetve rosszul kelnek. A sziklevek nehezen bújnak ki a maghéjból, rajtuk bemarkoló, barna foltok láthatók. Sokszor „palántadőlés” tüneteit mutatják. Később jellemző a gyökérronthadás, tőpusztulás. Nyári nagy melegben, kevés csapadék esetén, főként homoktalajokon hervadás (tracheomikózis) tünetei észlelhetők, levelek turgorjukat veszítik, hajtáscsúcs visszahajlik. A szár belsejében az elbarnult edénynyaláb-gyűrű jól látható. A magvak is fertőződhetnek, kisebbek az egészségeknél, zsugorodottak, ráncosak. A *Fusarium* fajok polifág, talajlakó, gyengültségi paraziták, kivétel a *F. oxysporum*, amely valódi parazita.

Életben maradásukat a micélium, klamidospóra, ha van teleomorf alak, a peritecium biztosítja. Konídium, micélium és ivaros alak esetében az aszkospórák fertőznek (Dunleavy, 1961; Szili, 1979; Fischl, 1990; Horváth és mtsai, 1995).

*Peronospora manshurica* szisztemikus és lokális fertőzést is képes okozni. Fertőzött magvak elvetésekor szisztemikus tünetek alakulnak ki. A növények törpülnek, klorotikusak, a levelek fonákán, az erek mentén összefüggő sporuláció alakul ki. Ez a gomba konídiumtartóiból és konídiumaiból áll. Lokális fertőzés esetében mozaikszerű, majd megnagyobbodó élénk-citromsárga foltok jelennek meg. A szürkés-lila penészgyep a fonákon fejlődik ki. A hüvelyt és a magot is fertőzi, a maghéj megreped, alatta is képződnek oospórák. Ezeknek az áttelelés és a terjesztés szempontjából nagy a jelentősége (Vörös és Molnár, 1958; Riggall and Dunleavy, 1974; Fischl, 1990; Horváth és mtsai, 1995; Farkas és mtsai, 2018).

A *Diaporthe*-s foltosság és szárrák esetében a csíranövények sziklevelein és a hipokotil szárrészen vöröses-barna foltok, - csíkok jelennek meg. A főbb tünetek a hüvelyképződés után válnak láthatóvá. A *D. ph.* var. *sojae* foltosodást okoz a száron és a hüvelyen is, rajtuk sorba rendeződött piknidiumok fejlődnek. A magvak a hüvely falán át fertőződnek, ráncosak,

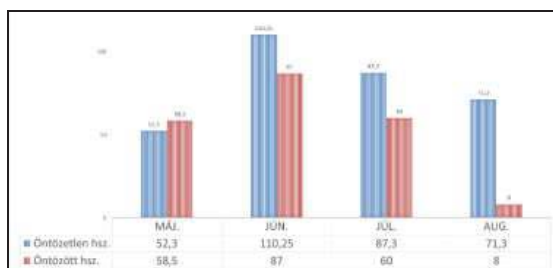
zsugorodottak. A képződött (anamorf alak a *Phomopsis sojae*) konídiumok hialinok, egysejtűek, lekerekítettek, két olajcseppel. A peritéciumban fejlődő askospórák kétsejtűek, végük lekerekített. A primér fertőzés kiindulhat micéliumból, piknídiumból és peritéciumból is. A kórokozó több gazdás. Járvány kialakulást elősegítik a fertőzött növényi maradványok, egyéb gazdanövényei és a fertőzött magvak.

A *D. ph.* var. *caulivora* tipikus tünetei a száron megjelenő, nagyméretű, besüppedő, vörösesbarna majd fekete színű foltok. A beteg szövetrészek lehámlanak, rákos sebek alakulnak ki (szárrák). Ez nem képez piknídiumokat, askospórák kétsejtűek, kihegyesedő véggel (Kmetz et al., 1974; Érsek, 1979, Fischl, 1990; Horváth és mtsai, 1995).

*Macrophomina phaseolina* hamuszürke szárkorhadást okoz. Tünetei változatosak, gyors, sokszerű hervadásban is előfordulnak. Már a csiranövény elhalás gyakran jelentős lehet. Virágzás, termés-kötés időszakában –meleg, száraz időjárás esetén-, a hervadás gyakori. A beteg növények gyökerei, száralapja megszürikül, feketedik, tömegesen képződnek a mikroszkleróciumok. Az epidermisz lehámlik, a bélszövet hamuszínűvé válik a mikroszkleróciumok tömegétől. Számottevő piknídium-képzés Magyarországon nem ismert. A kórokozó kifejezetten polifág, több száz gazdanövénye van. A fertőzést követően a gomba intercellulárisan növekszik, majd behatol a xylémbe, „phaseolinon” toxint termel, jelentős az enzimatis tevékenysége. Áttelelését a több évig is életképes mikroszkleróciumok biztosítják (Fischl, 1990; Kadlicskó, 1994; Horváth és mtsai 1995;).

### Anyag és módszer

A betegségek felmérését két kísérleti táblán végeztük el. Mindkét helyszín talajtípusa barna erdőtalaj. Az első kísérleti terület nagysága 1,43 ha, a másodiké 2,01 ha, a parcellák nettó területe 36m<sup>2</sup> volt. A kísérleti területeken mért csapadékmennyiség adatait az 1. ábra mutatja.



1.ábra. A csapadékmennyiség alakulása a kísérleti területeken (mm)



A vetést 2018. május 10-11-én végezték, a kísérletben két fajta (Boglár, Bóbita) szerepelt. A vetőmagot HiCoat, Rhizonat, illetve Phylazonit oltóanyaggal kezelték.

A kísérleti parcellákon Piraklostrobin és Boszkalid hatóanyagot tartalmazó Bellis gombaölőszeres kezelésre került sor, emellett kontroll kezelést is beállítottunk. Az ismétlések száma 6, az elővetemény kukorica volt. A parcellákat véletlen blokk elrendezésben helyeztük el.

A felvételezéseinket 2018. augusztus 22-én, a hüvelynövekedés és -telítődés fenológiai stádiumában [BBCH 77 (707)] végeztük el két kísérleti táblán. Lombbetegségek esetén a fertőzöttség mértékét a kórokozók által előidézett tünetek a levél százalékos borítottsága alapján állapítottuk meg, a töbetegek mértékét (*Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*) a fertőzött tövek parcellánkénti darabszáma szerint határoztuk meg. A jellegzetes és atipikus tüneteket mutató egyedekből és növényi részekből mintát vettünk. Laboratóriumi nedves kamrában 10 napon át szobahőmérsékleten inkubáltuk, majd a kórokozókat nemzetség, illetve faj szinten mikroszkópi vizsgálat segítségével határoztuk meg.

### Eredmények és megvitatás

Az öntözött termőhelyen a *Sclerotinia sclerotiorum* okozta tőfertőzöttség a 144-ből csupán 13 parcellán jelentkezett kis mértékben. A *Fusarium* spp. által okozott fertőzés tekintetében sem a szójafajták között, sem a kontroll és Bellis kezelés között nem volt szignifikáns különbség. A legnagyobb mértékű fertőzöttséget a Bellis és a Phylazonit együttes alkalmazása esetén tapasztaltuk. A kísérlet minden parcellája mutatta a *Macrophomina phaseolina* okozta fertőzöttség tünetét. Legnagyobb mértékben a Boglár fajta HiCoat és Bellis kezelést kapott egyik parcellája fertőződött, ezt a Bóbita fajta kontroll parcelláinak Rhizonat kezelése követte. Legkevésbé a Bóbita fajta fertőződött a Phylazonit és a Bellis együttes alkalmazása esetén. A *Peronospora manshurica* okozta fertőzés csekély mértékben lépett fel a kísérleti növényállomány felénél, csupán a Bóbita fajta egy parcellája esetében mutatott magasabb, 20 %-os fertőzöttséget a Rhizonat és a Bellis együttes alkalmazása után. Sem a Bellis kezelés, sem a fajta hatása nem érvényesült egyértelműen.

Az öntözetlen terület mindegyik parcelláján kismértékű baktériumos levélfoltosságot találtunk, azonban szignifikáns különbség nem mutatkozott. A *Fusarium* spp. által okozott csekély mértékű fertőzöttséget a 144 parcellából csupán 10 esetben észleltünk. *Macrophomina phaseolina* által okozott fertőzöttség 21 Phylazonitos parcellán jelent meg kis mértékben. A legfertőzöttebb növényállomány a Bóbita fajta HiCoat kezelésénél volt. A *Peronospora* fertőzés

a Bóbíta fajtánál kisebb mértékben jelentkezett, mint a Boglárnál. A Bellis kezelés esetében a kontrollhoz viszonyítva nagyobb fertőzöttség mutatkozott.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatást a GINOP-2.2.1-15-2016-00021 azonosító számú, „Agroökológiai alapon integrált hazai, minősített gabona- és fehérjeforrásokra alapozott termelési rendszer a magas biológiai értékű sertéshús előállítására érdekében” című pályázat támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### Hivatkozások

- Balikó S., Bosnyákné Egri H., Dobszai Tóth V. és Kun Á. 2014. A szója növényvédelme. Agro napló 18. 5. 54-56.
- Dunleavy, J. 1961. *Fusarium* blight of soybeans. Iowa Acad. Sci. Proc. 68. 106-113.
- Érsek T. 1979. Újabb kórokozó gombák magyarországi előfordulása szóján. Növényvédelem, 15.5. 208-214.
- Fischl G. 1990. A szója betegségei. Oktatási segédlet, Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 1-100.
- Farkas B., Pásztor G., Szolcsányi É., Takács A. P., Tolnai G. és Kadlicskó S. 2018. A szója (*Glycine max*) gombabetegségei a 2017-es évi kisparcellás kísérletekben. Növényvédelmi Tudományos Napok 2018.02.20-21. előadás, Budapest.
- Hevesi L.-né és Érsek T. 1981. A baktériumos levélfoltosság magyarországi előfordulása szóján. Növényvédelem, 17.1. 6-11.
- Horváth J.(szerk.) 1995. A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kadlicskó, S. 1994. Some new results on the host range of *Macrophomina phaseolina* in Hungary. Acta Phytopath. et Entomol. 29. 61-66.
- Kmetz, K., Ellett, C. W. and Schmitthenner, A. F. 1974. Isolation of seed-borne *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis* from immature soybean plants. Plant Dis. Rep. 58. 978-982.
- Kun Á. 2014. Szója betegségei 2014-ben. <https://agraragazat.hu/cikk/szoja-betegsegei-2014-ben>
- Riggle, J. H., and Dunleavy, J. M. 1974. Histopathology of leaf infection of susceptible and resistant soybeans by *Peronospora manshurica*. Phytopathology 64. 522-526.
- Sinclair, J. B., Shurtleff, M. C. 1975. Compendium of soybean diseases. APS Press, St. Paul 1975. 69.

Szentey L. 2014 (a). A szója integrált termesztése. <https://magyarszoja.hu/wp-content/uploads/2014/07/agrarium1403.pdf>

Szentey L. 2014 (b). Szója komplex növényvédelme. <https://agrarium7.hu/cikkek/240-a-szoja-komplex-novenyvedelme>

Szili M. 1979. A szója betegségei és kártevői, az ellenük való komplex védekezés lehetőségei. Doktori értekezés, Keszthely

Varga Zs. 2015. A szója gyakorlati szempontból fontosabb betegségei. Agroforum Extra 59. 124-129.

Vörös J. és Molnár B.-né 1958. *Peronospora manshurica* (Naumoff) Sydow, a szója új kórokozója Magyarországon. Növénytermelés 7. 371-374.

## ***A Solanum nigrum szerepe a burgonyavírusok terjedésében***

***Pásztor György\*, Nádasyné Ihárosi Erzsébet, Cserpes Melinda és Takács András Péter***

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

*\*e-mail: pasztor018@georgikon.hu*

### **Összefoglalás**

A világ élelmezésében meghatározó jelentőségűek a termesztett *Solanaceae* növények, amelyek közül legnagyobb területen a burgonyaféléket termesztjük. Ide tartozik a paradicsom, a paprika, a burgonya és a tojásgyümölcs. A vírusok elleni védekezésben a fő gondot az jelenti, hogy ellenük csak preventíven tudunk fellépni. A leküzdésük integrált növényvédelmi módszerek alkalmazásával, rezisztens fajták nemesítésével, és használatánval, vírusmentes szaporítóanyag alkalmazásával, a beteg növények eltávolításával és megsemmisítésével, valamint a vírusrezervoár gyomnövények és vírusvektorok elpusztításával lehetséges.

A *Solanum nigrum* (fekete csucor, fekete ebszőlő) a *Solanaceae* (burgonyafélék) családjába tartozó gyomnövény. Nagyon gyakori, erősen terjedő, szívós növény, mely az egész országban elterjedt. Jelentős problémát azokon a termőterületeken okoz, ahol burgonyát termesztünk, mivel herbicid érzékenysége és közeli rokonságuk kizárja a kémiai növényvédelem lehetőségét. A gyomnövény kompetitív hatásain túl a burgonyatermesztésben meghatározó károsítók köztük a vírusok fennmaradását és terjedését is biztosíthatja (Smith, 2005).

Kísérletünk célja a fekete csucsornak a fontosabb burgonyapatogén vírusok epidemiológiájában betöltött szerepének vizsgálata volt, ezzel segítve a hatékonyabb védekezés megtervezését.

Kulcsszavak: DAS ELISA, *Solanum nigrum*, burgonya

### **Abstract**

In Hungary, among vegetables, the species of the *Solanaceae* family are grown in the largest quantities. This family includes tomatoes, peppers, potatoes and eggplant. Their protection is a

complicated task and requires great expertise as it is advisable to apply integrated approach against harmful organisms.

Protection against viruses is difficult because we can only use preventive measures.

The weed species, *Solanum nigrum* belongs to the *Solanaceae* family. It is a common, widespread, tough plant all over the country. It poses a major problem in the growing areas where potatoes are grown, because its sensitivity to herbicides and close affinity (the same genus) exclude the possibility of using chemical plant protection measures. It is an extremely noxious weed because it can carry and transfer viruses. There could be several pathogens in a single weed, which can increase the chance of complex viral infection.

Our goal was to find out, which viruses and in what combinations are common in the *Solanum nigrum* to help developing a more precise protection of potatoes.

Keywords: DAS ELISA, potato, *Solanum nigrum*

## Bevezetés

A fekete csucsor/fekete ebszölő (vagy kutyabogyó) a burgonyafélék (*Solanaceae*) családjába tartozó, egyéves, magról szaporodó, közepes termetű, általában szőrözött növény (Németh És Sárfalvy 1998).

Leggyakrabban a szántóföldeken és mezőgazdasági területeken fordul elő, de főleg a korhadó szerves anyagokban gazdag és magas nitrogéntartalmú talajokon (Hunyadi-Béres-Kazinczi, 2011). Gyomosít még homokon, löszön, hordalékon és öntéstalajokon, valamint agyagos és vályogos, kötöttebb talajokon is. Meleg- és napfényigényes növény, ezért magvai csak későn indulnak csírázásnak a talaj felmelegedésekor (Szabó 2005).

A kísérlet során a burgonya egyik legfontosabb gyomnövényének, a *Solanum nigrum*nak virológiai vizsgálatát, valamint a mintákban megjelenő vírusok meghatározását tűztük ki célul. Vizsgálatunkat 2018 tavaszán, Keszthely környékén lévő burgonyaföldekről gyűjtött mintákkal végeztük.

## Anyag és módszer

Keszthely környéki burgonyatáblákról elsősorban vírustüneteket mutató 55 db *Solanum nigrum* levélmintát gyűjtöttünk. Gyűjtéskor törekedtünk arra, hogy tünetes mintákat gyűjtsünk

(mozaikfoltosság, levéltorzulás). A növényeket egyenként polietilén tároló tasakba helyeztük, majd ezt követően fagyasztva tároltuk a laboratóriumi vizsgálat időpontjáig.

A minták vizsgálata során a DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich–Enzyme-linked immunosorbent assay) szerológiai módszert alkalmaztuk a vírusfertőzés kimutatására (Clark és Adams 1977). A vizsgálatoknál a burgonya X-vírus (*Potato virus X*, PVX), a burgonya Y-vírus (*Potato virus Y*, PVY), a burgonya A-vírus (*Potato virus A*, PVA), a dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV), a paradicsom mozaik vírus (*Tomato mosaic virus*, ToMV), és a paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) Loewe Biochemica reagenseit használtuk. A színváltozás mértékét Labsystems Multiscan RC ELISA fotométerrel 405 nm hullámhosszon értékeltük. Pozitívnak tekintettük azokat a mintákat, melyek extinkciós értékei a negatív kontroll extinkciós értékének a háromszorosát meghaladták.

### Eredmények és megvitatás

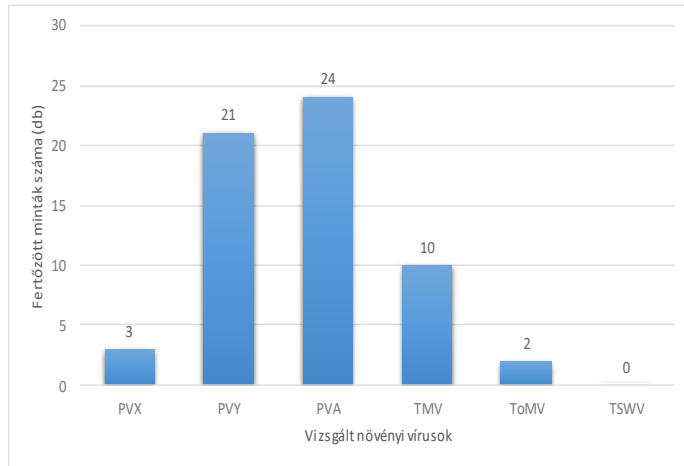
A DAS ELISA eredményei alapján 55 mintából 30-nál sikerült a keresett vírusok valamelyikének jelenlétét igazolni (1. táblázat).

1. táblázat. A *Solanum nigrum* vírusfertőzöttsége a DAS ELISA szerológiai teszt alapján

<i>Solanum nigrum</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A *	x	1	2'	3'	4'	5	6	7'	8	9'	10	11
B	12	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19	20	21	22	23'
C	24'	25'	26'	27'	28'	29	30'	31	32	33	34	35
D	36'	37'	38'	39'	40	41	42	43	44	45	46	47
E	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'				

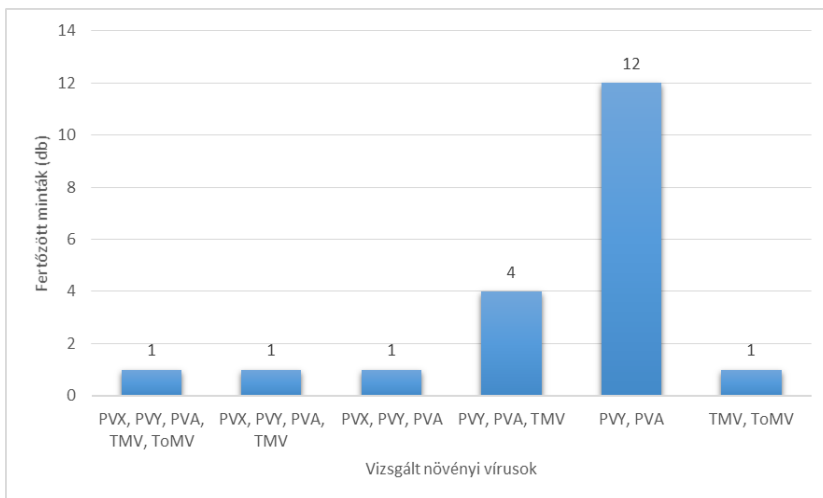
Jelmagyarázat: \* kontroll: egy biztosan vírusmentes növényanyag, melyhez a többi mintát hasonlítottuk ('-jelölés: fertőzött növényminták)

A vírus-epidemiológiai vizsgálatok alapján a PVA és a PVY volt kimutatható a legnagyobb mennyiségben. Az 55 növényi mintából 24 PVA, 21 PVY, 10 TMV, 3 PVX és 2 ToMV fertőzést azonosítottunk. A TSWV jelenlétét nem sikerült a begyűjtött mintákból kimutatnunk (1. ábra).



1. ábra. A kimutatott vírusok aránya

Húsz minta esetében komplex vírusfertőzést azonosítottunk. A kórokozók 6 féle kombinációban voltak jelen. PVY és PVA együttes előfordulását 12 mintánál mutattunk ki. Négy esetben PVY, PVA és TMV, 1-1 mintában pedig PVX, PVY, PVA, TMV és ToMV; PVX, PVY, PVA és TMV; PVX, PVY és PVA valamint TMV és ToMV komplex jelenlétét igazoltuk (2. ábra).



2. ábra. A kimutatott komplex vírusfertőzések aránya

A kísérlet eredményei rámutatnak, hogy a termesztett burgonyafélék gyomnövényei, kiemelten a *Solanum nigrum*, a közvetlen kompetitív hatásukon kívül jelentős szerepet játszhatnak a burgonyát is jelentősen károsító vírusok terjesztésében. Ezért nagy jelentőségű termesztett kultúrákban a gyomok elleni védekezés és a vad *Solanum* fajok terjedésének megelőzése.

A *Solanum nigrum* elleni védekezés nehézkes és nem teljesen megoldott. Burgonyában a primer és szekunder bakhát kialakításával mechanikailag védekezhetünk ellene, viszont vontatott kelése miatt a módszer nem jelent teljes védelmet. Preemergens herbicid használata megoldást jelentene, viszont a bemosócsapadék hiánya megghiúsítja a védekezést. Posztemergens technológiával védekezhetünk, viszont a burgonya herbicidérzékenysége miatt kevés hatóanyag áll rendelkezésünkre.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatás az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a Széchenyi 2020 program társfinanszírozási konstrukciójában a GINOP-2.3.2-15-2016-00054 azonosító számú projekt keretében valósult meg.

### **Hivatkozások**

- 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 Gen. Virology* 3. 475-483.
- Hunyadi K., Béres I. és Kazinczi G. 2011. Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó
- Németh I. és Sárfalvy B. 1998. Gyomfelvételezési módszerek értékelése összehasonlító vizsgálatok alapján. *Növényvédelem* 34. 15-22.
- Szabó R. 2005. Trónkövetelő gyomnövények (2.): Fekete csucor (SOLNI) – *MezőHír* 2005/04
- Smith, K. M. 1972. A textbook of plant virus diseases. 3rd edition, Academic Press, London 234-239.



