

## Peszticidek hatásvizsgálata *Enchytraeus albidus* faj területválasztásának segítségével

RÉVÉSZ Anna<sup>1,3</sup>, SZABÓ Borbála<sup>2</sup>, BOROS Gergely<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Integrált Növényvédelmi Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
e-mail: [revesz.anna97@gmail.com](mailto:revesz.anna97@gmail.com)

<sup>2</sup> University of Bremen, UFT, General and Theoretical Ecology, Leobener Str. 6, 28359, Bremen, Germany, e-mail: [bszabo@uni-bremen.de](mailto:bszabo@uni-bremen.de)

<sup>3</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Állattani és Ökológiai Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1  
e-mail: [boros.gergely@uni-mate.hu](mailto:boros.gergely@uni-mate.hu)

**Kulcsszavak:** Quadris, Flumite 200, fungicid, akaricid, elkerülési teszt, szabadföldi adatok

**Összefoglalás:** A kémiai módszereken alapuló növényvédelem napjainkban meghatározó a mezőgazdasági gyakorlatban, ezért a környezetbe kijuttatott peszticidek hatásának vizsgálata nem célfajokra rendkívül fontos. Ennek megfelelően a hazai szőlőművelésben gyakran alkalmazott Quadris (azoxistrobin) fungicid és Flumite 200 (flufenzin) akaricid tevékenységekre gyakorolt hatását vizsgáltuk önmagukban, illetve keverékként. Terepi mintavételre a növényvédőszer kijuttatása előtt és után került sor. OECD szabványok alapján elkerülési viselkedésen alapuló tesztet végeztünk *Enchytraeus albidus* tevékenyféreg fajon. Egyes koncentrációknál a kísérleti állatok elkerülő viselkedést mutattak, ugyanakkor ezek a javasolt kijuttatási értékeknél több nagyságrenddel magasabbak voltak. Ezen eredményeink alapján a vizsgált két növényvédőszer az *Enchytraeus albidus* faj egyedei képesek érzékelni és elkerülni, így előírászerű alkalmazás esetén az általunk vizsgált növényvédőszer nem jelentenek jelentős környezettoxikológiai kockázatot a tevékenyféregre.

### Bevezetés

Napjaink intenzív mezőgazdasági gyakorlatában a kémiai növényvédelmi módszerek kiemelkedő jelentőséget kapnak. Ennek következményeként a kijuttatást követően a peszticidek a talajba kerülnek, ahol a szerek és bomlástermékeik a nem célszervezetekre is hatást fejthetnek ki. Nem célszervezetek a talaj mezofaunájába tartozó gerinctelenek is, melyek nemcsak a talajok fizikai és kémiai tulajdonságainak kialakításában játszanak kulcsszerepet, de a mineralizációban és dekompozícióban is, ezáltal pedig a talajok anyagforgalmában (Bardgett 2005, Brussaard et al. 2007, Coleman 2008, Coleman et al. 2004, Killham 1994). Ezek az alapvető funkciók (ökoszisztéma szolgáltatások) tehát sérülhetnek a kijuttatott peszticidek hatására. Fontos megjegyezni, hogy a környezetbe került vegyi anyagok úgy is okozhatnak károkat a nem célszervezetekben, hogy a letális koncentrációt nem éri el. Ezeket szubletális hatásoknak nevezzük, és megnyilvánulhatnak például csökkent utódszámban, elkerülési viselkedésben, a mozgásintenzitás megváltozásában, növekedési devianciákban, vagy akár a táplálékpreferencia megváltozásában is (Newman 2015).

Az azoxistrobin egy széles spektrumú, szisztémikus fungicid hatóanyag, melyet 1996-ban vezettek be, és az értékesítési adatok alapján 1999-re már domináns volt a gombaölő szerek piacán (Bartlett et al. 2002). A szőlő mellett számos egyéb növényfajon történő alkalmazásra regisztrálták, így Magyarországon például szamócára, ribizkére, köszmétére, málnára (NÉBIH engedélyszám: 36222/2001). Hatásmechanizmusa alapvetően az ATP szintézis és a sejtlégzés akadályozásán alapszik (Ábrahám et al. 2011), és a petespórás gombák mellett a rozsdagombás, a lisztharmatos, a szürkepenészes betegségek, valamint néhány foltbetegség ellen is védelmet nyújt. Fungicid hatásuk mellett a növényekben kedvező élettani változásokat indítanak el: az úgynevezett zöldítő hatás fokozott tápanyagfelvételt, hosszabb élettartamot és asszimilációt, ezáltal jobb minőségű és nagyobb mennyiségű termést eredményez (Ábrahám et al. 2011).

A flufenzin (avagy diflovidazin) a tetrazinok csoportjába tartozó széles spektrumú szelektív akaricid, amely az atkák növekedését gátolja (Havasi et al. 2019, Kodandaram et al. 2017). Sikeresen alkalmazható takácsatkák, így pl. *Tetranychus* vagy a különböző *Panonychus* fajok ellen, és olyan populációk ellen is hatékony, ahol vegyesen találhatóak meg különböző fajú és életkorú atkák (Kodandaram et al. 2017). A flufenzin kétféle, sejtről sejtre terjedő (transzlamináris) és nőstényekből a petékbe irányuló (transzovariális) hatással is rendelkezik.

Mivel számos peszticid technikai okokból vagy ajánlásra együttesen kerül kijuttatásra, a felhasznált anyagok lehetséges interakciójának vizsgálata is fontos lenne. Ennek további relevanciája, hogy a felhasznált peszticidek a környezetben szinte sosem csak önmagukban fordulnak elő, hanem igen gyakran keverékben más szennyező anyagokkal, így együttesen gyakorolnak hatást az élőlényekre.

A kémiai védekezés során számos élőlénycsoport, például a mezőgazdasági talajokban is nagy számban előforduló televényférgek (Dózsa-Farkas 2002) nem célszerűen ki van téve az alkalmazott peszticideknek. Mindezek mellett a televényférgek igen jó indikátor szervezetek: gyorsan és érzékenyen reagálnak a mezőgazdasági talajkezelési eljárásokra (Pelosi és Römbke 2016), növényvédőszerrel szemben is érzékenységet mutatnak, melyek közül egyes fungicidok fokozottan veszélyesek lehetnek erre az állatcsoportra (Didden és Römbke 2001). Ezen okok miatt a televényférgek gyakori és népszerű tesztorganizmusok ökotoxikológiai vizsgálatokban, különösen, hogy laboratóriumi környezetben könnyen szaporíthatók és tarthatók (Barna 2008).

Nincs információnk arról, hogy a széleskörűen használt, azoxistrobin hatóanyagú Quadris fungicid és a flufenzin hatóanyagú Flumite 200 akaricid peszticidek jelenlétét a talajban a hasznos televényférgek felismerik-e és mutatnak-e elkerülő viselkedést, amivel a hatásokat csökkenteni tudják. Ezért célunk az volt, hogy laboratóriumban dózis-válasz elkerülési tesztet végezzünk mindkét szerrel és keverékükkel. A keverék-hatás vizsgálatára azért volt szükség, mert mindkét szer viszonylag lassan bomlik, ezért interakciójuk előfordulhat.

## Anyag és módszer

A Quadris a Syngenta által gyártott gombaölőszer, melynek hatóanyaga azoxistrobin, koncentrációja 250 g/l. A lebomlás felezési ideje vízben 214 nap, még talajban 80 nap. A Flumite 200 az Agro-Chemie által gyártott atkaölőszer, melynek hatóanyaga 200 g/l diflovidazin. Lebomlási ideje a biztonsági adatlapja szerint talajban 30–44 nap közé tehető.

A fenti két anyagot laboratóriumban egyesével és keverékként is vizsgáltuk. A koncentrációk megállapításához az úgynevezett toxikus egység módszerét alkalmaztuk (Newman 2015), melynél nagyságrend alapján becsülhető az anyagok közötti esetleges kölcsönhatás (szinergizmus vagy antagonizmus) vagy annak hiánya (addíció). A tesztben alkalmazott toxikus egységeket elővizsgálatunk alapján állapítottunk meg (EC50 Quadris 65,568 mg/kg és Flumite 200 1,096mg/kg) ami az irodalmi adatokkal jól összevethető volt (például: Wang et al. 2012). A használt koncentrációk és toxikus egységeket részleteben az 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat. Televényférgek területválasztásos tesztjében alkalmazott növényvédőszer koncentrációja (mg hatóanyag per kg száraz talaj) és a keverék egységek

Table 1. The agent concentrations (mg active ingredient per kg dry soil) and the toxic units in the standardised avoidance test