## Adatok néhány mediterrán díszcserje jelentősebb kártevőihez

**Födelmesi Martin\*, Horváthné Baracsi Éva és Keresztes Balázs**

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

\*e-mail: tyr0nesvenson@gmail.com

### Összefoglalás

Két különböző vizsgálati helyen (Keszthely, Cserszegtomaj), két éven (2016, 2017) át gyűjtöttünk ízeltlábúakat, kopogtatásos mintavétellel, öt különböző mediterrán díszcserje (*Ligustrum sinense*, *Phillyrea angustifolia*, *Elaeagnus pungens*, *Prunus lusitanica*, *Photinia x fraseri*) lombzatáról. Célunk az volt, hogy megismerjük azokat az ízeltlábú fajokat, melyek az egyes cserjefajokat hazánkban tápnövényként választották, tehát kártevői lettek, emellett a hasznos ízeltlábú fauna faji összetételére is kíváncsiak voltunk. Jelen tanulmányunkban csak a legjelentősebb, leggyakoribb kártevő fajokat mutatjuk be. Az *Oleaceae* családba tartozó két cserje (*Ligustrum sinense*, *Phyllirea angustifolia*) esetén, potenciális kártevőként említhető a *Dendrothrips ornatus* tripsz faj. A kabócák (Auchenorrhyncha) közül, általában nagy számban volt jelen a *Fieberiella florii* (Cicadellidae) és a *Metcalfa pruinosa* (Flatidae). A tavaszi kártevők közül, elsősorban a *Rosaceae* növény családba tartozó cserjéken (*Prunus lusitanica*, *Photinia x fraseri*), olykor jelentős kárt okoztak a *Phyllobius* ormányosbogár fajok. Közülük kiemelkedik a *Phyllobius betulinus*, de nagy számban volt jelen a *P. maculicornis* és a *P. oblongus* is. Főleg a két *Oleaceae* családba tartozó cserjén, és a *Prunus lusitanica* (*Rosaceae*) fajon fordult elő nagyobb egyedszámban a *Dodecastichus* (= *Otiorhynchus*) *mastix* ormányos.

**Kulcsszavak:** mediterrán örökzöld díszcserjék, kártevők

### Abstract

Arthropod species at two different sampling sites (Keszthely, Cserszegtomaj), for two years (2016, 2017), have been collected with beating method from the canopy of five different Mediterranean evergreen shrubs (*Ligustrum sinense*, *Phillyrea angustifolia*, *Elaeagnus pungens*, *Prunus lusitanica*, *Photinia x fraseri*).

Our aim was to identify the arthropod species, which has already chosen these shrubs as food plants and became their pests in Hungary and in addition, we were curious to know the species spectrum of beneficial arthropods as well. In the present study, only the most significant, most common pests were presented. In the case of shrubs (*Ligustrum sinense*, *Phyllirea angustifolia*), belonging to the *Oleaceae* family, the thrips *Dendrothrips ornatus* may be considered potential pest. From among Planthoppers (Auchenorrhyncha), a large number of *Fieberiella florii* (Cicadellidae) and *Metcalfa pruinosa* (Flatidae) were present. Among the spring pests, the *Phyllobius* weevil species caused significant damage primarily on shrubs (*Prunus lusitanica*, *Photinia x fraseri*) belonging to the *Rosaceae* family. From among *Phyllobius* species the *Phyllobius betulinus* was dominant, but a large number of *P. maculicornis* and *P. oblongus* were also present. The *Dodecastichus* (= *Otiorrhynchus*) *mastix* weevil occurred in high numbers mostly on shrubs belonging to the *Oleaceae* family and on *Prunus lusitanica* (*Rosaceae*).

**Keywords:** Mediterranean evergreen ornamental shrubs, pests

### Bevezetés

A szóban forgó örökzöld díszcserjék hazánkban nem őshonosak, így a velük kapcsolatos hazai vizsgálatok sem túl régiek. Az eddigi kutatások zömmel kertészeti jellegűek, bár vizsgálták már ezeknek a cserje fajoknak a kórokozó gombáit is (Fischl és mtsai, 2009). Az általunk vizsgált öt növényfaj (illetve hibrid) kártevőivel kapcsolatos kutatásokkal még nemzetközi téren sem lehet találkozni, a növény-nemzetségek – melyekbe a szóban forgó cserjék tartoznak – kártevői azonban ismertek. A hazánkban is előforduló *Elaeagnus* kártevők közül Marácz (2013) kiemelten ír a *Capitophorus elaeagni* levéltetűfajról. Ripka és munkatársai (1993), Tóth (2012) és Marácz (2013) a *Ligustrum* nemzetség jelentős kártevőinek tartja többek között a *Dendrothrips ornatus* (fagyaltripsz) és *Myzus ligustri* (fagyal-levéltetű) fajokat. Charles és Paine (2016) szerint az *Aphis gossypii* (uborka-levéltetű) több, konténerben nevelt dísznövény kártevője, köztük a *Photinia x fraseri* (hibrid korallberkenye) cserjéé is. A *Prunus*-félék kapcsán több, gyümölcsfáinkat károsító szüzbogár, lepke, pajzstetű, levélbolha és levéltetű fajról beszámoltak (Simoes és mtsai, 2006; Tóth, 2012; Marácz, 2013).

Az inváziós kártevőként már nálunk is jelen lévő *Metcalfa pruinosa* kabócát említik az *Elaeagnus* és *Prunus* fajoknál (Marácz, 2013), míg a *Drosophila suzukii* (foltosszárnyú muslica) fajt három (*Elaeagnus*, *Photinia*, *Prunus*) nemzetségnél is (Cini és mtsai, 2012; Harris és mtsai,

2014; Lee és mtsai, 2015; Kenis és mtsai, 2016). Ezekkel a növényekkel kapcsolatos állattani vizsgálatokat hazánkban azonban még nem végeztek, így ez a munka egyben betölt egy hiánypótló szerepet is.

### **Anyag és módszer**

A kopogtatásos mintavételnél szabvány kopogtatóernyőt használtunk. A kopogtatásokat 2016 áprilisa és szeptembere, valamint 2017 májusa és októbere között, kéthetente végeztük, két helyszínen (Cserszegtomaj és Keszthely). A mintákat feldolgozásig mélyhűtőben tároltuk, a határozásokhoz standard határozókulcsokat használtunk. A vizsgált, öt, egzotikus örökzöld díszcserje faj (illetve hibrid) jellemzése és ennek a fejezetnek a részletesebb leírása egy korábbi tanulmányban már megjelent (Keresztes és mtsai, 2018).

### **Eredmények**

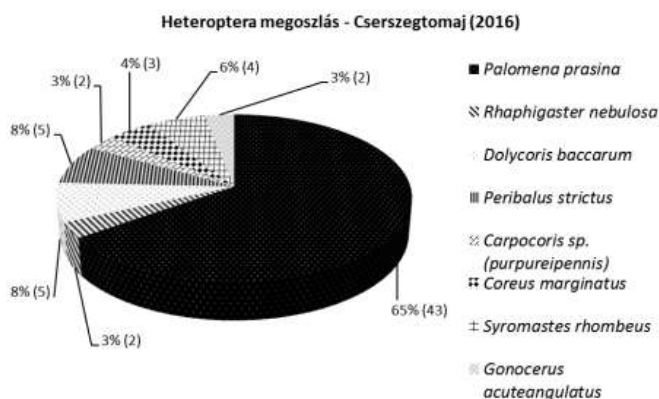
A kártevőket két fő csoportra osztottuk. Az egyikbe azok a fajok kerültek, melyek általában mindegyik növényen kisebb-nagyobb egyedszámban előfordultak, tehát polifágnak tekinthetők, a másikba az egyes növénycsaládokhoz kötődő (oligofág) kártevők. Utóbbi – a vizsgált növényekből adódóan – szintén három kategóriára bontható. Vannak az elsősorban *Oleaceae* családdhoz (tehát a *Ligustrum sinense* és *Phillyrea angustifolia* cserjefajokhoz) kötődő kártevők, vannak a *Rosaceae* növénycsaládon (*Prunus lusitanica*, *Photinia x fraseri*) táplálkozó rovarok és a harmadik csoportot az *Elaeagnaceae* (*Elaeagnus pungens*) családot preferáló fajok képezik, bár kifejezetten ilyen kártevőt a gyűjtéseink alapján nem találtunk, ahogy egy tápnövényű (monofág) kártevőt sem.

#### **Poloskák (Heteroptera)**

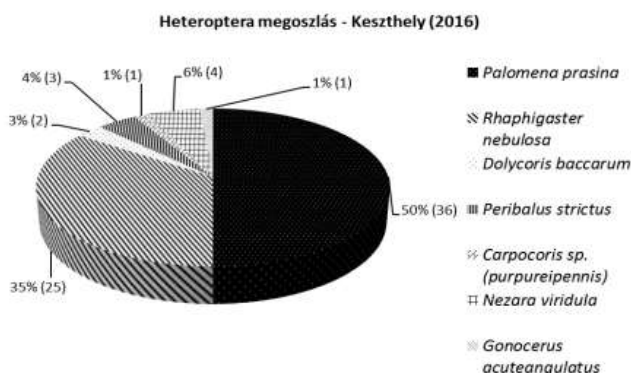
Több, növényvédelmi szempontból kártevő családjuk sok faja előkerült a két év során, a vizsgált növények tényleges kártevőiként azonban néhányat lehet csak említeni. A legtöbb növényről gyakran gyűjtöttük az alapvetően polifág, friss hajtásokat, generatív részeket szívogató nagytestű poloskákat (Coreidae és Pentatomidae családok).

Ezek a fajok – ha csak egy-egy évben nem szaporodnak fel rendkívül nagy számban – a növényekre kizárólag esztétikai szempontból jelentenek veszélyt, igaz egy dísznövény esetében az elsődleges szempont mindig a díszítőértéke. Bár a karimás poloskák (Coreidae) közül sem volt ritka a *Coreus marginatus* (LINNAEUS, 1758) és a *Gonocerus acuteangulatus* (GOEZE, 1778),

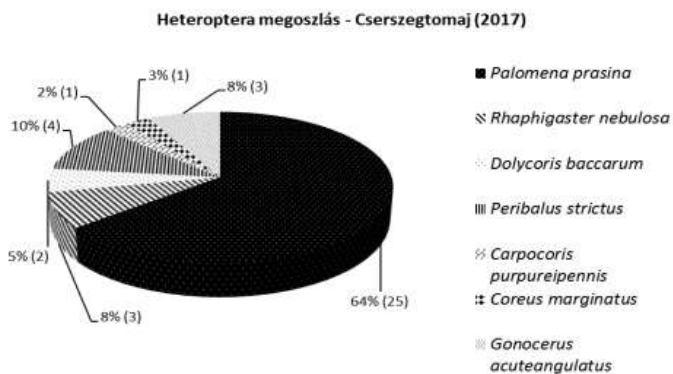
nagyobb egyedszámban a „bogyómászó” címerespoloska (Pentatomidae) fajok voltak jelen. Ezek a címerespoloskák jelentőségük (egyedszámuk) sorrendjében a következők: *Palomena prasina* (LINNAEUS, 1761), *Rhaphigaster nebulosa* (PODA, 1761), *Peribalus strictus* (FABRICIUS, 1803) (syn. = *Holcostethus vernalis*), *Dolycoris baccarum* (LINNAEUS, 1758). Esetenként a még kártevőnek számító *Syromastus rhombeus* (LINNAEUS, 1767) karimáspoloska, a címerespoloskák közül pedig a *Carpocoris* fajok nimfa alakja [egy esetben a *C. purpureipennis* (DE GEER, 1773) imágója is], valamint az inváziós *Nezara viridula* (LINNAEUS, 1758) került elő. Élőhelytől és évszárattól függetlenül mindig a *Palomena prasina* címerespoloskát gyűjtöttük legnagyobb egyedszámban, az viszont változó volt, hogy éppen melyik faj követte a dominancia-rangsorban. Az egyes fajok két élőhelyen és két különböző évben való megoszlása az 1-4. ábrákon látható.



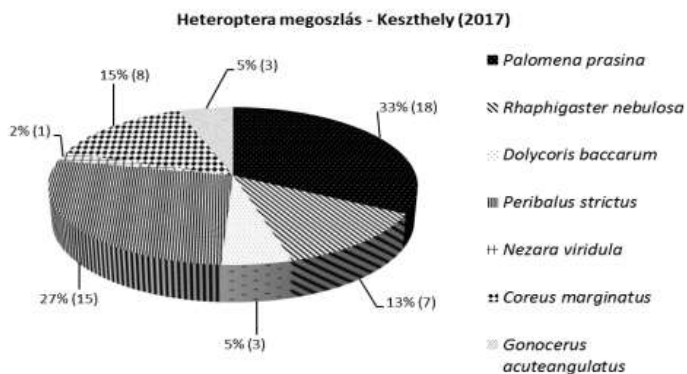
1. ábra. A jelentősebb poloska fajok megoszlása Cserszegtomajon 2016-ban



2. ábra. A jelentősebb poloska fajok megoszlása Keszthelyen 2016-ban

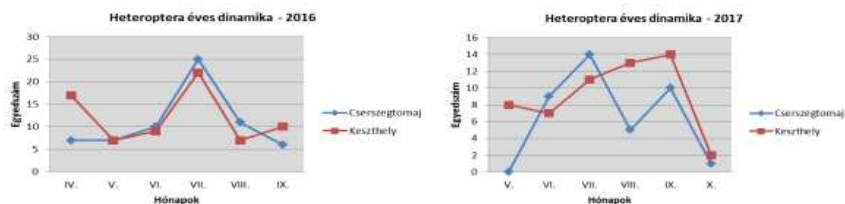


3. ábra. A jelentősebb poloska fajok megoszlása Cserszegtomajon 2017-ben



4. ábra. A jelentősebb poloska fajok megoszlása Keszthelyen 2017-ben

Éves dinamikájukra jellemző, hogy tavasszal az áttelelt imágókat, nyár közepén néhány imágótól eltekintve nagyrészt különböző fejlettségű nimfákat, míg ősszel ismét (de már a tárgyevi) imágókat gyűjtöttük. Jellemző egy nyári (június-augusztusi) csúcs, amit a kisebb számú, áttelelt, de még élő, valamint az új imágók és a nagyobb tömeget adó nimfák együttes jelenléte eredményez (5-6. ábrák).

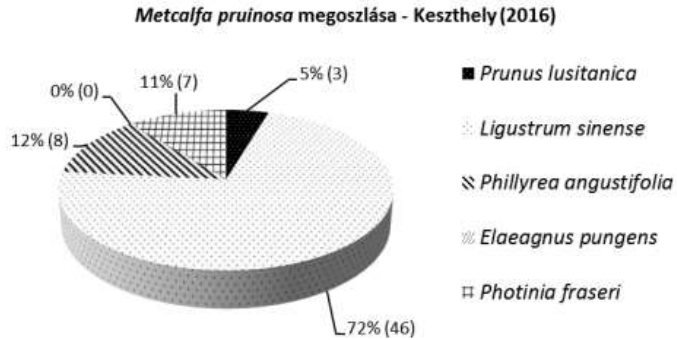


5-6. ábra. A poloskák éves dinamikája a két élőhelyen 2016-ban és 2017-ben

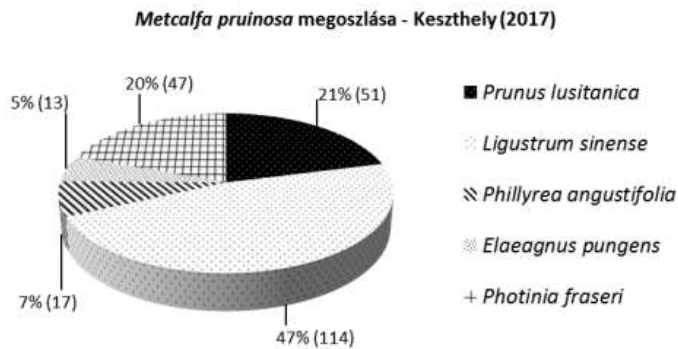
A mindkét élőhelyen, mindkét gyűjtési évben legnagyobb egyedszámot adó *Palomena prasina* címerespoloska volt a meghatározó az éves dinamikák esetében is. Bár polifág faj, mégis – mind egyedszáma, mind pedig azon belül is a nimfák száma alapján – elsősorban az *Oleaceae* családnak (és inkább a *Ligustrum sinensis* növényhez) kötődik, legkevesebb egyedet az *Elaeagnus pungens* növényről gyűjtöttük.

### Kabócák (Auchenorrhyncha)

Szintén több, kártevőt is adó családjuk sok fajt gyűjtöttük a két vegetációs periódusban. A kabócák vektor szerepéből adódóan, már pusztán jelenlétük is veszélyt hordozhat magában. Néhány, egyedszám szempontjából is jelentős fajuk mellett, több példányát is gyűjtöttük a *Dictyophara europaea* (LINNAEUS, 1767) (Dictyopharidae) süvegeskabócának, ami bizonyított terjesztője a szőlő aranyszínű sárgaság fitoplazmának (ca. *Phytoplasma vitis*). A másik, hasonló okból említendő, többször begyűjtött faj a *Philaenus spumarius* (LINNAEUS, 1758) (Aphrophoridae) tajtékskabóca. Ez a faj az Európában már szintén jelen lévő *Xylella fastidiosa* baktériumfaj vektora. Gyűjtéseink alapján, a kabócák közül két fajt lehet kiemelni. Az egyik a már jól ismert, inváziós *Metcalfa pruinosa* (SAY, 1830) lepkekabóca (*Flatidae*). Ez a kabóca polifág, amit gyűjtéseink is igazoltak, mivel mind az öt vizsgált cserjéről előkerült, de érezhetően leginkább a *Ligustrum sinense* fajhoz kötődött, erről és elsősorban Keszthelyről lehetett a legtöbbet gyűjteni. Gyűjtéseink alapján, legkevesebb az *Elaeagnus pungens* fajt kedvelte (7-8. ábra). A cserszegtómaji élőhelyen, (ahol a két év alatt összesen öt példány került elő) valószínűleg nemrég jelenhetett meg és még nem szaporodott fel. Keszthelyen, 2016-hoz képes egy azt követő egyedszám emelkedés mutatkozott (9. ábra). 2016-ban összesen 64 példányt gyűjtöttünk, és akkor is csak az év második felétől, míg 2017-ben összesen már 242 példányt.

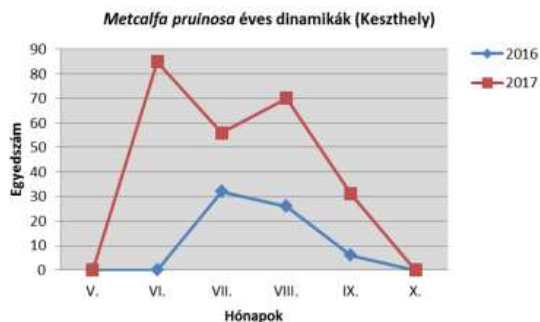


7. ábra. A *Metcalfa pruinosa* növényfajonkénti megoszlása Keszthelyen 2016-ban



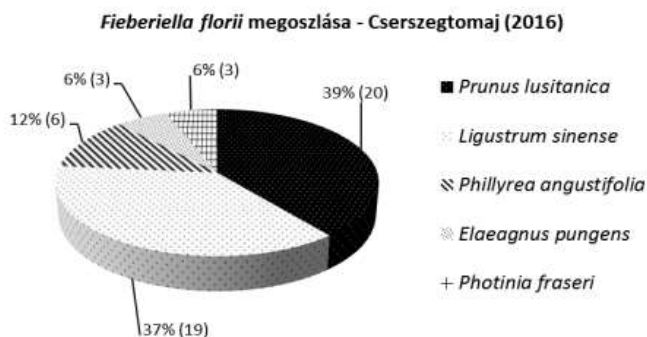
8. ábra. A *Metcalfa pruinosa* növényfajonkénti megoszlása Keszthelyen 2017-ben

Éves dinamikájából látható, hogy legnagyobb abundanciája a nyári hónapokra esik (9. ábra). Tojás alakban telelő, egy nemzedékes faj, melynek első nimfái júniusban jelentek meg mindkét évben. Egy, másfél hónap fejlődés után, július eleje-közepére váltak imágóvá.



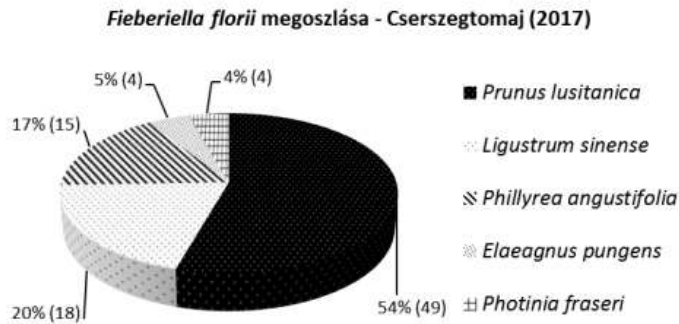
9. ábra. A *Metcalfa pruinosa* éves dinamikája Keszthelyen a két gyűjtési évben

A másik említésre méltó faj a *Fieberiella florii* (STÅL, 1864) mezeikabóca (*Cicadellidae*), ami Európában őshonos, Észak-Amerikában meghonosodott, de mára ott is elterjedt. Jelenleg kevésbé ismert, de egyre gyakoribb, egyedszáma is folyamatosan nő, és számos fitoplazma (alma söprűsödés fitoplazma, keleti-x betegség- és nyugati-x betegség fitoplazma) terjesztője. Ez a faj minden bizonnyal polifág, gyűjtéseink alapján szintén előkerült mind az öt vizsgált cserjéről. Láthatóan szintén kötődik a *Ligustrum sinense* díszcserjéhez, de még annál is erősebb preferenciát mutat a *Prunus lusitanica*-hoz, legkevésbé pedig az *Elaeagnus pungens* és *Photinia fraseri* cserjékhez. A *Prunus lusitanica* cserjéről lehetett a legtöbbet gyűjteni, ami 2017-ben fokozottabban érvényesült (10-11. ábra). Ez a faj nagyobb arányban Cserszegtomajról került elő (10-11. ábra), bár a *Metcalfa pruinosa* kabócához képest lényegesen több példányát (2016: 27 egyed; 2017: 35 egyed) gyűjtöttük a másik élőhelyről (esetében Keszthelyről).



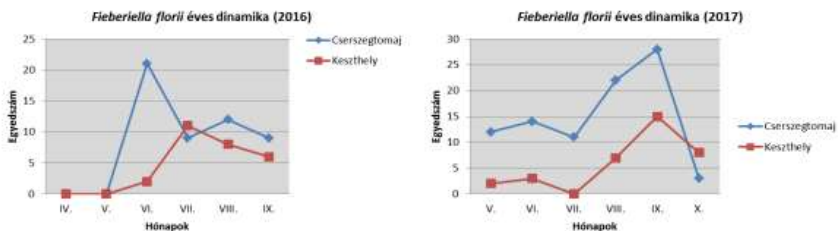
10. ábra. A *Fieberiella florii* növényfajonkénti megoszlása Cserszegtomajon 2016-ban





11. ábra. A *Fieberiella florii* növényfajonkénti megoszlása Cserszegtomajon 2017-ben

Éves dinamikájából látható, hogy akár már júniusban, nagyobb számban megjelenhet (12. ábra), ez őszig fokozódhat, bár akkor már többségében imágók formájában (13. ábra). Mezeikabóca, így valószínűsíthető, hogy szintén növényi szövetbe ágyazott tojás formájában telel. Dinamikájából azonban kisejlik egy évi második nemzedék is (12-13. ábra). Korábban, már májusban megjelennek a nimfái, de azokkal együtt több esetben már imágókat is gyűjtöttünk.

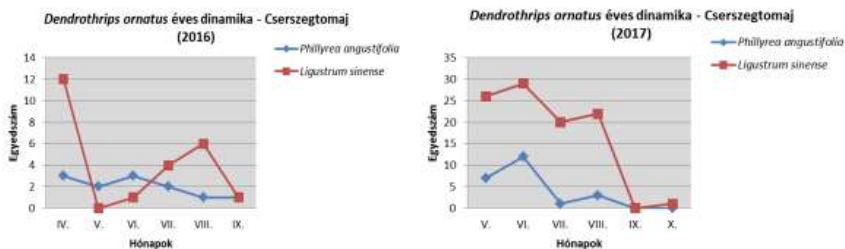


12-13. ábra. A *Fieberiella florii* éves dinamikája a két élőhelyen 2016-ban és 2017-ben

### Fagyaltripsz [*Dendrothrips ornatus* (JABLONOWSKI, 1894)]

Egyes időszakokban nagy számban került begyűjtésre a két olajfaféle (*Oleaceae*) díszcserjéről ez a jól ismert fagyal- és orgonakárosító tripszfaj, bár gyakorlatilag (összesen hat, 2017-es példánytól eltekintve) kizárólag Cserszegtomajról. A rá jellemző, bár még nem túlságosan aggasztó kárképeket észlelni lehetett a díszcserjéken is, ugyanakkor a két olajfaféle dísznövény közül sokkal több egyedét gyűjtöttük a *Ligustrum sinensis* cserjéről (14-15. ábra). Éves

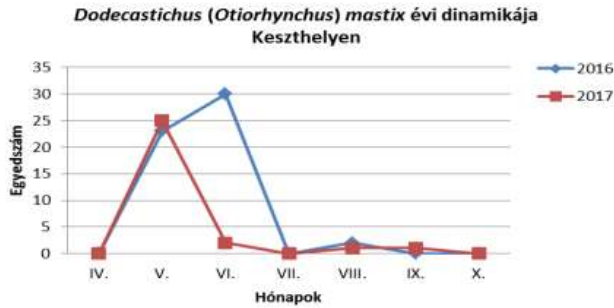
dinamikájából látható, hogy akár már áprilisban nagyobb számban megjelenhet (14. ábra), mely egyedszámot szinten tartja, vagy akár növelheti is augusztusig (15. ábra).



14-15. ábra. A *Dendrothrips ornatus* éves dinamikája a két tápnövényén, a két év során, Cserseztomajon

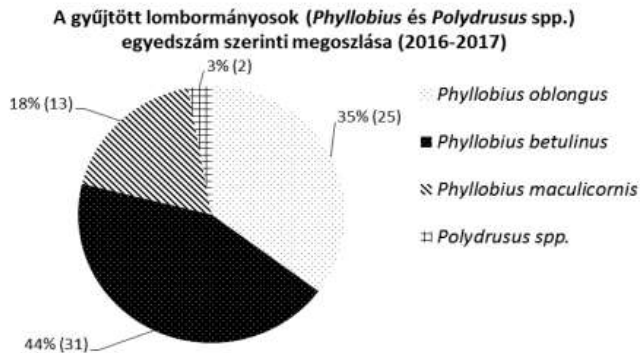
#### Ormányosbogarak (Coleoptera: Curculionidae)

Ennek a taxonnak is számos fajt gyűjtöttük be a két év során, ugyanakkor jelentősebb, egyes díszcserjékhez jobban kötődő faj csak néhány genusból került ki. Az egyik a *Dodecastichus* (= *Otiorhynchus*) *mastix* (OLIVIER, 1807) gyalogormányos, amit ugyan minden növényről gyűjtöttünk, de főleg a *Ligustrum sinense* és a *Prunus lusitanica* cserjefajokon, elsősorban Keszthelyen volt jelen nagyobb számban. Cserseztomajról mindössze néhány példánya került elő. Rendkívül gyakori, de kevésbé ismert faj. Lárvája a többi gyalogormányoshoz hasonlóan, gyökérvártevő, imágója a levelek – sokszor meglepően szabályos – karéjozásával, díszcserjék esetén, rontja azok esztétikai értékét. Éves dinamikájából látható, hogy májusban jelennek meg (sokszor már nagyobb számban is) az első imágók, júliustól már csak elvétve lehet velük találkozni (16. ábra). Az imágók viszonylag kései megjelenése arra utalhat, hogy más kistestű gyalogormányosokhoz hasonlóan, lárva alakban telet.



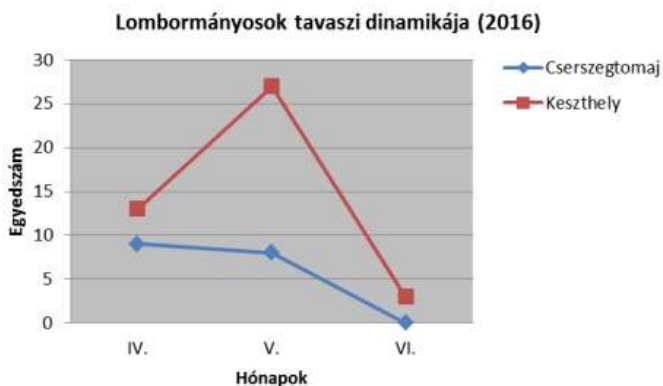
16. ábra. A *Dodecastichus mastix* imágójának éves dinamikája Keszthelyen a két gyűjtési évben

A tavaszi kártevők közül, kiemelten a *Rosaceae* növény családba tartozó cserjéken, olykor jelentős kárt okoztak elsősorban a levélbarkók (*Phyllobius* spp.), bár a két vizsgált évben meglehetősen alacsony volt az egyedszámuk. Előkerült néhány lombormányos (*Polydrusus*) faj is, azonban kiemelten a *Phyllobius betulinus* (BECHSTEIN & SCHARFENBERG, 1805) fajt kell kezelni. Nagyobb számban jelen voltak még a *P. maculicornis* GERMAR, 1824 és a *P. oblongus* (LINNAEUS, 1758) is (17. ábra). Gyűjtéseink alapján, a két cserje közül a *Photinia fraseri*-t preferálták (a két év során az egyedek 77%-át erről gyűjtöttük). Egyes, a vizsgálati éveket megelőző években, ezt a díszcserjét rendkívüli mértékben károsították, ilyenkor (főleg Keszthelyen) sokszor tarrágás közeli állapotot figyeltünk meg.



17. ábra. A levélbarkók és lombormányosok egyedszámának megoszlása a vizsgálati évek összefogása alapján

Tavaszi dinamikájuk elsősorban a 2016-os gyűjtésekkel jellemezhető, amikor már áprilisban elkezdtek a kopogtatást. Jól látható, hogy májusban volt jelen a legtöbb imágó (mely a fő kártevő alak), júniusban mindössze néhány egyedük került elő, míg júliusban már egyáltalán nem voltak jelen a területen (18. ábra). (2017-ben összesen 19 példányuk, szintén májusban került elő.)



18. ábra. A levélbarkók és lombormányosok tavaszi dinamikája a két területen 2016-ban

### Következtetések

A szóban forgó díszcserjék nem őshonosak, az eredeti élőhelyükön élő kártevőik pedig nem kerültek be hazánkba (illetve még nem jelentek meg), ugyanakkor számos, nálunk élő fitofág rovarcsoport tápnövényeül választotta már őket. A poloskák ellen minden bizonnyal az évek többségében külön nem kell védekezni, mivel polifágok, kártételük megoszlik számos vad és termesztett növényen. A szűrő-szívó szájszervű kártevők közül, jelentősebb számban gyűjtöttük a *Dendrothrips ornatus* fajt, ami a *Oleaceae* növényekhez kötődik. A kabócák közül nagyobb számban került elő két polifág faj. Míg a *Metcalfa pruinosa* elsősorban a *Ligustrum sinense* cserjéjéhez kötődött, a *Fieberiella florii* a *Ligustrum sinense*-nél is erősebben kötődött a *Prunus lusitanica*-hoz. A levélkártevők közül, bizonyos években a levélbarkók és lombormányosok (kiemelten a *Phyllobius* fajok) ellen – elsősorban a *Photinia fraseri* növény esetében –, valószínűleg elengedhetetlen lesz a védekezés, de figyelmet érdemel a *Dodecastichus mastix* gyalogormányos esetleges felszaporodása is.

### Hivatkozások

- Charles, J. J. and Paine, T. D. 2016. Fitness Effects of Food Resources on the Polyphagous Aphid Parasitoid, *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). PLoS ONE 11. 1. e0147551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147551> (2018. november 07.)
- Cini, A., Ioriatti, C. and Anfora, G. 2012. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. Bulletin of Insectology 65. 1. 149-160.
- Fischl, G., Horváthné Baracsi, É., Jankovics, T. és Kiss, L. 2009. Mediterrán díszcserje fajok gombabetegségei. Növényvédelmi Fórum, Keszthely 50.
- Harris, D. W., Hamby, K. A., Wilson, H. E. and Zalom, F. G. 2014. Seasonal monitoring of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in a mixed fruit production system. Journal of Asia-Pacific Entomology 17. 4. 857-864.
- Kenis, M., Tonina, L., Eschen, R., van de Sluis, B., Sancassani, M., Mori, N., Haye, T. and Helsen, H. 2016. Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. Journal of Pest Science 89. 3. 735-748.
- Keresztes, B., Horváthné Baracsi, É. és Födelmes, M. 2018. Előzetes adatok néhány mediterrán díszcserje kártevő és hasznos ízeltlábú faunájához. Georgikon for Agriculture 22. 1. 50-57.
- Lee, J. C., Dreves, A. J., Cave, A. M., Kawai, S., Isaacs, R., Miller, J. C., Van Timmeren, S. and Bruck, D.J. 2015. Infestation of Wild and Ornamental Noncrop Fruits by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Annals of the Entomological Society of America 108. 2. 117-129.
- Marácz, L. 2013. Díszfák, díszcserjék védelme. Nyugat-dunántúli Díszfaiskolások Egyesülete, Szombathely.
- Ripka, G., Reiderné Saly, K., Jenser, G., Rácz, V. és Orosz, A. 1993. Díszfák és a díszcserjék tripsz-, poloska- és kabócafaunája a fővárosban. Növényvédelem 29. 12. 569-572.
- Simoes, A. M. A., Cecílio, A., Ilharco, F. A., Aguiar, M. F. and Franco, J. C. 2006. New records of hymenopteran parasitoid species from citrus orchards in Terceira Island (Azores, Portugal). Bulletin International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC), West Palaearctic Regional Section (WPRS) 29. 3. 189-193.
- Tóth, I. 2012. Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve. Tarkavirág Kft., Budapest.

## Water footprint of protein formation of six field crop species

*Katalin M. Kassai, Ákos Tarnawa and Márton Jolánkai\**

*Szent István University, Crop Production Institute, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.*

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

### Abstract

Plant growth and development is driven by various physiological processes in which water availability is a most profound factor. An assessment study has been done at the Szent István University, Gödöllő to evaluate and identify the water footprint of protein yield of field crop species. Six field crop species (Sugar beet *Beta vulgaris*, winter barley *Hordeum vulgare*, winter wheat *Triticum aestivum*, maize *Zea mays*, potato *Solanum tuberosum*, and alfalfa *Medicago sativa*) were involved in the study. Evapotranspiration patterns of the crops studied have been monitored and physiologically reliable protein ranges within crop yields were identified.

The results obtained seems to prove that water footprint of cereals was the lowest, however maize values were highly affected by the high variability of protein yield. Alfalfa, potato and sugar beet water footprints were in accordance with their evapotranspiration patterns.

Keywords: water footprint, evapotranspiration, protein, field crop species

### Összefoglalás

Szántóföldi növényfajok fehérje produkciójának víz-lábnyma. A növényi növekedést és fejlődést számos élettani folyamat határozza meg, amelyek mindegyikét elsődlegesen a vízellátottság mértéke befolyásolja. A gödöllői Szent István Egyetemen egy kutatás keretei között 6 szántóföldi növényfaj víz-lábnymának elemzését végeztük el (cukorrépa *Beta vulgaris*, őszi árpa *Hordeum vulgare*, őszi búza *Triticum aestivum*, kukorica *Zea mays*, burgonya *Solanum tuberosum*, és lucerna *Medicago sativa*). A termesztett növényfajok tenyészidei evapotranspirációs havi vízfogyasztásának elemzését a kutatócsoport a csapadék függvényében, az aktuális havi vízméreg nyomon követésével kísérleti körülmények között végezte.

A kapott eredmények azt igazolják, hogy a vizsgált növényfajok közül a kalászos gabonák víz-lábnyma a legkisebb. A kukorica értékeit nagymértékben befolyásolta a növény

fehérjetartalmának jelentős ingadozása. A lucerna, a burgonya és a cukorrépa víz-lábnyoma lényegében a növényfajok evapotranspirációs jellemzőivel volt összhangban.

Kulcsszavak: víz-lábnyom, evapotranspiráció, fehérje, szántóföldi növényfajok

### Introduction

Originally water footprint was an indicator that shows the extent of water use in relation to consumption by people (Hoekstra and Chapagain 2007). The water footprint of an individual, community or business is defined as the total volume of fresh water used to produce the goods and services consumed by the individual or community or produced by the business. Water use is measured in water volume consumed (evaporated) and/or polluted per unit of time. A water footprint can be calculated for any well-defined group of consumers (e.g., an individual, family, village, city, province, state or nation) or producers (e.g., a public organization, private enterprise or economic sector), for a single process (such as growing crop plants) or for any product.

Traditionally, water use has been approached from the production side, by quantifying the following three columns of water use: water withdrawals in the domestic and agricultural and industrial sector. While this does provide valuable data, it is a limited way of looking at water use in a globalised world, in which products are not always consumed in their country of origin. International trade of agricultural and industrial products in effect creates a global flow of virtual water, or *embodied water*. Nowadays, the water footprint concept was introduced in order to have a consumption-based indicator of water use that could provide useful information in addition to the traditional production-sector-based indicators of water use. It is analogous to the ecological footprint concept introduced in the 1990s. The water footprint is a geographically explicit indicator, showing volumes of water use and pollution, and also the locations. Thus, it gives a grasp on how economic choices and processes influence the availability of adequate water resources and other ecological realities across the globe (and vice versa).

In a UNESCO study series water footprint of various food and feed products have been evaluated (Mekonnen and Hoekstra 2010). The research results give an evidence that diverse amount of water is used for production of food and feed. The differences between vegetables, cereals and meat products may have a 1:10:100 x ratio concerning water usage; e.g. 1 kg of vegetable may be produced with some 300 litres of water while bovine meat would require about 15000 litres. The specific values were much smaller if exact nutritional indicators like calories,

protein or fats were evaluated. In this comparison the water footprint differences were within a five-fold range.

Climate change research results in Hungary have highlighted the variation induced by water availability on protein formation of field crops (Kassai et al. 2016; Eser et al, 2017; Jolánkai et al 2018).

Crop water use, consumptive use, and evapotranspiration are terms used interchangeably to describe the water consumed by a crop. This water is mainly used for physiological processes; a negligible amount is retained by the crop for growth. Water requirements for crops depend mainly on environmental conditions. Plants use water for cooling purposes, and the driving force of this process is prevailing weather conditions. Different crops have different water use requirements, under the same weather conditions (Várallyay, 2008; Pepó, 2010).

The present study is dealing with the identification of water footprint of some field crops. The hypothesis of the work was not to rely on yield figures only, but rather the nutritional value of that. In our study the protein yield of various crop species has been evaluated in the context of evapotranspiration.

### **Materials and methods**

The materials and methods of the present study cover a rather broad field, since there are various topics of the research work done by the Szent István University, Crop Production Institute, Hungary (SIU). Most of the results are based on experimental research, however, some evaluations were implemented by using national public data, or observation results published (FM 2017, FAOSTAT 2017).

An assessment study has been done by the authors to evaluate and identify the water footprint of protein yield of field crop species. Six field crop species (Sugar beet *Beta vulgaris*, winter barley *Hordeum vulgare*, winter wheat *Triticum aestivum*, maize *Zea mays*, potato *Solanum tuberosum*, and alfalfa *Medicago sativa*) were involved in the study. Evapotranspiration patterns (ET) of the crops studied have been identified and physiologically reliable protein ranges within crop yields were evaluated.

Regarding water availability impacts, experimental mean values of respective treatments and homogenized bulk yield samples were used only. Precipitation records have been evaluated in relation with yield quantity and quality. Quality characteristics were determined at the Research Laboratory of the SIU Crop Production Institute, according to Hungarian standards (MSZ, 1998). Analyses were done by statistical programmes with respect to the methodology of phenotypic



crop adaptation (Eberhart and Russell 1966; Finlay and Wilkinson 1963; Hohls, 1995). The meteorological database of the research referring to precipitation as well as temperature data was provided by the Hungarian Meteorological Service (OMSZ). Statistical evaluations, crop ecological model adaptations, and correlation calculations were done by regular methods (Sváb, 1981; Finlay and Wilkinson, 1963).

The present paper produces results of the ongoing research in relation with weather impacts on crop production. Such an assessment has a diverse nature. Once, it is beneficial regarding the abundance and the duration of baseline data. On the other hand, it is restricted to the available structure and moreover it is bound mainly to available figures giving less chance for deep layer evaluations. However, the study could provide some novel specific information on crop performance in relation with their water footprint.

### **Results and discussion**

The results of the study show that the evaluated crops may have ten times differences in their amount of yield built up under almost identical field conditions regarding precipitation, soil conditions and other meteorological factors influencing water availability.

Figure 1 presents data on ET patterns in comparison with the long term precipitation means. In accordance with that it can be stated, that the six species studied have profoundly diverse evapotranspiration patterns concerning water demand, seasonality, and in dynamics as well.

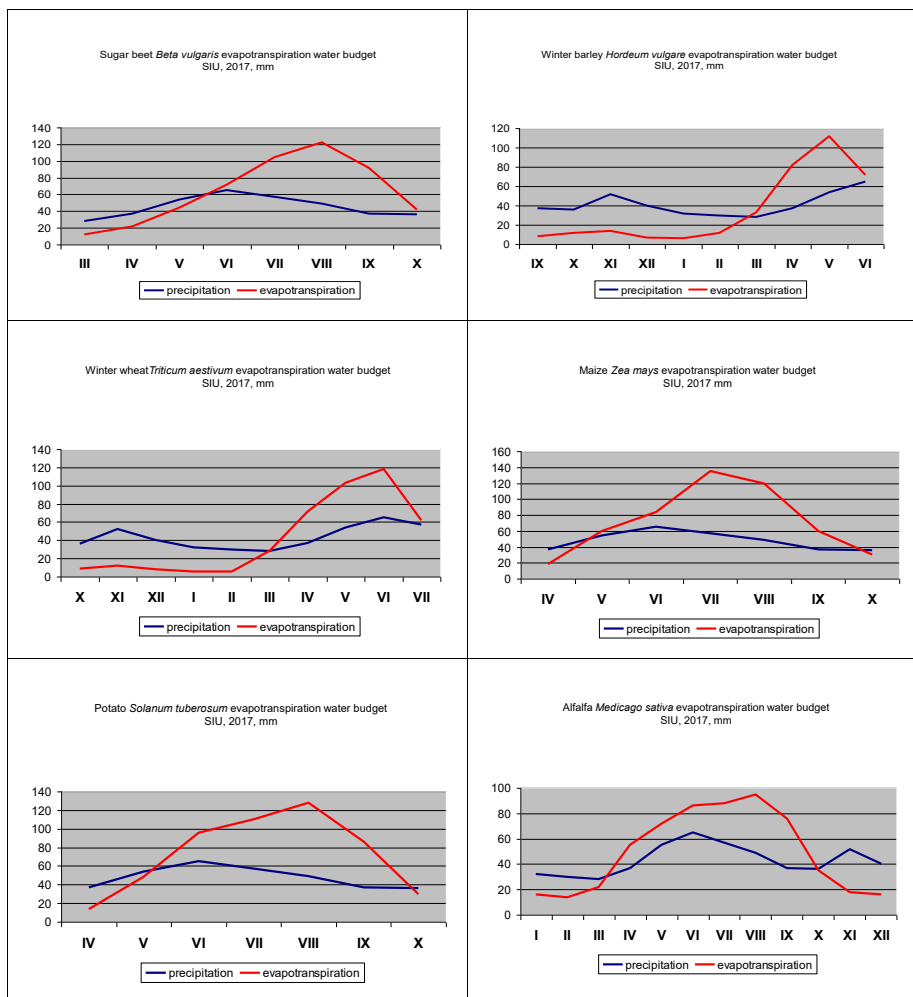


Figure 1. Evapotranspiration based water budget of field crop species SIU, 40 years mean, 2017

The most balanced water budget can be observed in the case of cereal crops like winter wheat and winter barley, where the early development stages are fully supplied by the precipitation and water deficiencies may be experienced mainly during the generative phases and ripening. Maize is the most deficient crop that should be supplied with water either from off season precipitation or irrigation. Similarly to that, the two root and tuber crops are having a negative budget in most

of their life cycle. Alfalfa as a perennial crop has more similarities in its ET to that of the cereal species.

The water footprint of the examined crop species proved to be different as it is shown in Table 1. The amount of protein of the respective crops ranged from 450 kg to almost 800 kg in the yield of the evaluated species. Root and tuber crops had the lowest protein yield from among the crop species. Grain crops were in the mid-range and definitely alfalfa proved to produce the highest amount of protein.

There were considerable differences in the efficiency of water consumption regarding protein yields. Barley proved to be the most efficient protein producing crop regarding both evapotranspiration and direct water consumption of the crop. Wheat was the next water saving crop concerning protein production. Maize, the third grain crop had almost double specific water consumption in comparison with cereals. Alfalfa had the highest protein yield from among the species examined, however its water efficiency was about half of that of the cereal species.

Table 1. Water footprint of six crop plant species SIU, 2017

Crop	protein %	crop yield t ha <sup>-1</sup>	protein yield kg ha <sup>-1</sup>	protein kg / ET mm	litre / protein g
<i>Medicago sativa</i>	18,0	4,35*	783	1,32	44,9
<i>Solanum tuberosum</i>	2,0	24,9	498	0,97	52,7
<i>Beta vulgaris</i>	1,1	41,2	453	0,96	49,1
<i>Triticum aestivum</i>	13,0	4,8	624	1,83	23,1
<i>Hordeum vulgare</i>	16,5	4,1	676,5	1,88	18,9
<i>Zea mays</i>	9,5	5,8	551	1,09	46,5

\*hay

Potato and sugar beet produced the least protein yield within the evaluated crop species. It is quite acceptable since both of them are initiated for the production of carbohydrates substances like starch and sugar rather than proteinous ones. Consequently the water efficiency of these crops proved to be the worst as well.

### Acknowledgement

This paper presents research results gained from a long term trial supported by TÁMOP, NVKP and VKSZ funds of the Government of Hungary.

### References

- Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6. 36–40.
- Eser A., Kassai M. K., Tarnawa Á., Nárai H. F. and Jolánkai M. 2017. Impact of crop year and nitrogen topdressing on the quantity and quality of wheat yield. *Columella* 4.1. Suppl. 157-162. FAOSTAT 2017. [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/)
- Finlay, K. W. and Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian J.f Agric. Res.* 14. 742–754.
- FM 2017. Statistical data on agriculture. [https://www.ksh.hu/hssz\\_tagok\\_fm](https://www.ksh.hu/hssz_tagok_fm)
- Hoekstra A. Y. and Chapagain A. K. 2007. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*. 21. 35–48.
- Hohls, T. 1995. Analysis of genotype environment interactions. *South African J. Sci.* 91. 121–124.
- Jolánkai M., Kassai M. K., Tarnawa Á., Pósa B. and Birkás M. 2018. Impact of precipitation and temperature on the grain and protein yield of wheat (*Triticum aestivum* L) varieties. *Időjárás*. 122. 1. 31-40.
- Kassai M. K., Tarnawa Á., Nyárai H. F., Horváth Cs. and Jolánkai M. 2016. Water availability and protein formations interrelations. *Acta Hydrologica Slovaca*. 17. 2. 260-264.
- Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No.48, UNESCO-IHE.
- MSZ 6383 1998. 824/2000/EK Crop quality standards, Hungary.
- Pepó P. 2010. Adaptive capacity of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) crop models to ecological conditions. *Növénytermelés*. 59. Suppl. 325–328. (in Hungarian)
- Sváb J. 1981. *Biometria i módszerek a kutatásban (Biometric methods in research - in Hungarian)*. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- Várallyay, G. 2008. Extreme soil moisture regime as limiting factor of the plants' water uptake. *Cereal Research Communications*, Suppl. 3–6.

Wichelns, D. 2010. Virtual water and water footprints offer limited insight regarding important policy questions. *International Journal of Water Resources Development*. 26. 4. 639–651.

## Különböző köles fajok kompetíciós hatása kukoricában

**Pásztor György\*, Lőrincz Dávid, Szabó Rita és Nádasyiné Ihárosi Erzsébet**

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

*\*e-mail: pasztor018@georgikon.hu*

### Összefoglalás

A kukorica az egyik legfontosabb termesztett takarmánynövényünk. Termesztése nagy múltra tekint vissza, jelenleg közel 1 millió hektáron termesztjük. Gyomszabályozása rendkívül összetett, nagy szakértelmet kíván. Gyomfajainak összetétele folyamatosan változik, mely többek között a klíma folyamatos változásának is köszönhető. Egyik terjedőben lévő gyomfaja, illetve faj-és fajtakomplexe a termesztett köles és alfajai, rokon fajai. Kukoricában rendkívül nagy károkat okoznak, erőteljes kompetíciós hatással rendelkeznek. Kísérletünk célja két kölesfaj, a *Panicum miliaceum subsp. miliaceum* illetve a *Panicum miliaceum subsp. ruderales* fajok kompetíciós képességének vizsgálata volt. A kísérlet szántóföldi körülmények között zajlott, additív módszerrel, tehát a köles egyedszáma növekedett az egyes kezelésekben. A vizsgált tényezők között szerepelt a termés nedvességtartalma, a csövek hossza és a tömege. A vizsgálat eredményeit statisztikailag értékeltük, mely kimutatta, hogy a legtöbb tényező esetében a köles jelenléte jelentősen rontotta az eredményeket.

Kulcsszavak: köles, kukorica, kompetíció

### Abstract

Maize is one of our most important fodder plants. Its cultivation has a long history, and is now grown on nearly 1 million hectares. The weed control is extremely complex and requires great expertise. The composition of the weed species is constantly changing, which is due in part to the constant change of the climate. One of its important weed species (or species complex) is the cultivated millet and its subspecies. They cause enormous damage to the maize with their spread, they have a strong competitive effect. This is the aim of our experiment, to investigate the competitive ability of two species, *Panicum miliaceum subsp. miliaceum* and *Panicum miliaceum subsp. ruderales*. The experiment took place on a field, with different number of millet seedlings.

Among the factors studied were the moisture content of the crop, the length and weight of the tubes. The results of the study were statistically evaluated, which showed that for most factors the presence of millet significantly affected all the parameters examined.

**Keywords:** maize, millet, competition

### Bevezetés

Napjainkban a kukorica az egyik legjelentősebb gabonanövény, mely globális szinten a búza és a rizs után a harmadik helyet foglalja el nagyságrendileg a természetben.

A kukorica termesztéstechnológiájában a növényvédelemnek jelentős szerepe van. A kukorica tág térállású növény, ebből adódóan rendkívül nagy figyelmet kell fordítani a gyomirtásra, gyomszabályozásra, mert annak eredményessége meghatározó technológiai elem (Pepó, 2003).

Ahhoz, hogy ezt kellő hatékonysággal el tudjuk végezni, az integrált növényvédelmi szemlélet helyes betartásával, rendelkezniünk kell a gyom- és a kultúrnövények, a herbicidek, a termesztéstechnológia és nem utolsósorban a talaj- és környezeti tényezők hatásának és kölcsönhatásainak ismeretével. Ezen ismeretek közül is prioritást élvez a gyom- és kultúrnövények közötti versengés tanulmányozása, etiológiai összefüggéseinek megismerése, hogy még kellő időben, a kártételi küszöb-érték elérése előtt tudjuk végrehajtani a védekezést, ezáltal megakadályozzuk a kultúrnövény termésvesztését. (Hunyadi, 2011).

Jelen kísérlet célja is az, hogy összehasonlítsa különböző *Panicum* fajok, a *Panicum miliaceum subsp. miliaceum L.*, *Panicum ruderales*, és *Panicum riparium* kompetíciós képességét hibridkukoricán a hajtáshossz, tömeg, csőhossz, nedvességtartalom, valamint a termésmennyiség vizsgálata alapján.

### Anyag és módszer

A kísérletet egy családi gazdaság területén, Döbörhegy térségében végeztük. A kísérleti tábla kiválasztásában arra törekedtünk, hogy egy homogén, vadkártól mentes, tápanyaggal megfelelően ellátott szántóföldi táblát válasszunk. Másik kardinális szempont volt, hogy egyszikű gyomoktól kevésbé fertőzött legyen a tábla.

A kísérlet során a gazdaság saját kukorica termesztéstechnológiáját alkalmaztuk. A kísérleti táblán az elővetemény őszi búza volt.

A kétszikű gyomnövények irtása korai posztemergens állománykezeléssel történt, mely során a teljes terület floraszulam, mezotrion és klopíralid kombinációval lett kezelve.

A kísérlet 2017. június 3. és 2017. szeptember 30 között folyt. Két köles alfajt (*Panicum miliaceum subsp. miliaceum*, *Panicum miliaceum subsp. Ruderale*) vetettünk növekvő egyedszámmal 4x ismétlésben: 0, 5, 10 és 20 darab/m<sup>2</sup> köles. A parcellák 15 m<sup>2</sup> területűek voltak, vagyis 10 sor szélesek és 2 m hosszúak voltak .

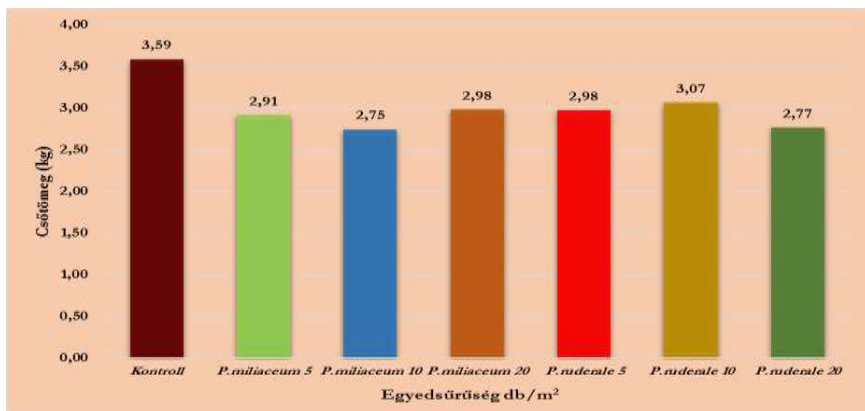
A kísérlet elrendezésekor a kezeléseket randomizáltuk. A vetés a parcellákba kézzel történt és a csírázást követően gyomlálással állítottuk be a kívánt csíraszámot m<sup>2</sup>-enként.

Betakarítás előtt közvetlenül mértük többek között a csövek hosszát és tömegét, illetve morzsoltan a víztartalmat parcellánként 10 db cső mintavételével és mérésével.

### Eredmények és megvitatás

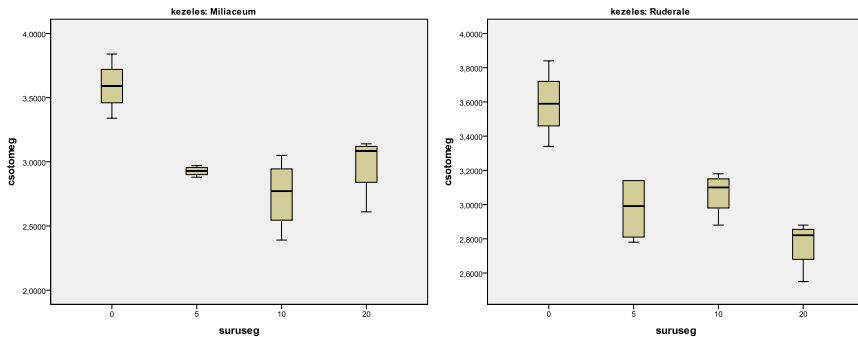
A kukorica csőtömegének vizsgálata

A csőtömeg alakulásának viszonylatában elmondhatjuk, hogy a kontroll csoportnál volt a legnagyobb a csőtömeg a kezelésekhöz képest. *P. Miliaceum* esetében a kukoricacső tömegének legkisebb növekedését a 10 darab/ m<sup>2</sup>-es kezelés okozta. A *Panicum ruderales* esetében a 20 darab/ m<sup>2</sup>-es kezelés okozta a cső tömegének legkisebb mértékű növekedését (1. ábra).



1. ábra. A kukorica csőtömegének alakulása





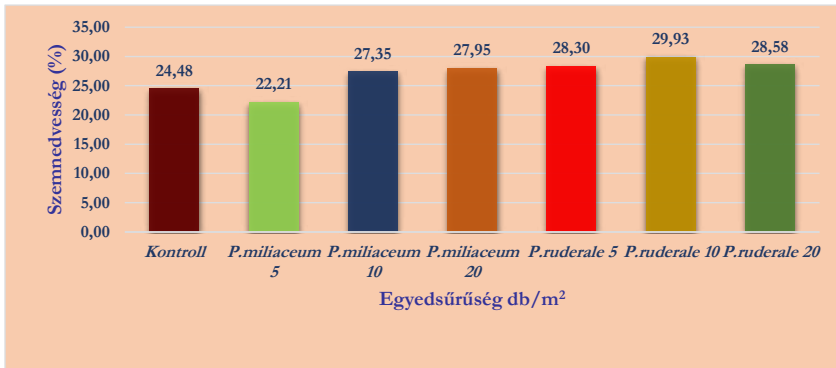
2. ábra. Kukorica csőtömeg vizsgálata *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* (bal) illetve *Panicum ruderale* (jobb) esetében

Mivel a csoportok eloszlása közel szabályosnak tekinthető, de a csoportok szórása jelentősen eltér, a kiértékelést Welch-féle varianciaanalízissel végeztük. Az eredmények alapján az egyes sűrűségek között mindkét alfajnál szignifikáns eltérés van (2. ábra). (*P. miliaceum*:  $p=0,01$ ; *P. ruderale*:  $p=0,005$ )

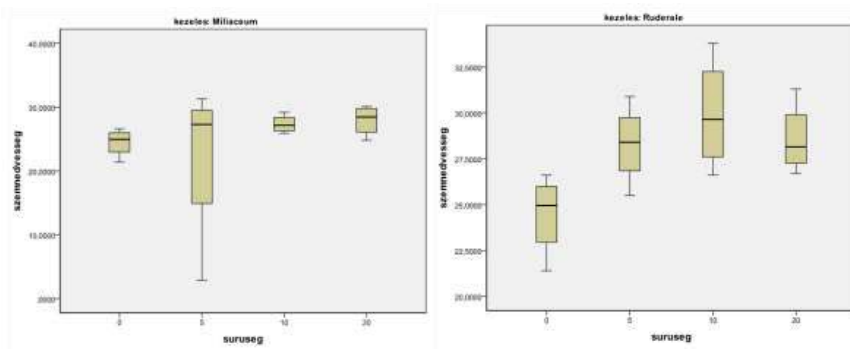
A páronkénti összehasonlítást Games-Howell teszttel végeztük. Eszerint mindhárom köles egyedsűrűség szignifikánsan kisebb csőtömeget eredményezett a kontrollhoz képest (*P. miliaceum* 5db/m<sup>2</sup>:  $p=0,02$ ; 10db/m<sup>2</sup>:  $p=0,013$ ; 20db/m<sup>2</sup>:  $p=0,036$ . *P. ruderale* 5db/m<sup>2</sup>:  $p=0,018$ ; 10db/m<sup>2</sup>:  $0,026$ ; 20db/m<sup>2</sup>:  $0,004$ ). Az egyes sűrűségek között (5, 10, 20 db/m<sup>2</sup>) a különbség nem volt szignifikáns.

#### A kukorica szemnedvességének vizsgálata

A szemnedvességet vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll nedvességtartalma alacsonyabb volt, mint a kezelések, kivéve a *Panicum miliaceum* 5 darab/m<sup>2</sup>-es kezelést, ahol kisebb volt a szemnedvesség-tartalom, mint a többi esetében, illetve a kontrollhoz képest (3. ábra).



3. ábra. Kukorica szemnedvesség alakulása



4. ábra. Kukorica szemnedvesség vizsgálata *P.miliaceum subsp. miliaceum* (bal) illetve *P.ruderale* (jobb) esetében

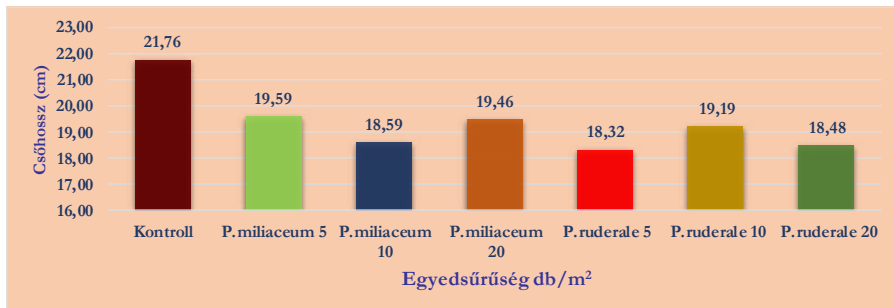
Mivel a nedvesség mind a négy csoportban közel normális eloszlást mutat (4. ábra), és a szórások is közel azonosak (Levene-teszt; *P.miliaceum*:  $p=0,23$ ; *P.ruderales*:  $P=0,69$ ), a kiértékelést varianciaanalízissel végeztük. *P.miliaceum* esetén a szemnedvesség tekintetében nem volt szignifikáns különbség a kezelések között ( $p=0,6$ ).

*P.ruderales* esetén gyengén szignifikáns eltérést tapasztaltunk ( $p=0,04$ ). A páronkénti összehasonlítást Tukey-féle HSD teszttel végeztük. Csak a kontroll és a 10-es köles-sűrűség között kaptunk szignifikáns különbséget ( $p=0,033$ ).

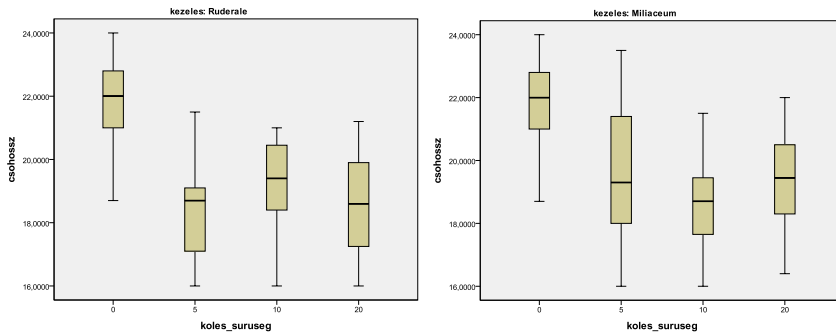
Az ábrán jól látható, hogy mindhárom köles-kezelés megemelte a szemek nedvességtartalmát. Az a tény, hogy az eltérés csak egy esetben lett szignifikáns, feltehetően a kis elemszámnak köszönhető, mivel egy parcelláról véletlenszerűen leszedett 10 cső nedvesség tartalmát vizsgáltuk egy kevert mintában.

A kompetíció hatása a csövek hosszára

A csőhossz tekintetében is megállapítható, hogy a kontroll parcellákon nagyobb volt a csőhossz, mint a kezelt parcellákon. *Panicum miliaceum* esetében a 10 darab/m<sup>2</sup>-es kezelés vetette vissza legjobban a csőhossz növekedést, míg *Panicum ruderales* esetén az 5 darab/m<sup>2</sup>-es kezelés (5. ábra).



5. ábra. A kukorica csőhossz alakulása a kezelések hatására



6. ábra. Kukorica csőhossz alakulása *P.miliaceum subsp. miliaceum* valamint *P. ruderale* fertőzés esetén

Mind a négy csoportban közel normális eloszlású a csőhossz, és a szórások is közel egyenlők (6. ábra). Ezért a statisztikai kiértékelést egytényezős varianciaanalízissel végeztük. Mindkét fajnál szignifikáns eltérést találtunk a kezelések között. ( $p < 0,001$ ) A páronkénti összehasonlításra Tukey-féle HSD tesztet használtunk. Ennek eredménye mindkét fajra azonos mintát mutat. A kontroll csoporthoz képest mindhárom kezelés esetén szignifikánsan rövidebbek a csövek (mindhárom esetben  $p < 0,001$ ). Az 5 és 10 egyedsűrűség között szignifikáns eltérést találtunk (*P.miliaceum*:0,033; *P.ruderale*:0,04), de a 20 db/m<sup>2</sup> –es egyedsűrűség sem az 5-östől, sem a 10-estől nem különbözött.

Kísérletünkben két köles faj (*Panicum miliaceum subsp. miliaceum*, *Panicum ruderale*) kompetíciós képességét vizsgáltuk különböző paraméterek alapján szántóföldi kísérletben kukorica állományban.

A kísérlet eredményei alapján elmondható, hogy a kukorica minden vizsgált paraméterében negatív differencia mutatkozott a kontroll parcellákhoz képest. Mindkét kölesfaj erős kompetítora a kukoricának.

Védekezési stratégiát az agrotechnikai, mechanikai és kémiai elemek megfelelő applikálása alapján kell megtervezni. Agrotechnikai védekezés lehet a megfelelő talajművelés, a szakszerű tarlóhántás és ápolás, illetve a vetésváltás fontossága. Kémia védekezésre több technológia és hatóanyag használható.

Fontos megjegyezni, hogy ezen köles fajokon kívül más köles fajok is vannak terjedőben, hazánkban ezért fontos a tudományos kutatási adatok számbavétele a védekezés kidolgozásához.

### Hivatkozások

- Antal J. és Jolánkai M. 2005. Növénytermesztés alapjai - Gabonafélék, Mezőgazda kiadó, Budapest, 301-347.
- Hunyadi K. †, Béres I. és Kazinczi G. 2011. Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás, Mezőgazda kiadó, Budapest, 9-10; 143-144; 287-308; 511-526; 519-525.
- Kiss I-né. 2000. A kukorica termesztéstechnológiájának áttekintése, Gyakorlati Agrofórum 11. évfolyam. 3. szám, 2-9.
- Pepó P. 2003. Újabb adatok a kukorica hibridspecifikus gyomirtásának fejlesztéséhez, Gyakorlati Agrofórum Extra, 2. szám 53-54.

## Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) újabb előfordulásai a Hajdúság kistérség területén

**Szilágyi Arnold\*, Tóth Tamás és Radócz László**

Debreceni Egyetem Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növényvédelmi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

\*e-mail: szilagy.arnold@agr.unideb.hu

### Összefoglalás

A globális felmelegedésnek köszönhetően egyre jellemzőbb az invazív gyomnövények megjelenése Magyarország területén, sok esetben olyan területeken is, ahol ez eddig nem volt tapasztalható. Magyarországon invazív gyomként 2007-ben megjelent fontos jövevény faj az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth). Származását tekintve kelet-ázsiai eredetű. A világ számos pontján megjelent, ezzel a növényvédelem területén jelentős problémákat okozva. Az első magyarországi észlelésétől számítva néhány év alatt egyre több helyen találták meg hazánkban. Ez a tény rávilágít a növény igen komoly inváziós potenciáljára és valószínűsíti azt, hogy egyre több helyen várható további megjelenése is.

Kulcsszavak: ázsiai gyapjűfű, *Eriochloa villosa*, elterjedtség

### Abstract

Because of the global warming the emergence of invasive weeds in Hungary are more common. It can be detected even in areas where it has not been presented so far. The woolly cupgrass (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) is known as an important invasive weed in Hungary. Woolly cupgrass is native in East-Asia and it spreads into several parts of the World and causes difficulties in plant protection. It has been found in Hungary in more and more places following its first detection in the country. It is spreading extensively during the last few years, as the weed has a very serious invasion potential.

Keywords: woolly cupgrass, *Eriochloa villosa*, spreading

## Bevezetés

Az inváziós fajok olyan adottsággal rendelkeznek, amelynek köszönhetően a természetes előfordulási területükön kívülre történő eljutásuk (véletlen behurcolás, szándékos betelepítés) esetén képesek ott megtelepedni, illetve elterjedni. Az idegen gyomfajok jelentős környezeti, gazdasági, közegészségügyi hatást és kockázatot jelentenek (Genovesi, 2004). Az ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) is egy ilyen inváziós gyomfaj, amelyet először Magyarországon Partosfalvi és mtsai (2008) találtak meg az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés során Gesztely határában, 2007 júliusában.

Ezt követően Debrecen (Hajdú-Bihar megye) határában Somogyi és mtsai (2011) találták meg, ahol már szétszórtan, több km<sup>2</sup>-es területen fordult elő változó gyakorisággal kapás növényekben, valamint gabonatarlón.

2013 augusztusában Takács és mtsai (2014) a gyomnövény újabb állományaira bukkantak a Dél-Dunántúlon, Szentborbás község közelében, valamint Pinke és mtsai (2016) magyarországi szójtaterületeken végzett gyomfelvételezés közben fedezték föl a Dráva-síkon Tótújfalu és a Fekete-víz térségében, Zádor környékén (1. ábra).



1. ábra. Az ázsiai gyapjúfű megtalálásának helyei Magyarországon

Néhány év alatt Magyarország területén egyre több helyről számoltak be az ázsiai gyapjúfű megjelenéséről, ami igazolja, hogy ez a faj igen komoly inváziós potenciállal rendelkezik és várható a további terjedése is.

Az ázsiai gyapjúfű a jól alkalmazkodó gyomnövényekhez tartozik. Az új gyomjővevény számára a magyarországi klímaviszonyok kielégítő feltételeket biztosítanak. Bello és mtsai (2000) kutatása szerint 20-35 C° az optimális csírázási hőmérséklete. Kedvező számára a 10-11 C° éves átlaghőmérséklet, az 500-600 mm éves átlagsapadék, valamint az 5,5-6,5-es talaj pH-érték (Fărcășescu, 2008). Magyarország környezeti feltételeinek köszönhetően már áprilisban beindulhat a csírázás. Az ázsiai gyapjúfű csírázása egy tömeges kelési periódussal indul, majd ezt követi egy kisebb csírázási hullám.



2. ábra. Az ázsiai gyapjúfű kukorica szegélyben (Helyszín: Hajdúszoboszló határa)

Ennél fogva folyamatosan képes a vegetáció alatt gyomosítani, amely az ellene való védekezését nehezíti meg. Augusztustól kezdi beérlelni a szemtermését. A mag több évig megőrzi a csírázókéességét. Az Ujvárosi-féle életforma rendszerben a T<sub>4</sub>-es gyomok közé soroljuk be az ázsiai gyapjúfűvet (2. ábra).

### **Anyag és módszer**

A megfigyelések alkalmával azt tapasztaltuk, hogy egyre több helyen található az ázsiai gyapjúfű Magyarországon. Kíváncsiak voltunk arra, hogy a 2011-ben Debrecen határában megtalált ázsiai gyapjúfű milyen mértékben terjedt el a környezetében.



A vizsgálati terület kijelölésekor a Hajdúság kistérséget választottuk, mivel ezen a területen detektálta Somogyi és mtsai (2011) az ázsiai gyapjűfűvet először, valamint a területi- és földhasznosítási paraméterei nagyjából hasonlóak ennek a térségnek.

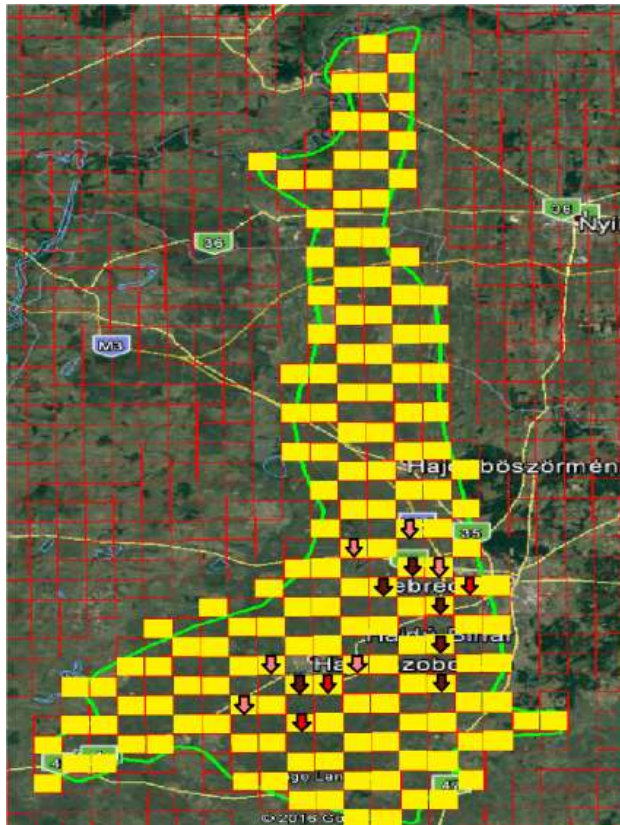
A vizsgálatok eredményeinek geostatistikai megjelenítésére a Google Earth programot használtuk, amelyben bejelöltük a Hajdúság kistérséget és erre a területre egy 2,5x2,5 km nagyságú UTM térhálót illesztettünk rá. Az UTM-en belül kijelöltünk 3 vizsgálati pontot, ahol az ázsiai gyapjűfű jelenlétét monitoringoztuk. A felmerülő négyzeteket szabályos elrendezésben jelöltük ki, hogy minél egységesebb és pontosabb képet kapjunk a vizsgálni kívánt területről. A vizsgálatban két év (2016 és 2017) eredményét mutatjuk be. Ezalatt összesen 152 négyzetet vizsgáltunk meg, amely a teljes terület közel 50%-a.

Egy másik vizsgálati szempont az volt, hogy amennyiben egy UTM négyzetben megtaláltuk az ázsiai gyapjűfűvet, megnéztük, hogy milyen mértékben terjedt el az adott négyzet területén. Ezt úgy valósítottuk meg, hogyha a 3 vizsgálati pont mindegyikében megtaláltuk a növényt, akkor „erős” fertőzést, ha csak kettőben, akkor „közepes” fertőzést, ha csak egyben volt jelen, akkor pedig „gyenge” fertőzést állapítottunk meg a területre. Ez az elkülönítés nem a területen lévő borításra utal, hanem az UTM négyzeten belüli gyakoriságra.

### **Eredmények**

A terepi monitoring során a 152 mintaterületből 15 területen találtuk meg az ázsiai gyapjűfűvet, amelyeken eléggé eltérő volt a fertőzés erőssége (3. ábra).

A vizsgálatban a 15 fertőzött területből 6 rész erősen fertőzött, 3 rész közepesen és 6 négyzet pedig gyengén fertőzött minősítést kapott.



3. ábra. A vizsgált területeken megtalált ázsiai gyapjúfű

■ Megvizsgált terület    ↘ Ázsiai gyapjúfűvel fertőzött terület (    ↘ Gyenge fertőzés    ↘  
Közepes fertőzés    ↘ Erős fertőzés)

### Következtetés

Somogyi és munkatársai (2011) az ázsiai gyapjúfű Debrecen környéki megjelenéséről 2011-ben számoltak be. A megtalálás idején, a területen a fertőzöttség mértéke elég alacsony volt. Ez okból arra szeretnénk volna választ kapni, hogy milyen mértékben tud az ázsiai gyapjúfű elterjedni.

A vizsgálatunkat a Hajdúság kistérség területén végeztük el, ahol a természeti adottságok nagyban nem térnek el, valamint 2011. évi észlelésének a helye is beleesik. A kijelölt 2,5x2,5 km

nagyságú UTM négyzetekben kerestük az ázsiai gyapjűfűvet. A 152 kijelölt UTM négyzet esetén 15-ben találtuk meg.

Arra a megállapításra jutottunk, hogy a 2011-ben leírt területhez képest újabb helyeken is megjelent, amelyeknek a fertőzöttsége eltérő mértékű. Azon a területen, - illetve annak környező részein - ahol 2011-ben leírásra került, erős fertőzöttség jelentkezett, míg a távolabbi UTM négyzetekben közepes, vagy gyenge mértékű volt a vizsgált gyom jelenléte.

A 2016-2017. évi felmérési eredmények is megmutatták, hogy az ázsiai gyapjűfű a detektálásától eltelt néhány év után újabb területeken jelent meg, amely jelzi e faj igen komoly inváziós potenciálját. Ezek alapján várható az újabb területeken és szélesebb körben való megjelenése és további károsítása is.

### Hivatkozások

- Bello, I. A., Hatterman-Valenthi, H. and Owen, M. D. K. 2000. Factors affecting germination and seed production of *Eriochloa villosa*. Weed Science 48. 749-754.
- Fărcășescu, A. M., Arsene, G. G. and Neacsu, A. G. 2008. *Eriochloa villosa* (Thunb.) Khunt - a new invasive weed in Romania. Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue 21. 333-334.
- Genovesi, P. and Shine, C. 2004. European strategy on invasive alien species: Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention) No. 18-137. Council of Europe.
- Partosfalvi P., Madarász J., és Dancza I. 2008. Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) megjelenése Magyarországon. Növényvédelem 44. 6. 304.
- Pinke Gy., Blazsek K., Nagy K., Karácsony P. és Magyar L. 2016. Néhány adventív gyomnövény előfordulása Magyarország szójavetéseiben. XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia, 213-214.
- Somogyi N., Szabó L. és Dávid I. 2011. Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* /Thunb./ Kunth) megjelenése Hajdú-Bihar megyében. Agrártudományi Közlemények 43. 119-123.
- Takács A., Nagy T. és Molnár V. A. 2014. Három szórványos előfordulású, behurcolt pászitűfűfaj [*Dasyphyrum villosum* (L.) Borbás, *Eleusine indica* (L.) Gaertn. és *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth] új adatai a Dél-Dunántúlról. Apró közlemények – Kitaibelia 19. 1. 173–176.

## **Különböző talajapolási módok hatása átlagos és bőséges csapadék-ellátottság esetén, erózióra hajlamos hegy-völgy telepítésű irányú szőlőültetvényben**

*Varga Péter\* és Májer János*

*NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Badacsonyi Kutató Állomás*

*8261 Badacsonytomaj, Római u. 181.*

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

### **Összefoglalás**

A környezetkímélő szőlőtermesztési technológiák talajművelési rendszereiben a talajvédelem, ezen belül az erózió elleni védelem kiemelt szerepet kap. Az erózióvédelem mellett azonban, a szárazabb ökológiai adottságú termőhelyeken, (egyes évjáratokban) a víztakarékosság elsődleges szemponttá válhat. Ilyen ökológiai adottságokkal rendelkezik a Balatoni Régió is. A prognózisok szerint a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb lesz a szárazság, magasabb lesz az átlaghőmérséklet, illetve gyakrabban várhatók heves esőzések. A nem megfelelő talajművelés hatására fellépő abiotikus stressz hatások negatívan hatnak a tőkék növekedésére. A NAIK Badacsonyi Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben több mint egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel, egy talajművelésmód összehasonlító kísérletsorozatot állítottunk be. A 2014 és a 2017 évi kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal történő talajtakarást, a tartós- és időszaki növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben. A tartós növénytakaráshoz speciális fűkeveréket használtunk (vörös csenkesz, felemáslevelű csenkesz, nádképi csenkesz, angolperje), továbbá egy pillangósokból álló keverék (vörös here, bíborhere, fehérhere, tavaszi bükköny, takarmányborsó) vetésével is megpróbáltunk. Az időszaki növénytakarás megvalósításához őszi búzát, tritikálét, valamint a területre jellemző gyomösszetételt használtunk fel, továbbá facélia sorközvetés is alkalmaztunk önálló vetésben. A vizsgálati években (2014-bőséges csapadék ellátottság, 2017-átlagos csapadék ellátottság) célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a kezelések hatását a talajnedvességre, a talaj tápanyag-ellátottságára, valamint a szüreti eredményekre. Összességében megállapítható, hogy talajainkat a kiszáradástól és az erózió káros hatásaitól védeni kell, főként az olyan időjárási körülmények között, mint a 2017-es évjárat egy-egy periódusa volt-amikor is a száraz periódus mellett, a hirtelen lezúduló heves esőzések váltották egymást, vagy amikor, mint a 2014-es évben, amikor 50%-kal magasabb csapadék

ellátottság volt Az erózió elleni védekezés alapja lehet a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás-mely kedvező, mind a talaj-, mind, pedig a növény számára (víz- és tápanyag-forgalom). Másik lehetséges megoldás a növénytakarás alkalmazása. Ezek közül is a speciális szárazságtűrő fűkeverék és a pillangós keverék bizonyult a legalkalmasabbnak mindkét évjáratban. A talaj nedvességtartalma, ásványi nitrogén-ellátottsága, és a természetlag tekintetében kimagasló eredményt nyújtott a többi kezeléshez képest a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, valamint a pillangós keverék alkalmazása a fent említett időjárási körülmények között. Ezen eredmények a kontroll parcellákon mért eredményekhez képest statisztikailag igazoltan is plusz értéket hoztak.

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

### **Abstract**

Among the soil cultivation systems applied in environmentally friendly viticulture technologies soil protection and within that protection against erosion plays a very significant role. However in the drier ecological production sites besides protection against erosion (in certain years) water retention can become the prime consideration. The Lake Balaton Region has such ecological aptitudes. It has been forecasted that as a result of the effect of climatic change droughts will become increasingly more frequent, the average temperature will rise and violent rainfalls can be expected more frequently. Abiotic stress effects due to inappropriate soil cultivation have a negative effect on vine growth. For nearly a decade comparative soil cultivation trials of a long-term experiment nature have been conducted at the NAIC Viticulture and Oenology Research Institute Badacsony. During our trials in 2014 and 2017 we have drawn comparisons on a slope (hill-valley directional) system between mulching with organic plant wastes, and lasting and temporary plant coverage and also mechanical soil cultivation. A special grass mixture was used for the lasting plant coverage (red fescue, ambiguous leaved fescue, tall fescue and perennial ryegrass), and we also had trials using a legume seed mixture (red clover, crimson clover, white clover, common vetch and fodder peas). For the temporary plant coverage we used Winter wheat, Triticale and weed mixtures characteristic of the area, furthermore between the rows we planted just Phacelia on its own. Our aim those years while researches were made (2014-ample amount of wet, 2017-average amount of wet) was to examine the effect of the treatments on soil moisture content, on the soil nutrition supply and on harvest results. It can be ascertained overall that our soils must be protected from the damaging effects of erosion, especially in the weather conditions prevailing throughout 2017, when dry periods interchanged with sudden heavy rainfall or when the year of 2014 the amount of rain was higher 50 percent. The basis

for protection against erosion can be soil coverage using organic material wastes which has a favourable effect on both the soil and the plant (water and nutrition supply). The other possible solution is the application of plant coverage. The most suitable of these proved to be the special drought resistant grass mixture and the legume mixture. In comparison with the other treatments the treatment using mulching with organic plant waste and the treatment using a legume mixture showed outstanding results for soil moisture content, mineral nitrogen supply and average yield. These results also showed statistically certified increased values when compared with the results measured on the control plots.

**Keywords:** long-term experiment, erosion, soil cultivation method, soil and plant coverage

### **Bevezetés**

Napjainkban, amikor a globális felmelegedés okozta klímaváltozás következtében fellépő új stressz-hatások ellensúlyozására, a környezetbarát szőlőtermesztés egyre inkább előtérbe helyezi a harmonikus tápelem ellátást, a termőhelyre adaptált megfelelő talajápolási módszer kiválasztását, az okszerű növényvédelem használatát, a megfelelő tőketerhelést, nagyobb esélye van a vírusmentes, megfelelő minőségű és mennyiségű áru- és szaporítóanyag előállításának. A szőlő növekedését nagyban befolyásolják a talajadottságok (Wheaton et al., 2007). A talajtakarás, illetve a takarónövények segítenek megvédeni a talajt az eróziótól, deflációtól, továbbá a gyomszabályozásban rejlő előnyük, illetve hatásuk sem elhanyagolható. A jelentések szerint a klímaváltozás hatására egyre gyakoribb lesz a szárazság, magasabb lesz az átlaghőmérséklet, illetve gyakrabban várhatók heves esőzések (IPCC, 2001). A hirtelen lezúduló csapadék lemosza a talajfelszínt. Mivel a talaj nedvességtartalmának változása sokkal inkább függ a csapadék intenzitásától, mint annak mennyiségétől, ezért heves esőzések esetén a mélyebb rétegek kevésbé áznak át (Ramos és Martínez-Casnovas, 2006). A szárazság hatására csökken a levelek és a bogyók fotoszintetikus aktivitása (Konduras, et al. 2008). A nem megfelelő talajművelés hatására fellépő abiotikus stressz-hatások negatívan hatnak a tőkék növekedésére. Fardossi (2001). azokon a szőlőtermő területeken, ahol éves szinten a 700-800 mm egyenletes eloszlású csapadék valószínűsége kicsi, a mezőgazdasági és kommunális hulladék talajtakarásra történő felhasználását javasolja. Ezek az anyagok - amellett, hogy javítják a talajok szervesanyag-gazdálkodását - csökkentik az erózióvesztélt és megőrzik a nedvességet a kultúrnövény számára (Basler 1992; Varga 1994; Boller et al. 1998). A tavasztól ősziig fedő takarónövények fő feladata a talaj védelme, illetve a gyomok elnyomása. A tenyészidőszakban azonban már számolni kell a

takarónövények okozta víz- és tápanyag-konkurenciával is (Bauer et al. 2004). A takarónövények jelentős vízkonkurenciája miatt állandó takarónövény állomány alkalmazása csak csapadékosabb területeken javasolt (Varga et al., 2007). A vízhiány okozta stressz különösen a növény fejlődésének korai szakaszában okozhat károkat, azonban a hajtásrendszer és a bogyók kifejlődése után is érzékeny a szőlő a stresszre (Poni et al., 1994). Az ültetvényekben kialakuló mikroklíma hatása sem elhanyagolható, hiszen a légkörben fellépő szárazságra is negatívan reagálnak a tőkék (Poni et al., 2009). A növénytakaró lehengerezése esetén a hajtásnövekedés helyett a növény virágot hoz, vízfogyasztása kisebb lesz, a mulcsréteg védi a talajt a kiszáradástól. Így például Dél-Ausztráliai kísérletek szerint a teljes felületű talajtakarás a talaj nedvességtartalmát 34 %-al, a szőlő termésmennyiségét 46 %-al növelte (Buckerfield és Webster, 1996). A szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás számos pozitív hatását (talaj-tömörödöttség mérséklése és nedvességtartalom megőrzése) említi (Varga és Májer, 2004). Olyan területen, ahol a csapadék mennyisége 500-520 mm, csak az erős növekedésű szőlők füvesítése javasolt. A takarónövény hatására a talaj nitrátszintje egész éven át beszabályozott, viszonylag alacsony marad, ezért csökken a nitrogén kimosódásának a veszélye (Zanathy, 1998). A tápanyagok felvétele függ a talaj nedvességtartalmától, tömörödöttségétől, biológiai aktivitásától (Bogoni et al. 1995). A tőkék vegetatív és generatív produktivitását nagyban befolyásolja a talajművelés (Gulick et al. 1994). A mechanikai művelés elősegíti a mineralizációt, azaz segíti a talajban lévő növényi maradványokat a lebomlásban (Sicher et al., 1995).

Kísérleteinkben célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk az időszaki- és tartós növénytakarás, valamint a szerves növényi hulladékkal való talajtakarás, és a mechanikai talajművelés módjainak a hatását a talajnedvesség, a talaj tápanyag-ellátottság, valamint a szüreti eredmények paramétereinek az alakulására.

### **Anyag és módszer**

A NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Badaacsonyi Kutató Állomásán több mint egy évtizede, tartamkísérlet jelleggel talajművelési kísérleteket állítottunk be. Ezen kísérletsorozat részeként 2014. és 2017. évben kísérleteinkben a szerves növényi hulladékokkal -sás (*Carex sp.*), nád (*Phragmites australis*), kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis*) - történő talajtakarást (CAPHR), a tartós- és időszaki növénytakarást, valamint a mechanikai talajművelést (KONTR) hasonlítjuk össze lejtős (hegy-völgy irányú) rendszerben. A tartós növénytakaráshoz (FESLO) speciális fűkeveréket használtunk: 40% vörösnadrág csenkesz (*Festuca rubra L.*), 20%

angolperje (*Lolium perenne* L.), 20% felemáslevelű csenkesz (*Festuca heterophylla* L.), 20% nádképi csenkesz (*Festuca arundinacea* L.), továbbá egy pillangósokból álló keverék (FABAC) vörös here 25% (*Trifolium pratense*), bíborhere, 25% (*Trifolium incarnatum* L.), fehérhere 25% (*Trifolium repens* L.), tavaszi bükköny, 25% (*Vicia sativa* L.), takarmányborsó (*Pisum sativum* L.) vetésével is megpróbálkoztunk. Az időszaki növénytakarás megvalósításához őszi búzát (TRIES) (*Triticum aestivum*), tritikálét (TRITI) (*Triticum secale*), a területre jellemző gyomösszetételt (STEME) (a tél végi-tavaszi-nyár eleji vegetáció zömében és sorrendjében a következő: tyúkhúr (*Stellaria media* L.), bársonyos árvacsalán (*Lamium amplexicaule* L.), pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris* L.) használtunk fel, valamint facélia (PHAC) (*Phacelia tanacetifolia*) sorközvetést is alkalmaztunk önálló vetésben. Kezelésenként négy ismétlést alkalmaztunk, egy kezeléshez 5 sorköz tartozik, összesen 0,1 ha egy kezelés területe. A tábla erózióknak kitett (észak-déli lejtésű, 12-14%, hegy-völgy irányú telepítési rendszer).

A célkitűzésben megfogalmazottak szerint többféle paramétert vizsgáltunk. Jelen dolgozat keretében, terjedelmi korlátok miatt csak a talaj 30-60 cm-es rétegének (a szőlőnövény szempontjából ez a meghatározó) nedvességtartalmára, és a tápanyagtartalom vonatkozásában ugyanezen talajréteg ásványi nitrogéntartalmára térünk ki. Ezen kívül értékeljük a kísérletei szüret keretében meghatározott fűrtermés mennyiségeket is

A talaj nedvességtartalmát a 30-60 cm-es talajrétegből szedett átlagminták alapján, szárítószekrényes módszerrel határoztuk meg, és tömeg százalék formájában adjuk meg.

A talaj ásványi N ( $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ ) tartalmát (mg/kg) ugyanezen talajrétegből szedett átlagminták vizsgálatával, kadmiumos redukció elve alapján, fotometriás méréssel határoztuk meg.

A kísérleti parcellákról leszüretelt és lemért termés mennyiségét  $\text{kg/m}^2$  mértékegységre számoltuk át.

## Eredmények

### Az időjárás fontosabb elemeinek rövid ismertetése

A 2014-es évben október 31-ig 896 mm csapadék hullott, tehát jóval a sokéves átlagot meghaladó csapadék mennyiségű évjáráttal álltunk szemben. Az évjárat első felében a magasabb csapadék-ellátottságú időjárásnak köszönhetően a talaj tápanyag-szolgáltató képességére gyakorolt kedvező hatás került előtérbe, ez folytatódott az évjárat középső felében is, amikor az erózióvédelemé volt a főszerep, hiszen július, augusztus, szeptember és az október pozitív vízmérleggel zárt a sokéves átlaghoz képest.



A 2017-es évben október 31-ig 534 mm csapadék hullott. Az átlagos csapadék-ellátottságú évjáratokban, mint a 2017-es évjárat, a vízmegőrzés volt a főszerep. Az évjárat első felében a csekélyebb csapadék-ellátottságú időjárásnak köszönhetően a talaj tápanyag-szolgáltató képességére gyakorolt kedvezőtlen hatás került előtérbe, az évjárat második felében az erózióvédelemé volt a főszerep, hiszen a szeptember és az október pozitív vízmérleggel zárt a sokéves átlaghoz képest. A vegetációs időszakban, májusban, júniusban és júliusban előfordult, hogy hirtelen nagy mennyiségű jelentős csapadék hullott, majd utána augusztus jelentős csapadékhiánnyal zárt a sokéves átlaghoz képest.

### Talajvizsgálati eredmények

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

#### *A talaj ásványi nitrogén tartalom változásának eredményei (2014)*

A talaj ásványi nitrogéntartalma 30-60 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben (1. táblázat). A legalacsonyabb ásványi nitrogén tartalmat a speciális fűkeverék által kialakított időszakos növénytakarás parcelláin mértük. Ezek a különbségek szignifikánsak az összes többi időszakos és tartós növénytakarás és a talajtakarás kezeléseikhez képest. A facéliával bevetett parcellákon a második legmagasabb ásványi nitrogéntartalmat kaptuk. Ezen eredmény statisztikailag igazolható a többi kezeléshez képest. Az időszakos növénytakarásos kezeléseknél, a tartós növénytakarás parcelláihoz viszonyítva igazoltan magasabb ásványi nitrogéntartalmat mértünk.

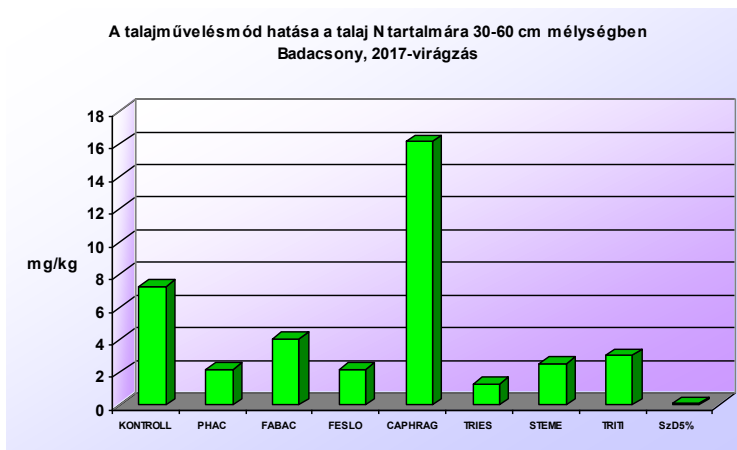
1. táblázat. A különböző talajápolás mód hatása a talaj ásványi nitrogén tartalmára

(Badacsony, 2014; 2017-vizsgált szintek: 30-60 cm, mg/kg)

Év	KONTR	PHACE	FABAC	FESLO	CAPHR	TRIES	STEME	TRITI	SZD5%
2014	1,00	4,9	2,63	0,48	6,08	1,4	1,59	4,65	0,04
2017	7,26	2,17	4,05	2,16	16,13	1,32	2,54	3,04	0,1

### *A talaj ásványi nitrogén tartalom változásának eredményei (2017)*

A talaj ásványi nitrogéntartalma 30-60 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben (1. ábra). A legalacsonyabb ásványi nitrogén tartalmat a tartós növénytakarás, az őszi búza és a tritikálé által kialakított időszakos növénytakarás parcelláin mértük. Ezek a különbségek szignifikánsak az összes többi időszakos- és tartós növénytakarás kezeléseikhez képest. A pillangós keverékkel bevetett és a kontroll parcellákon a második legmagasabb ásványi nitrogéntartalmat kaptunk. Ezen eredmények statisztikailag igazolhatóak a többi kezeléshez képest.



1. ábra. A talajminták ásványi (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>)-N tartalmának alakulása (mg/kg) a kezelések hatására 30-60 cm mélységben (Badacsony, 2017)

### *A talaj nedvességtartalmának vizsgálati eredménye (2014)*

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

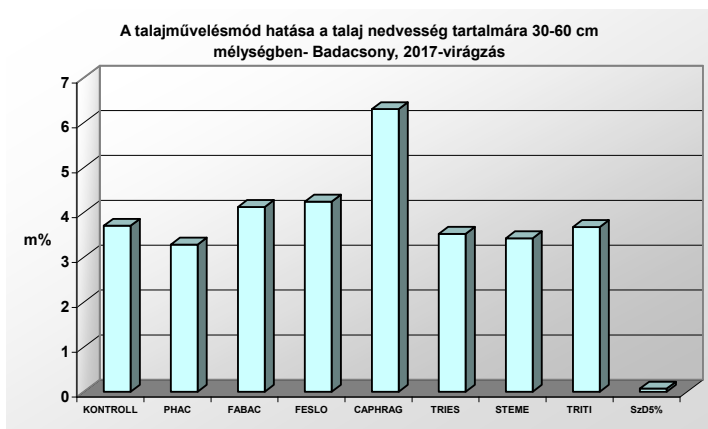
2. táblázat. A különböző talajápolás mód hatása a talaj nedvességtartalmára

(Badacsony, 2014; 2017-vizsgált szintek: 30-60 cm, m%)

Év	KONTR	PHACE	FABAC	FESLO	CAPHR	TRIES	STEME	TRITI	SZD5%
2014	9,30	6,36	6,57	7,84	14,45	7,15	6,96	7,35	0,19
2017	3,7	3,28	4,12	4,24	6,3	3,52	3,42	3,67	0,07

**A talaj nedvességtartalmának vizsgálati eredménye (2017)**

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



2. ábra. A talajművelésmód hatása a talajnedvesség (m%) változására 30-60 cm mélységben (Badacsony, 2017)

**Fürttermés vizsgálat eredménye (2014)**

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

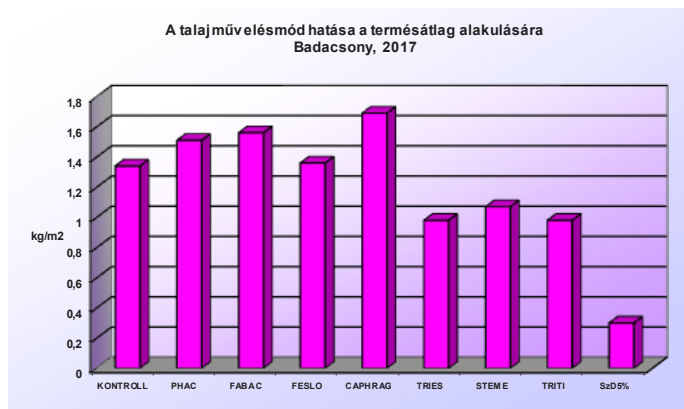
borított parcellák kezeléseit adták. Legtöbb fűrttermést a szerves növényi hulladékkal takart és a pillangós keverék kezeléseiben mértünk.

3. táblázat. A különböző talajápolás mód hatása a termés mennyiségre  
(Badacsony, 2014; 2017; kg/m<sup>2</sup>)

Év	KONTR	PHACE	FABAC	FESLO	CAPHR	TRIES	STEME	TRITI	SZD5%
2014	0,75	0,93	1,07	0,92	1,16	0,55	0,76	0,49	0,14
2017	1,34	1,51	1,56	1,36	1,69	0,98	1,07	0,98	0,3

### Fűrttermés vizsgálat eredménye (2017)

A szüreti paraméterek tekintetében értékelhető különbséget a kezelések között, ebben az évben is a terméseredmények esetében kaptunk (3. ábra). Az őszi búza, a tritikálé és a spontán gyomflóra kezeléseihez képest a facélia, a pillangós keverék és a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás parcellái, terméseredmény tekintetében statisztikailag pozitív eredménnyel zártak. A kontroll parcellákon mért terméseredményhez képest statisztikailag igazolt pozitív hatást csak a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon tudtunk mérni. Vélhetően a vegetációs időszak szegényes csapadék ellátottsága is bejátszott ebbe.



3. ábra. A talajművelésmód hatása a terméseredményekre (kg/m<sup>2</sup>) (Badacsony, 2017)

## Megvitatás

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

Általánosságban megállapítható, hogy a 30-60 cm-es talajszintben a facélia általi időszaki növényborítottságot adó kezelések talajában kevesebb nedvesség maradt, mint a többi időszaki növénytakarás kezeléseiben mért érték. Ez a megállapítás statisztikailag is igazolható a kontroll parcellákhoz képest mind a két vizsgálati évben.

A talaj ásványi nitrogéntartalma 30-60 cm átlagában szignifikánsan magasabb volt mindkét évjáratban a szerves növényi hulladékkal takart parcellákon, mint az összes többi kezelésben.

Az időszaki növénytakaráshoz tartozó gabonafélék mindkét évben kisebb vízigénnyel bírtak, mint a facélia által alkotott társulás, a második legkisebb vízigénnyel a pillangós keverék bírt.

Megállapítható továbbá, hogy a harmadik legjobban szereplő talajápolási mód az időszaki növénytakarás parcellái közül a nedvességmegőrzés szempontjából, a speciális kevés vizet fogyasztó szárazságtűrő keverék parcellája. Az itt mért adatok a facélia időszaki növénytakarás parcelláihoz képest pozitív értelemben szignifikánsak mindkét évjáratban.

A terméseredmények alakulásában kiemelkedő eredményt kaptunk a kezelések közül a szerves növényi hulladékkal történő talajtakarás és a pillangós keverék.

Meg kell említeni, hogy a kontroll parcellák (mechanikai művelés) a vizsgált paraméterek tekintetében általában jól szerepeltek. Ez tény is felhívja arra figyelmet, hogy a takarónövények vetése elsősorban az erózióra hajlamos területeken élvez elsődlegességet.

## Hivatkozások

- Basler P. 1992. Integrierte Production: Wiederherstellung des Ökosystems Boden. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau. 128. 12. 633-635.
- Bauer, K., Fox, R. and Ziegler, B. 2004. Moderne Bodenpflege im Weinbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf 28-34.
- Bogoni, M., Panont, A., Valenti, L. and Scienza, A. 1995. Effects of soil physical and chemical conditions on grapevine nutritional states. Acta Horticulturae 383. 299-303.
- Boller E. F., El Titi, A, Gendrier, J. P., Avilla, J., Jörg, E. and Malavota, C. (edit) 1998. Integrated Produktion in Europe: 20 years after the declaration of Ovronnaz. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop. 21. 1. 34.

- Buckerfield J. C. and Webster K. A. 1996. Earthworms, mulching, soil moisture and grape yields: earthworm response to soil management practices in vineyards, Barossa Valley, South Australia, 1995. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*. 11. 1. 47-53.
- Fardossi, A. 2001. Einfluss von Stressfaktoren auf die Weinrebe. *Der Winzer* 2001. 1. 12-13.
- Gulick, S. H., D. W. Grimes, D. S. Munk and Goldhamer, D. A. 1994. Cover-crop-enhanced water infiltration of a slowly permeable fine sandy loam. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58. 1539-1546.
- IPCC 2001. Climate change 2001: The scientific basis. In: Contribution of working group to the third assesment report of the intergovernmental panel on climate change. (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge. UK. 58-65.
- Konduras, S., Tsialtas, T., Zioziou, E. and Nikolaou N. 2008. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses, *Agriculture, Ecosystems and Enviroment*. 128. 86-96.
- Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., Gatti, M., Porro, D. and Camin, F. 2009. Performance and water-use efficiency (single-leaf vs. Whole-canopy) of wellwatered and half-stressed split-root Lambrusco grapevines grown inPo Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129. 97-106.
- Poni, S., Lakso, A., Turner, J. and Melious, R. 1994. Interactions of crop level and late season water stress on growth and physiology of field-grown Concord grapevines, *American Journal of Enology and Viticulture*, 45. 2. 153-157.
- Ramos, M.C. and Martinez-Casnovas, J. A. 2006. Impact of land levelling on soil moisture and runoff variability in vineyards under different rainfall distributions in a Mediterranean climate and its influence on crop productivity. *Journal of Hydrology* 321. 131-146.
- Sicher, L., Dorigoni, A. and Stringari, G. 1995. Soil management effects on nutritional status and grapevine performance. *Acta Hort.*, 383. 73-82.
- Varga, I. 1994. A talajtakarás szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. *Kandidátusi Értekezés*, Eger. 1-112.
- Varga P. and Májer J. 2004. The Use of Organic Wastes for Soil-Covering of Vineyards 1<sup>st</sup> ISHS Symposium for grapevine growing, commerce and investigation Lisbon 2003. Oral presentation. *Acta Horticulturae*. Number 652. 191-197.
- Varga P., Májer J. és Németh Cs. 2007. Tartós és időszaki növénytakarásos eljárások a szőlőültetvények talajművelési rendszereiben. *Lippay-Ormos-Vas Tudományos ülészak kiadványa* 2007. november 7-8. 230-231.

Wheaton, A. D., Mckenzie, B.M. and Tisdall, J. M. 2007. Management to increase the depth of soft soil improves soil conditions and grapevine performance in an irrigated vineyard. Soil and Tillage Research 98. 68-80.

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

## **2,4-D hatóanyag-tartalmú gyomirtó szer és kadmium-szulfát együttes hatásának teratológiai vizsgálata házityúk-embriókban**

***Szemerédy Géza<sup>1\*</sup>, Major László<sup>1</sup>, Szabó Rita<sup>1</sup>, Buda István<sup>1</sup>, Lehel József<sup>2</sup> és Budai Péter<sup>1</sup>***

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

<sup>2</sup>*Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.*

*\*e-mail: tijsvanvervest@gmail.com*

### **Összefoglalás**

A 2,4-D hatóanyagú DEZORMON gyomirtó szer és a környezeti fémterhelést modellező kadmium-szulfát egyedi és interakciós méreghatását tanulmányoztuk fejlődő házityúk-embriókban. Kísérleti anyagként 0,01%-os kadmium-szulfát-oldatot, valamint a DEZORMON (600 g/l 2,4-D dimetilamin só) 0,5%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemelegítési kezelést a keltetés megkezdése előtt, míg a feldolgozását a keltetés 19. napján végeztük el. A kórbontani vizsgálat során lemértük az embriók testtömegét, rögzítettük az elhalások számát, továbbá feljegyeztük a makroszkópos fejlődési rendellenességeket. A kísérleti anyagokkal elvégzett egyedi és együttes kezelések eredményeként a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei kisebbek voltak, a DEZORMON gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoport kivételével az eltérések szignifikáns mértékűek voltak a kontroll csoporthoz viszonyítva. Az embrióletalitás mértéke szignifikánsan fokozódott a kezelt csoportokban kivéve a növényvédő szerrel egyedileg kezelt csoportot. A fejlődési rendellenességek előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt valamennyi kezelt csoportban. Kísérletünkben felhasznált 0,01%-os kadmium-szulfát oldat és DEZORMON 2,4-D 0,5%-os emulziójának egyedi méreghatása toxikus volt a tojásban fejlődő házityúk-embriókra. A kísérleti anyagok együttes alkalmazása során az embriótoxikus dózisu kadmium-szulfát mellett a növényvédelmi gyakorlatban felhasznált DEZORMON gyomirtó szeres kezelés fokozta az embriótoxicitást, a toxikus interakció additív jellegű volt.

Kulcsszavak: 2,4-D, kadmium-szulfát, interakció, ökotoxikológia, házityúk-embrió



### Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of DEZORMON herbicide (2,4-D, 600 g/l dimethylamine salt) and cadmium sulphate on the development of chicken embryos. The chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of the test materials for 30 minutes before starting of incubation. The applied concentration of cadmium sulphate was 0.01% and of herbicide DEZORMON was 0.5%. The chicken embryos were examined on day 19 by the followings: rate of embryo mortality, body mass, type of developmental anomalies by macroscopic examination. The body mass was evaluated statistically by the one-way ANOVA, the embryo mortality and the developmental anomalies were analysed by Fisher test. Our teratogenicity study revealed that the individual toxic effect of cadmium sulphate and 2,4-D containing herbicide formulation (DEZORMON) were embryotoxic. Developmental abnormalities were observed sporadically either single or concomitant treatment. Based on the results there is a possibly additive toxic interaction between the cadmium sulphate and DEZORMON that can highly reduce the viability of the embryos or can lead to extinction of wild birds.

Keywords: 2,4-D, cadmium sulphate, interaction, ecotoxicology, chicken embryo

### Bevezetés

A szintetikus növényvédő szerek az 1950-es években terjedtek el világszerte, és széleskörű, folyamatos alkalmazásuk miatt legtöbbjük mára szinte mindenütt megtalálható a környezetünkben (Köhler és Triebskorn, 2013). A környezetet évszázadok óta károsító ipar mellett az agrokemikáliák felhasználása révén megjelent egy másik szennyezőanyag kibocsátó, a mezőgazdaság is (Bánki, 1976). A vegyszeres növényvédelmi munkák során felhasznált növényvédő szerek a kijuttatás területén, továbbá a kijuttatás területéről elsodródva a nem célszervezeteken is kifejthetik hatásaikat, amelynek következtében a keltetés időszakában a vadon élő madarak tojásaira kerülő permetléből bejutó hatóanyag megzavarhatja az embriók fejlődését (Fejes, 2005). A toxikológia fejlődésének köszönhetően egyre több kutatás, tanulmány látott napvilágot, amelyek a fémek és növényvédő szerek kifejezett toxicitásáról számoltak be. Az eredmények alapján az engedélyező hatóságok számos fémvegyület növényvédelemben való alkalmazását betiltották. Azonban a permanens környezetterhelés miatt az egész bioszféra beszennyeződött. A peszticidek és nehézfémek ökotoxikológiai tesztelése során döntő részben

külön-külön kerülnek tanulmányozásra, ugyanakkor figyelmet kell fordítanunk arra, hogy a vegyi terhelés általában komplex módon jelentkezik, így számolni lehet együttes (interakciós) méreghatással, amelynek következtében a komponensek felerősíthetik vagy gyengíthetik egymás hatását. Az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül az interakciós hatások tanulmányozása nemcsak az ökotoxikológia területén, hanem minden olyan egyéb területen, amely az egészségvédelem és a kémiai biztonság kérdésével foglalkozik (Oskarsson, 1983; Danielsson és mtsai, 1984; Speijers és Speijers, 2004; Youn-Joo és mtsai, 2004). Vizsgálatunkban egy 2,4-D hatóanyagú herbicid (DEZORMON) és a környezeti fémterhelést modellező kadmium-szulfát egyedi és együttes méreghatását vizsgáltuk bemelegítéssel történő kezelési módot alkalmazva. A gyakorlatban használatos ökotoxikológiai vizsgálati módszerek elsősorban csak az egyedi méreghatás vizsgálatára szorítkoznak, ezért a növényvédő szerek interakciós hatásaira vonatkozó adatok gazdagíthatják a toxikológiai adatbázist.

### **Anyag és módszer**

A környezeti kadmiumterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,01%-os koncentrációjú kadmium-szulfát-oldatot (Reanal-Ker Kft., Magyarország) használtunk. A 600 g/l 2,4-D hatóanyagú DEZORMON (Nufarm Hungária Kft., Magyarország) gyomirtó szert, mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (0,5%) alkalmaztuk. A vizsgálatban felhasznált termékeny tyúktojások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) vegyes hasznosítású, Farm fajtajú tenyészetéből (apai és anyai vonal Farm) származtak. A tojások keltetését RAGUS® (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben végeztük. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról. A tyúktojásokat (n=40/csoport) a keltetés megkezdése előtt 30 perces időtartamra a vizsgálati anyagokból készült 37 °C-os hőmérsékletű oldatokba és emulziókba, valamint azok kombinációjába helyeztük, majd a folyadék lecsepegtetése után indítottuk a keltetést. A várható kelés előtt 2 nappal, a 19. napon került sor a tojások feldolgozására. A kórbonctani feldolgozás során jegyzőkönyvben rögzítettük az élő embriók testtömegét, az elhalt embriók számát és a makroszkópos magzati deformitásokat. Az élő embriók testtömeg adatainak eloszlását grafikusán Comparison-QuantilePlot-tal ellenőriztük, majd a statisztikai értékelést egytényezős varianciaanalízissel végeztük. Az embriómortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriaival értékeléséhez a Fisher-féle egzakt tesztet használtuk. A statisztikai értékelés során a szignifikancia minimumértékének a  $p < 0,05$  szintet tekintettük (Baráth és mtsai, 1996).

## Eredmények

A madárfiziológiás NaCl oldattal kezelt csoportban az embriók testtömege  $21 \pm 1,67$  g volt. A kontroll csoportban kettő embrió pusztult el, így a termékeny tojások számához viszonyítva az elhalt embriók aránya 5,2% volt. Fejlődési rendellenességet mutató embrió nem fordult elő, ami lehetővé tette a csoport viszonyítási alapként való alkalmazását. Az kadmium-szulfát 0,01% koncentrációjú oldatával elvégzett egyedi bemelegítő kezelés eredményeként az embriók testtömeg értéke ( $19,79 \pm 1,37$  g) szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) kisebb volt a kontroll csoport értékéhez ( $21 \pm 1,67$  g) viszonyítva. A 2,4-D hatóanyagú DEZORMON egyedi toxicitásának vizsgálatakor a gyomirtó szer 0,5%-os a növényvédelemben ajánlott gyakorlati permetlé töménységben alkalmazva azt tapasztaltuk, hogy a kezelés hatására a madár-embriók testtömege ( $20,4 \pm 1,83$  g) csökkent a kontroll csoport adataihoz viszonyítva ( $21 \pm 1,67$  g). A 0,01%-os kadmium-szulfáttal és a DEZORMON 0,5%-os koncentrációjú emulziójával elvégzett együttes kezelés eredményeként szignifikáns mértékben ( $p < 0,01$ ) csökkent az élő embriók testtömege ( $19,61 \pm 1,78$  g) a kontroll csoportban mért értékekhez ( $21 \pm 1,67$  g) képest. Hasonlóan, csökkenő tendencia volt megfigyelhető a kadmium-szulfát-oldattal és a DEZORMON készítménnyel egyedileg kezelt csoportok testtömeg értékeihez ( $19,79 \pm 1,37$  g és  $20,4 \pm 1,83$  g) viszonyítva is. Az egyedi mérőhatás és az interakciós vizsgálat során tapasztalt embrió mortalitási adatok alapján elmondható, hogy a 0,01%-os koncentrációjú kadmium-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban az elpusztult embriók aránya (25%) a kontroll csoportban megfigyelt elhalásokhoz (5,2%) képest szignifikánsan emelkedett. A 2,4-D hatóanyagú DEZORMON gyomirtó szer egyedi toxicitásának vizsgálatakor a kezelés hatására emelkedett az embrió mortalitás mértéke (8,1%) a kontrollhoz képest. A kadmium-szulfát és a DEZORMON herbicid kombinációs kezelésének eredményeként az embrió mortalitás aránya 33,3% volt, amely szignifikáns ( $p < 0,01$ ) mértékűnek bizonyult a kontroll csoporthoz viszonyítva. A 0,01%-os kadmium-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban kettő rendellenes fejlődésű embriót (növekedési visszamaradás, láb deformitás) rögzítettünk (2/38). A gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoportban az élő embriók közül egy embrió mutatott makroszkópos fejlődési rendellenességet (1/37), ödéma volt megfigyelhető a hasi részen. A kadmium-szulfát 0,01%-os oldatával és a DEZORMON 0,5%-os koncentrációjú emulziójával együttesen kezelt csoportban kettő élő embriónál (2/30) tapasztaltunk deformitást, a fejlődési rendellenességek típusa növekedési visszamaradás és keresztcsőr voltak.

### Megvitatás

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os kadmium-szulfát-oldat egyedi méreghatása embriótoxikus volt a tojásban fejlődő házityúk szervezetre, amely elsősorban az élő embriók kezelés hatására bekövetkezett szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésében és az embrióletalitás növekedésében nyilvánult meg, teratogén hatás azonban nem volt megfigyelhető, mivel fejlődési rendellenességet mutató embrió csak sporadikusan fordult elő. Korábban Szabó és mtsai. (2011) injektálásos módszert alkalmazva azt tapasztalták, hogy a 0,01%-os kadmium-szulfáttal elvégzett kezelés eredményeként a házityúk-embriók testtömege szignifikánsan csökkent, az embriómortalitás pedig szignifikánsan fokozódott, a fejlődési rendellenességek előfordulása gyakorisága azonban szignifikánsan nem különbözött a kontrolltól. Kísérletünkben a 2,4-D hatóanyagú DEZORMON herbicid 0,5%-os emulziója kis mértékben volt embriótoxikus, amely a testtömeg-csökkenés fokozódásában és embrióelhalásban növekedésében nyilvánult meg. Fejlődési rendellenességet mutató embrió csak sporadikusan fordult elő, így teratogén hatás nem volt igazolható. Az együttes méreghatás additív jellegű. Más vizsgálatok kimutatták, hogy a hím patkányok reprodukciós képessége csökkent 200 mg/kg 2,4-D-vel történő akut kezelés hatására (Marouani, 2017). A kísérleti anyagok együttes alkalmazása során az embriótoxikus dózisu kadmium-szulfát mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott DEZORMON gyomirtó szeres kezelés szignifikáns mértékben növelte az embriótoxikus hatást. Az interakciós toxikológiai vizsgálatnak az eredményei jelzik a madárembrió fokozott érzékenységét, amely az együttes kezelés hatására felülmúlja az egyedi kezelések toxikus következményeit. Ezek alapján elmondható más szerzők véleményével összhangban (Várnagy, 1996.; Fejes és mtsai., 2002; Várnagy és mtsai., 2004; Keserű és mtsai., 2005), hogy az interakciós madárteratológiai vizsgálatok megfelelő érzékenységgel jelzik a testidegen kémiai anyagok együttes expozíciójának eredményeként módosuló egyedi méreghatásokat. Az általunk házityúkon elvégzett madárteratológiai vizsgálatok eredményei felhasználhatóak más madárfajok mérgezési veszélyének jellemzésére (Fejes és mtsai., 2004). Azonban a vadmadár fajok fokozott érzékenységéből kifolyólag javasoljuk ugyanezen vizsgálatok vadkacsa, fácán vagy fűrtőjásokon történő elvégzését. A vadkacsa tojások méshéjának a tyúktojásokéhoz viszonyított nagyobb fajlagos felülete és pórüstréfogata fokozhatja a tojásban fejlődő embriót érő expozíció mértékét (Kertész, 2001). A környezetszennyező nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes hatásainak madárteratológiai vizsgálataiból származó eredmények értékelése nagyban hozzásegíthet ahhoz, hogy a környezeti élőszervezetek védelmét a lehető legmagasabb szinten tudjuk biztosítani.

### Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### Hivatkozások

- Bánki L. 1976. Egy peszticid kifejlesztése, mint komplex tudományos feladat. *Medicina* könyvkiadó, Budapest. 17,18, 27.
- Baráth Cs., Ittész A. és Ugródy Gy. 1996. *Biometria*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 37-217.
- Danielsson, B. R. G., Oskarsson, A and Dencker, L. 1984. Placental transfer and fetal distribution of lead in mice after treatment with dithiocarbamates. *Arch. Toxicol.*, 55. 27-33.
- Fejes S., Budai P., Molnár T. és Keserű M. 2002. Teratogenicity test on an insecticide containing dimethoate and on heavy elements (Cu, Cd) in chicken embryos. *Georgikon for Agric.*, 13. 97-107.
- Fejes S., Budai P., Szabó R. és Molnár T. 2004. Eltérő kezelési módok eredményeinek összehasonlítása egy nehézfém és egy peszticid toxikológiai vizsgálatában. *Acta Kaposváriensis*, 8 (2). 33-40.
- Fejes S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreghatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben, *Doktori Értekezés*, Veszprémi Egyetem, Keszthely. 83-84.
- Kertész V. 2001. Nehézfémek és PAH-vegyületek embrionális fejlődésre gyakorolt hatása madarakon. PhD. értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. 80.
- Keserű M., Komlósi V., Mink J., Fáncsi T., Szabó R., Juhász É., Tavaszi J. és Várnagy L. 2005. Két herbicid és egy inszekticid méreghatásának vizsgálata madárembriókban. *Acta Kaposváriensis*, 9. 1. 1-12.
- Köhler, H. R. and Triebskorn, R. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: can wet rack effects to the population level and beyond? *Science* 341. 759-765.
- Marouani, N., Tebourbi, O., Cherif, D., Hallegue, D., Yacoubi, M.T., Sakly, M., Benkhalifa, M. and Rhouma, K.B. 2017. Effects of oral administration of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on reproductive parameters in male Wistar rats. *Environmental Science Pollution Research*. 24. 519-526. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7656-3>
- Oskarsson, A. 1983. Redistribution and increased brain uptake of lead in rats after treatment with dethyldithiocarbamate. *Arch. Toxicol.*, 6. 279-284.

- Speijers, G. J. A. and Speijers, M. H. M. 2004. Combined toxic effects of mycotoxins. *Toxicology Letters*, 153. 91-98.
- Szabó R., Budai P., Lehel J. és Kormos É. 2011. Teratogenicity study of some pesticide in chicken embryos. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci. Ghent Univ.*, 69. 4. 803-806.
- Várnagy L. 1996. Növényvédő szerek és a reprodukció kapcsolata. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 51. 421-423.
- Várnagy L., Budai P., Fejes S., Keserű M., Szabó R. és Juhász É. 2004. Egyes növényvédő szer hatóanyagok bomlásdinamikája és toxicitása madárembriókban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 126. 755-760.
- Youn-Joo A., Young-Mi K., Tae-Im K. and Seung-Woo J. 2004. Combined effect of copper, cadmium, and lead upon *Cucumis sativus* growth and bioaccumulation. *Science of The Total Environment*, 326. 1-3. 85-93.

## **CYREN EC és a réz-szulfát egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk-embriókon, a fejlődés korai szakaszában**

**Major László\*, Budai Péter, Buda István, Szemerédy Géza és Szabó Rita**

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

*\*e-mail: szamuraj0007@gmail.com*

### **Összefoglalás**

Vizsgálatunkban egy széles körben felhasznált szerves foszforsavészter típusú inszekticid, a 480 g/l klórpírifosz hatóanyag tartalmú CYREN EC és a környezet fémterhelését modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk, fejlődő házityúk-embriókon, a fejlődés korai szakaszában. Kísérleti anyagként, 0,01%-os réz-szulfát-oldatot és a CYREN EC rovarölő szer 0,5%-os emulzióját alkalmaztuk. A bemelegítési kezelések elvégzésére a keltetést megelőzően került sor, majd a korai fejlődési stádium vizsgálata céljából, az embriókból csírákorong metszetet készítettünk a keltetés harmadik napján. A tárgylemezen rögzített és ozmium-tetroxid oldattal festett embriókat fénymikroszkóp alatt tanulmányoztuk. Az embriómortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriai értékelése Fisher-féle egzakt teszttel történt.

A kísérlet során nyert adatok részletes statisztikai elemzése alapján elmondható, hogy a réz-szulfáttal és a CYREN EC inszekticiddal egyedileg és együttesen kezelt csoportokban, az embriómortalitás kismértékben fokozódott a kontrollhoz képest, de az eltérések statisztikailag nem voltak igazolhatók.

A fejlődési rendellenességet mutató embriók előfordulási gyakorisága az egyedileg kezelt csoportokban sporadikus volt, ellenben az interakcióban szignifikáns mértékű ( $p < 0,05$ ) eltérés mutatkozott a kontrollal összehasonlítva. A kezelések eredményeként, a malformációk kapcsán gyengén fejlett test és szikérhálózat, valamint ödémás, torz fej volt megfigyelhető. A kísérletben felhasznált réz-szulfát oldatának és a CYREN EC rovarölő szer emulziójának egyedi és együttes méreghatása toxikusnak bizonyult a tojásban fejlődő embrióra nézve. Az interakcióban az egyidejűleg alkalmazott xenobiotikumok additív jellegű együttes méreghatása érvényesült. Teratogén hatás nem volt igazolható.

**Kulcsszavak:** klórpírifosz, réz-szulfát, interakció, ökotoxikológia, házityúk-embrió

### Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of CYREN EC chlorpyrifos containing insecticide (480 g/l) and copper sulphate on the early embryonic development of chicken embryos. On the first day of incubation, chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of the test materials for 30 minutes. The concentration of copper sulphate was 0.01% while the concentration of the insecticide CYREN EC was 0.5%. Permanent preparations were made from embryos by staining with osmium tetroxide on the 3<sup>th</sup> day of incubation in order to study the early stage of development. The embryo mortality and the abnormalities were analysed with Fisher test.

Our teratogenicity study revealed that, combined administration of copper sulphate and chlorpyrifos containing insecticide formulation (CYREN EC) caused a significant increase in the developmental anomalies of embryos.

The individual and combined toxic effects of CYREN EC and copper sulphate were embryo toxic but not teratogenic in chicken. There were presumably additive toxic interaction between copper and CYREN EC.

**Keywords:** chlorpyrifos, copper sulphate, joint toxic action, ecotoxicology, chicken embryo

### Bevezetés

Az élő szervezetek védelmének biztosítása, egyensúlyi állapotának fenntartása érdekében, a toxikus nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreghatásainak ökotoxikológiai vizsgálatokból származó eredményei kiemelt fontossággal bírnak.

A mezőgazdasági termelésen belül a kémiai növényvédelem az egyik leginkább környezetterhelő terület. A növényvédelmi gyakorlatban felhasznált peszticidek az élő szervezetek kémiai környezetét módosítják, ezáltal valószínűsítik a mérgezés lehetőségét. A környezetben jelenlévő nehézfémek a fennálló természeti rendszerben élő szervezetekre szintúgy toxikus hatást gyakorolnak. Az egyedi méreghatások mellett a különböző xenobiotikumok interakcióba is léphetnek egymással, együttes méreghatást kiváltva a nem célszervezetekben (Szemerédy és mtsai, 2018).

A környezeti rézterhelés jellemzően az ipari és a mezőgazdasági termelésből ered. A rézet a növénytermesztésen belül egyrészt tápanyagként, másrészt gombaölő szerként (réz(II)-szulfát) alkalmazzák (Seprős, 2002). Ipari területek közelében és mezőgazdasági területeken a talajok



réztartalma jelentősen magasabb. A réz leginkább a talajok felső, néhány centiméteres rétegében koncentrálódik (Georgopoulos és mtsai, 2002).

Ismert, hogy a vadon élő madarak költési ideje általában áprilistól május végéig tart, amely egy időben zajlik az integrált növényvédelmi munkák során felhasználásra kerülő növényvédő szerek kijuttatási idejével. A fácán ezen aspektusból veszélyeztetett fajnak számít. A kifejlett egyedek és a tojásokban fejlődő embriók is jelentős toxikológiai kockázatnak vannak kitéve (Szabó és mtsai, 2013).

A házityúk-embriókon végzett madárteratológiai kísérletek eredményei alkalmasak más madárfajok (fűrj, fogoly, tőkés réce) esetleges mérgezési veszélyének jellemezésére is. Extrapolálással jó közelítést kaphatunk a vadon élő madarakra kifejtett hatásokról.

### **Anyag és módszer**

Kísérletünkben 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldattal (REANAL Laborvegyszer Kereskedelmi Kft., Budapest, Magyarország) végeztük az egyedi és az együttes kezeléseket. A 480 g/l klórpirifosz hatóanyag tartalmú CYREN EC (FMC-Agro Hungary Kft., Budapest, Magyarország) rovarölő szert az egyedi és az együttes kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (0,5%) alkalmaztuk. A vizsgálathoz szükséges termékeny házityúk-tojások (Farm color fajtájú) a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) keltető üzeméből kerültek beszerzésre.

A tojások keltetésére RAGUS<sup>®</sup> (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépet használtunk. A keltetés során, a házityúk embrionális fejlődéséhez biztosítottuk a megfelelő hőmérsékletet (37,5–37,8°C) és páratartalmat (55–65%), továbbá a letapadás elkerülése érdekében a keltetőben lévő tojásokat naponta kétszer forgattuk (Bogenfurst, 2004).

A termékeny tojásokat homológ csoportokba osztottuk, méretük és tömegük szerint hasonló eloszlásban. A bemeztetéses kezelést az inkubáció megkezdése előtt, a keltetés első napján hajtottuk végre, amely során a tojásokat 30 percre a vizsgálati anyagok megfelelő koncentrációjú, 38 °C-os oldatába, valamint emulziójába helyeztük. A feldolgozást a keltetés 3. napján végeztük el, csoportonként 15 db termékeny tojáson.

A vizsgálat során, a tojásokat laborcspesz és olló segítségével a légkamránál felbontottuk. Eltávolításra került a légkamrát fedő mészhéj és az embriót határoló héjmembrán, továbbá az embrió feletti felesleges tojásfehérjét leöntöttük. A csírákorongra 1 csepp, 0,01%-os ozmium-tetroxidot cseppentettünk, megfestve és fixálva az embriót, ami így könnyebben vizsgálhatóvá vált. A következő lépésben szűrőpapír-korongot helyeztünk a csírapajzsra. A szűrőpapírt körbevágtuk és a rátapadt embrióval együtt madárfiziológias sóoldatba (0,75v% NaCl)

helyeztük. Az embriót óvatosan, csipesz segítségével leválasztottuk a szűrőpapír-korongról és tárgylemezre úsztattuk. A tárgylemezről a felesleges folyadék leitatásra került és az így készített csírákorong metszetet fénymikroszkóp alatt tanulmányoztuk (Szabó, 2009).

Ezzel a módszerrel felmérhető és megismerhető az embrió fejlődési állapota, az esetleges morfológiai elváltozások mértéke és típusa a fejlődés korai stádiumában (Sinkovicsné és Benkő, 1993; Kertész, 2001).

A korai embrionális fejlődési vizsgálat során kapott embriómortalitási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriai értékelésére Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztunk (Baráth és mtsai, 1996). A statisztikai vizsgálat során, a szignifikancia minimum értékének a  $p < 0,05$  szintet tekintettük.

### **Eredmények**

A kontroll csoportban sem embrióelhalást, sem fejlődési rendellenességet nem tapasztaltunk.

A réz-szulfát 0,01%-os töménységű oldatával egyedileg kezelt csoport esetében a 15 termékeny tojásból egy embrió halt el (6,66%). 14 élő embrió közül kettőnél tapasztaltunk fejlődési rendellenességet (14,28%). Mindkét esetben gyengén fejlett test és gyengén fejlett szikérhálózat volt megfigyelhető. Az embrióelhalások számának és a fejlődési rendellenességek gyakoriságának kismértékű növekedése statisztikailag nem volt igazolható.

A CYREN EC inszekticid 0,5%-os koncentrációjú emulziójával egyedileg kezelt csoport vizsgálatakor a 15 termékeny tojásból 2 embrió pusztult el (13,33%). Az élő embriók közül háromnál a mikroszkópos vizsgálat gyengén fejlett testet és gyengén fejlett szikérhálózatot mutatott (23,07%). Az embriómortalításban és a malformációk gyakoriságában szignifikáns eltérést a kontroll csoporthoz képest nem tapasztaltunk.

Az együttes kezelés alkalmával a 15 termékeny tojásból 3 embrió halt el (20%). A csoport vizsgálata során 4 élő embriónál tapasztaltunk morfológiai elváltozást (33,33%). Három embriónál torz és ödémás fej, míg egy embriónál gyengén fejlett test és gyengén fejlett szikérhálózat jött létre. A kombinált kezelés a fejlődési rendellenességek gyakoriságának szignifikáns ( $p < 0,05$ ) növekedését eredményezte a kontroll csoporttal összehasonlítva, viszont az embrióletalitás fokozódása statisztikailag nem volt igazolható. Az interakcióban az egyedileg kezelt csoportokhoz viszonyítva szignifikáns eltérést a vizsgált paraméterekben nem tapasztaltunk.

### **Megvitatás**

Korábban Szabó és mtsai (2011), valamint Juhász és mtsai (2006) is leírták, hogy a 0,01%-os réz-szulfáttal való kezelés hatására növekedést figyeltek meg a fejlődési rendellenességek arányában, azonban ez nem volt szignifikáns mértékű.

Lehel és mtsai (2014) a 0,05%-os réz-szulfát oldattal és a klórpírifosz hatóanyagú Pyrinex 48 EC 1%-os emulziójával végeztek injektálós teratológiai vizsgálatot. A réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportnál a korai fejlődési vizsgálatban az embrióletalitás és a malformációk kapcsán statisztikailag igazolható eltérést nem tapasztaltak. A klórpírifosz hatóanyagú Pyrinex 48 EC-vel egyedileg kezelt csoport esetében nőtt a fejlődési rendellenességek aránya, az embriómortalitás már szignifikáns növekedést mutatott a kontroll csoporthoz képest az embriófejlődés korai stádiumában. Az együttes kezelés eredményeként a keltetés 3. napján az embriómortalitás előfordulásának gyakorisága szignifikánsan növekedett a kontrollhoz, illetve a réz-szulfáttal és a rovarölő szerrel önállóan kezelt csoportokhoz képest is. A kombinált kezelés eredményeképpen statisztikailag igazolhatóan emelkedett a malformációk aránya a kontrollal összevetve.

Vizsgálatainkban a 0,01%-os réz-szulfáttal és a 0,5%-os CYREN EC inszekticiddel elvégzett egyedi és együttes kezelések embriótoxikusnak bizonyultak a fejlődés korai időszakában a házityúk-embrióra. Az embrióelhalások gyakoriságának kismértékű növekedését tapasztaltuk a kezelt csoportokban, de a kontrollhoz viszonyított eltérések nem voltak szignifikáns mértékűek. A fejlődési rendellenességek az egyedileg kezelt csoportokban sporadikusan fordultak elő, az interakcióban viszont a morfológiai elváltozások gyakorisága szignifikáns mértékben ( $p < 0,05$ ) fokozódott a kontrollhoz képest. Az egyidejűleg alkalmazott xenobiotikumok additív jellegű együttes méreghatása érvényesült. Teratogén hatás nem volt igazolható.

### **Köszönetnyilvánítás**

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### **Hivatkozások**

- Baráth Cs., Ittész A. és Ugrosdy Gy. 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 37-217.  
Bogenfürst F. 2004. A keltetés kézikönyve. Gazda Kiadó. Budapest. 42-63.

- Georgopoulos, P. G., Roy, A., Opiekun, R. E., Lioy, P. J. and Yonone-Lioy, M. J. 2002. Environmental Dynamics and Human Exposure to Copper. Vol. 1, Environmental Dynamics and Human Exposure Issues. New York: International Copper Association.
- Juhász É., Szabó R., Keserű M., Budai P. és Várnagy L. 2006. Toxicity of a pendimethalin containing herbicide formulation and three heavy metals in chicken embryos. *Comm. Appl. Biol. Sci.*, Ghent University, 71. 107-110.
- Kertész V. 2001. Nehézfémek és PAH-vegyületek embrionális fejlődésre gyakorolt hatása madarakon. Doktori (PhD) értekezés. SZIE MKK. Gödöllő.
- Lehel J., Szabó R., Gajcsi D., Jakab Cs., Grúz A., Kormos É. és Budai P. 2014. A réz-szulfát és a klórpiprifosz interakciós toxicitási vizsgálata csirkeembrión. *Magy. Áo. Lapja*, 136. 494-500.
- Seprős I. (szerk.) 2002. Növényorvosi (permetezési) tanácsok. Szaktudás Kiadó, Budapest. 248.
- Sinkovitsné H. I. és Benkő Z. 1993. Foszforsavészterek hatása a csirkeembrió fejlődésére. *Állattani közlemények*. 79. 95-103.
- Szabó R. 2009. Környezetszennyező nehézfémek (réz, kadmium) és herbicidek (Dual Gold 960 EC, Stomp 330 EC) egyedi és együttes toxicitása házityúk-embriókon, Doktori (PhD) Értekezés. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely. 77-85.
- Szabó R., Budai P., Lehel J. and Kormos É. 2011. Toxicity of s-metolachlor containing formulation and heavy metals to chicken embryos. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci.*, Ghent University, 76. 931-938.
- Szabó R., Kormos É., Antal D., Somody G., Lehel J., Rakos A. és Budai P. 2013. Quizalofop-P-etil hatóanyagú gyomirtó szer (Leopard 5 EC) és a réz együttes méreghatásának vizsgálata házityúk-embriókon. XXIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, Keszthely, 2013. január 23-25. *Georgikon for Agriculture*, 16. 1. 177-181.
- Szemerédy, G., Szabó, R., Lehel, J. és Budai, P. 2018. A réz-szulfát és a Cyren EC interakciós toxicitásának vizsgálata madárembriókban. TOX'2018. Lillafüred, 2018. október 17-19. *Kivonatok*, C4-9.

## **Klórpirifosz hatóanyagú inszekticid és a réz interakciós madárteratológiai vizsgálata**

***Budai Péter<sup>1\*</sup>, Szemerédy Géza<sup>1</sup>, Major László<sup>1</sup>, Buda István<sup>1</sup>, Lehel József<sup>2</sup> és  
Szabó Rita<sup>1</sup>***

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

<sup>2</sup>*Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.*

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

### **Összefoglalás**

Vizsgálatunk alkalmával tojásban fejlődő házityúk-embriókon tanulmányoztuk a klórpirifosz hatóanyagú Cyren EC rovarölő szer és a réz-szulfát interakciós toxicitását. A keltetés megkezdése előtt elvégzett bemelegítő kezelésekhez a réz-szulfátot 0,01%-os, míg a Cyren EC (480 g/l klórpirifosz) inszekticidet a növényvédelmi gyakorlatban használatos 0,5%-os koncentrációban alkalmaztuk. A kórbonctani feldolgozásra a keltetés 19. napján került sor, amely alkalmával lemértük az élő embriók testtömegét, feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos fejlődési rendellenességeket. A statisztikai vizsgálat során a testtömeg adatokat egytényezős varianciaanalízissel, az embrióelhalás mértékét és a fejlődési rendellenességek gyakoriságát Fisher-féle egzakt teszttel értékeltük. A kísérleti anyagokkal elvégzett egyedi és együttes kezelések eredményeként, a kezelt csoportokban az élő embriók testtömeg értékei szignifikánsan kisebbek voltak (réz-szulfát:  $18,63 \pm 1,99$  g,  $p < 0,05$ ; Cyren EC:  $18,42 \pm 1,85$  g,  $p < 0,01$ ; Cyren EC+réz-szulfát:  $18,16 \pm 1,62$  g;  $p < 0,01$ ) a kontrollhoz viszonyítva ( $20,25 \pm 1,95$  g). Az embriómortalitási adatok alapján megállapítottuk, hogy az embrióelhalás gyakorisága szignifikáns mértékben növekedett a Cyren EC inszekticiddel egyedileg (10/30;  $p < 0,001$ ) kezelt, és a réz-szulfáttal kombinált csoportban (14/26;  $p < 0,001$ ). A makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulási gyakorisága sporadikus jellegű volt valamennyi kezelt csoportban. A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat és a 0,5%-os Cyren EC rovarölő szer egyedi méreghatása kismértékben embriótoxikus volt a tojásban fejlődő házityúk-embriókra. Teratogén hatás nem volt igazolható.

**Kulcsszavak:** klórpirifosz, réz-szulfát, interakció, ökotoxikológia, házityúk-embrió

### Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Cyren EC insecticide (chlorpyrifos 480 g/l) and copper sulphate on the development of chicken embryos. The chicken eggs were dipped in the solution or emulsion of the test materials for 30 minutes on the first day of incubation. The applied concentration of copper sulphate was 0.01% and that of insecticide Cyren EC was 0.5%. The chicken embryos were examined on day 19 by the followings: body mass, rate of embryo mortality, type of developmental anomalies by macroscopic examination. The body mass was evaluated statistically by the one-way ANOVA, the embryo mortality and the developmental anomalies were analysed by Fisher test. The average body weight of the embryos was significantly lower as compared to the control group in all treated groups. The single and simultaneous administration of the Cyren EC increased the mortality of embryos significantly as compared to the control. Developmental abnormalities were sporadically observed due to the single and simultaneous administration. Our teratogenicity study revealed that, the individual toxic effect of copper sulphate and chlorpyrifos containing Cyren EC insecticide formulation were embryotoxic but not teratogenic in chicken.

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

### Bevezetés

A mezőgazdasági termelésen belül a kémiai növényvédelem tekinthető az egyik leginkább környezetszennyező területnek. A kémiai növényvédelmi munkák során felhasznált növényvédő szerek elsősorban a kijuttatás területén, de onnan távolabbra elsodródva a nem célszervezeteken is kifejthetik hatásaikat, amelynek következtében a keltetés időszakában a vadon élő madarak tojásaira kerülő permetléből bejutó hatóanyag megzavarhatja az embriók fejlődését (Fejes, 2005). A környezeti rézterhelés forrásai között az ipari szennyezések mellett jelentős szerepet játszik a mezőgazdasági termelés, mivel a rézvegyületek felhasználásra kerülnek mikroelem trágyákban, valamint gombaölő szerek hatóanyagaiként is, amelyek lehetőséget biztosítanak a vadmadarak tojásainak expozíciójára (Jeng és Yang, 1995). Azt is figyelembe kell vennünk a különböző xenobiotikumok toxikológia vizsgálatakor, hogy az egyes készítmények döntő részben külön-külön kerülnek alkalmazásra. Azonban az egyidejűleg jelen lévő vegyi anyagok egymás mérgező hatását befolyásolhatják, és ezáltal jelentősen megváltozik az összességében kifejtett hatás (Várnagy, 1995). A madárteratológiai vizsgálatok során alkalmazott bemerítéses kezelés lehetővé

teszi a madárembrióra gyakorolt indirekt hatások tanulmányozását, és így megfelelően modellezi a környezetben érvényesülő egyedi és interakciós károsító hatásokat (Lutz és Oterag, 1973; Hoffman és Gay, 1981).

Vizsgálatunkban egy klórpirifosz hatóanyagú rovarölő szer (Cyren EC) és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes toxicitását vizsgáltuk bemerítéses kezelési módot alkalmazva, annak igazolása érdekében, hogy a vegyi anyagok természetes körülmények között érvényesülő expozíciója embriótoxikus hatású lehet-e. Az engedélyezési gyakorlatban használatos ökotoxikológiai vizsgálati módszerek elsősorban csak az egyedi méreghatás vizsgálatára szorítkoznak, ezért a növényvédő szerek interakciós hatásaira vonatkozó adatok segítségével alaposabban megismerhetők a környezeti vegyi anyagok okozta expozíciók káros következményei.

### Anyag és módszer

A környezeti rézterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldatot (Reanal-Ker Kft., Magyarország) használtunk. A 480 g/l klórpirifosz hatóanyagú Cyren EC (FMC-Agro Hungary Kft., Magyarország) rovarölő szert, mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során a növényvédelmi gyakorlatban használatos permetlé töménységben (0,5%) alkalmaztuk. A vizsgálatban felhasznált termékeny tyúktojások a Goldavis Kft. (Sármellék, Magyarország) vegyes hasznosítású, Farm fajtájú tenyészetéből (apai és anyai vonal Farm) származtak. A tojások keltetését RAGUS® (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben végeztük. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37,5-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról. A termékeny házityúk tojásokat (n=40/csoport) a keltetés megkezdése előtt a vizsgálati anyagokból készült 37 °C-os hőmérsékletű oldatba vagy emulzióba, valamint azok kombinációjába helyeztük 30 perces időtartamra. A kórbionctani feldolgozásra a keltetés 19. napján került sor, amely alkalmával lemértük az élő embriók testtömegét, feljegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos fejlődési rendellenességeket. Az élő embriók testtömeg adatainak eloszlását grafikusan Comparison-Quantile Plot-tal ellenőriztük, majd a statisztikai értékelés egytényezős varianciaanalízissel történt. Az embrióelhalási adatok és a fejlődési rendellenességek biometriaai értékeléséhez a Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztuk. A statisztikai értékelés során a szignifikancia minimumértékének a  $p < 0,05$  szintet tekintettük.

### Eredmények

A 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldattal elvégzett egyedi bemeztéses kezelés eredményeként az élő embriók testtömeg értékei ( $18,63 \pm 1,99$  g) szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) kisebbek voltak a kontroll értékekhez ( $20,25 \pm 1,95$  g) viszonyítva. A 0,5%-os Cyren EC rovarölő szer egyedi méreghatásának vizsgálatakor a bemeztéses kezelés hatására a csoport élő embrióinak testtömege ( $18,42 \pm 1,85$  g) szignifikánsan ( $p < 0,01$ ) kisebb volt a kontroll csoportban mért értékekhez ( $20,25 \pm 1,95$  g) képest. A réz-szulfáttal és a Cyren EC inszekticiddel elvégzett kombinációs kezelés eredményeként szignifikáns ( $p < 0,01$ ) mértékben csökkentek az élő embriók testtömegei ( $18,16 \pm 1,62$  g) a kontroll csoport adataihoz ( $20,25 \pm 1,95$  g) viszonyítva. Hasonló csökkenő tendencia volt megfigyelhető a réz-szulfát-oldattal és a Cyren EC rovarölő szerrel egyedileg kezelt csoportok testtömeg értékeihez ( $18,63 \pm 1,99$  g,  $18,42 \pm 1,85$  g) viszonyítva. Az eltérések azonban nem voltak szignifikáns mértékűek.

A 19. napi kórbonctani vizsgálat során tapasztalt embriómortalitási adatok alapján megállapítottuk, hogy az embrióelhalás szignifikáns mértékben növekedett a Cyren EC inszekticiddel egyedileg (10/30;  $p < 0,001$ ) kezelt, és a réz-szulfáttal kombinált csoportban (14/26;  $p < 0,001$ ).

A kontroll csoportban nem fordult elő fejlődési rendellenességet mutató embrió. A 0,01%-os réz-szulfát-oldattal egyedileg kezelt csoportban egy rendellenes fejlődésű embriót (növekedési visszamaradás) figyeltünk meg (1/36). A Cyren EC inszekticiddel egyedileg kezelt csoportban az élő embriók közül egy embrió mutatott makroszkópos fejlődési rendellenességet (1/30), amelynek típusa görbült láb volt. A réz-szulfát 0,01%-os oldatával és a Cyren EC 0,5%-os koncentrációjú emulziójával együttesen kezelt csoportban két élő embriónál (2/26) detektáltunk fejlődési rendellenességet, amelyek típusa növekedési visszamaradás és görbült láb volt.

### Megvitatás

A kísérletünkben felhasznált 0,01%-os réz-szulfát-oldat egyedi méreghatása embriótoxikus volt a tojásban fejlődő háziatyúk szervezetére, amely elsősorban az élő embriók kezelés hatására bekövetkezett testtömeg-csökkenésében nyilvánult meg, teratogén hatás azonban nem volt megfigyelhető, mivel fejlődési rendellenességet mutató embrió csak sporadikusan fordult elő.

Szabó és mtsai (2011) hasonló eredményekről számoltak be az általuk elvégzett madárteratológiai kísérlet kapcsán. A 0,01%-os réz-szulfáttal kezelt háziatyúk-embriók



testtömege szignifikánsan csökkent, a fejlődési rendellenességek előfordulási gyakoriságában tapasztalt eltérés azonban nem volt szignifikáns mértékű.

Ferm és mtsa (1974) kísérleti eredményeik alapján megállapították, hogy a réz-szulfát nagy dózisban fokozza a méhen belüli elhalásokat és a fejlődési rendellenességet mutató embriók arányát, a magzati deformitások közül a szívrendellenességek tekinthetők a rézvegyületek specifikus mérgező hatásának.

Kísérletünkben a klórpirifosz hatóanyagú CYREN EC inszekticid 0,5%-os emulziója embriótoxikusnak bizonyult, amely a szignifikáns mértékű testtömeg-csökkenésben és embrióelhalásban nyilvánult meg. Fejlődési rendellenességet mutató embrió csak sporadikusan fordult elő, így teratogén hatás nem volt igazolható.

Farag és mtsai (2003) teratológiai vizsgálatukban megállapították, hogy a klórpirifosz Fischer 344 patkány törzsön az anyai szervezetre toxikus legmagasabb dózisban (25 mg/ttkg) csökkentette a magzatok testtömegét és életképességét, növelte a magzati elhalásokat és a fejlődési rendellenességek gyakoriságát. A klórpirifosz az anyai toxicitást mutató 25 mg/ttkg dózisban főtotoxikus és teratogén.

A kísérleti anyagok együttes alkalmazása során az önmagában kismértékben embriótoxikus rézterhelés mellett a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazott Cyren EC inszekticides kezelés eredményeként additív jellegű interakció volt megfigyelhető, amely elsősorban az embrióelhalás gyakoriságának fokozódásában nyilvánult meg. Az általunk háziyúkon elvégzett madárteratológiai vizsgálat eredményei felhasználhatóak a környezeti kockázatbecslés alkalmával a vadmadarak mérgezési veszélyének jellemzésére. Azonban a madárfajok között megnyilvánuló érzékenységbeli különbségekből adódóan javasoljuk ugyanezen vizsgálatok vadkacsa vagy fácán tojásokon történő elvégzését. A vadkacsa tojások méshéjának a tyúktojáséhoz viszonyított nagyobb fajlagos felülete és pórüsterfogata fokozhatja a tojásban fejlődő embriót érő expozíció mértékét (Kertész, 2001). A környezetszennyező nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes hatásainak madárteratológiai vizsgálataiból származó eredmények értékelése nagyban hozzásegíthet ahhoz, hogy a környezeti élőszervezetek védelmét a lehető legmagasabb szinten tudjuk biztosítani.

### **Köszönetnyilvánítás**

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### Hivatkozások

- 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.
- Fejes S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreg hatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. PhD. értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely. 83-84.
- Ferm V. H. and Hanlon D. P. 1974. Toxicity of copper salts in hamster embryonic development. *Biology of Reproduction*, 11. 97-101.
- Hoffmann D. J. and Gay M. L. 1981. Embriotoxic effect of benzo(a)pyrene, chrysene and 7,12-dimethylbenz(a) anthrance in petroleum hydrocarbonmixtures in mallard ducks. *J. Toxicol. Environ. Hlth.*, 7. 777-787.
- Jeng S. L. and Yang C. P. 1995. Determination of lead, cadmium, mercury and copper concentrations in duck eggs in Taiwan. *Poult. Sci.*, 74. 1. 187-193.
- Kertész V. 2001. Nehézfémek és PAH-vegyületek embrionális fejlődésre gyakorolt hatása madarakon. PhD. értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. 80.
- Lutz H. and Oterag Y. 1973. Pesticides teratogenese et surric chez les oiseaux. *Arch. Anat. Hist. Embr.*, 56. 65-68.
- Szabó R., Budai P., Lehel J. és Kormos É. 2011. Teratogenicity study of some pesticide in chicken embryos. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci. Ghent Univ.*, 69. 4. 803-806.
- Várnagy L. 1995. Teratogenicity testing of pesticides on bird fetuses. *Hung. Agr. Res.*, 2. 30-33.

## Tartalomjegyzék

<b>Mit teszünk? – Mit eszünk?: peszticid vs élelmiszer-biztonság</b> Lehel József	1
<b>Repeated occurrence of maize redness disease in Hungarian post-control plots in Monorierdő (Central Hungary)</b> Dániel Baráth, Éva Várallyay and László Gergely	11
<b>Egy kertészetben termesztett muskátli (<i>Pelargonium</i>) állomány több éves kórtani eredményeinek az összehasonlítása</b> Ecséri Károly, Palkovics András, Pap Nóra, Ágoston János, Hüvely Attila, Tóth Horgosi Péter és Vojnich Viktor József	16
<b>Dissemination of <i>Cryphonectria parasitica</i> (Murr.) Barr fungus, and the possibilities of protection of a chestnut orchard in Romania</b> Gabriella Kovács, Dominika Bodnár and László Radócz	21
<b>A szója (<i>Glycine max</i>) gombabetegségei a 2018. évi kisparcellás kísérletekben</b> Farkas Bernadett, Kadlicskó Sándor, Pásztor György, Hoffmann Richárd, Tolnay Gábor, Szolcsányi Éva és Takács András Péter	29
<b>A <i>Solanum nigrum</i> szerepe a burgonyavírusok terjedésében</b> Pásztor György, Nádasyné Ihárosi Erzsébet, Cserpes Melinda és Takács András Péter	36
<b>Adatok néhány mediterrán díszcserje jelentősebb kártevőihöz</b> Födelmesi Martin, Horváthné Baracsi Éva és Keresztes Balázs	41
<b>Water footprint of protein formation of six field crop species</b> Katalin M. Kassai, Ákos Tarnawa and Márton Jolánkai	54
<b>Különböző köles fajok kompetíciós hatása kukoricában</b> Pásztor György, Nádasyné Ihárosi Erzsébet, Lőrincz Dávid és Szabó Rita	62

<b>Az ázsiai gyapjűfű (<i>Eriochloa villosa</i> [Thunb.] Kunth) újabb előfordulásai a Hajdúság kistérség területén</b>	
Szilágyi Arnold, Tóth Tamás és Radócz László	70
<b>Különböző talajapolási módok hatása átlagos és bőséges csapadék-ellátottság esetén, erózióra hajlamos hegy-völgy telepítésű irányú szőlőültetvényben</b>	
Varga Péter és Májer János	76
<b>2,4-D hatóanyag-tartalmú gyomirtó szer és kadmium-szulfát együttes hatásának teratológiai vizsgálata házityúk-embriókban</b>	
Szemerédy Géza, Major László, Szabó Rita, Lehel József és Budai Péter	88
<b>CYREN EC és a réz-szulfát egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk-embriókon, a fejlődés korai szakaszában</b>	
Major László, Budai Péter, Buda István, Szemerédy Géza és Szabó Rita	95
<b>Klórpirifosz hatóanyagú inszekticid és a réz interakciós madárteratológiai vizsgálata</b>	
Budai Péter, Szemerédy Géza, Major László, Buda István, Lehel József és Szabó Rita	101

A Georgikon for Agriculture megjelenését támogatta:



The Syngenta logo features the word "syngenta" in a bold, blue, sans-serif font. A single green leaf is positioned above the letter 'g'.

**HU ISSN 0239 1260**

---

A kiadásért felelős a Pannon Egyetem Georgikon Kar Keszthely Dékánja  
Készült: Ziegler-nyomda, Keszthely – 120 példányban  
Felelős vezető: Ziegler Viktória  
Terjedelem: 9,625 A/5-ös ív

---