Quadris (azoxistrobin mg/kg)	Flumite 200 (flufenzin mg/kg)	Keverék (azoxistrobin mg/kg + flufenzin mg/kg)	Keverék toxikus egységei
0	0	0	0
0,003	0,0007	5,62 + 0,085	0,17
0,03	0,007	10,12 + 0,154	0,3
0,3	0,07	18,22 + 0,277	0,55
3	0,7	32,8 + 0,5	1
90	7	59,04 + 0,9	1,8
300	70	106,27 + 1,62	3,2
		191,28 + 2,916	5,8

A környezeti mintavételezés helyszíne a Balatonakali–Dörgicse feletti Les-hegyen (Csorba et al. 2018) egy 1450 m<sup>2</sup> területű, Zweigelt fajtájú szőlő volt, kordonos telepítéssel (sortávolság 2 m, tőtávolság 1 m, 720 tő). Az általunk vizsgált két növényvédőszer kijuttatása évente 3 alkalommal történt gombafertőzés és atkakártétel megelőzése érdekében. A szerek hígítása azok biztonsági lapján ajánlottaknak megfelelően történt (Quadris: 10 ml szer 10 liter vízhez, illetve Flumite 200: 5 ml szer 10 liter vízhez). A vizsgált szőlőben a mintavételekre két alkalommal került sor: egyszer az éves permetszerek kijuttatása előtt (2021.04.13.), majd ezt követően a harmadik kijuttatás után (2021.07.23.). A területről random módon 15 db mintavételi pontot választottunk ki, ahonnan egy 5 cm átmérőjű mintavevővel 10 cm mély talajmintákat vettünk. A mintákat ezt követően alsó és felső 5 cm-es rétegekre osztottuk. A televényférgeket a talajmintákból az O'Connor-féle vizes tölcser-módszerrel futtattuk ki (O'Connor 1962). A mintákban található férgek egyedszámát ezt követően

sztereomikroszkóp (Olympus SZ60-ST) segítségével határoztuk meg. A mintavételi pontok körül három ponton TDR (Fieldscount TDR-350) készülékekkel talajnedvességet, illetve talajhőmérsékletet mértünk 3,6 és 7,2 cm mélységben. Az abundanciabecsléshez a mintákban talált egyedek számát arányosan felszoroztuk 1 m<sup>2</sup>-re a mintavevő felületéből (0,00196 m<sup>2</sup>).

Laboratóriumi tesztekhez az *Enchytraeus albidus* (Henle 1837) televényféreg faj egyedeit használtuk, melyek a MATE Állattani és Ökológiai Tanszékének törzstenyészetéből származtak. Ezek termosztátban, a növekedéshez ideális 20 °C-os hőmérsékleten és 40–60% közötti relatív páratartalomon tartottuk (Dai et al. 2021, Somogyi et al. 2005).

A férgek területválasztásának teszteléséhez (Amorim et al. 2008, 2012) mesterséges talaj használtunk, melynek összetételét és nedvességtartalmát az OECD 220 szabványnak megfelelően állítottuk be (10% tőzegmoha, 20% kaolin, 69% kvarc homok, 1% CaCO<sub>3</sub>), illetve pH-értékét KCl-ban mértük (4 mérés alapján a Quadris esetében 6,1±0,1, a Flumite 200 és a két anyag keveréke esetében 6,0±0,1), vízkapacitását a szabványnak megfelelően ellenőriztük (OECD 2009, 2016). A kezelések 9 cm átmérőjű Petri-csészékben történtek, melyek egyik felébe 10 g tiszta, mesterséges OECD talajt helyeztünk, a másik felébe pedig a vizsgált vegyületekkel kezelt OECD talajt. A két talajfél között egy 2 mm-es sávot hagytunk, majd ide helyeztünk ismétlésenként 10 ivarérett egyedet, így nem befolyásoltuk azok térfélválasztását. Minden koncentráció esetében négy ismétlést alkalmaztunk. A teszt teljes időtartama 48 óra volt, ezalatt a kísérleti állatokat nem etettük. A teszt időtartamának lejárta után a két talajfelet nagyon óvatosan, külön-külön távolítottuk el a Petri-csészékből, majd kézi egyeléssel kivettük és megszámloltuk a bennük található egyedeket. A koncentrációkat lásd az 1. táblázatban.

A kísérletek során kapott adatokat az R statisztikai programmal (3.6.2 verzió) elemeztük (R Development Core Team 2019). A terepi mintavételezés eredményeit általános lineáris modellekkel értékeltük. Az elkerülési tesztek során a területválasztást páros t-próbával elemeztük, kétoldali hipotézissel.

## Eredmények

A környezeti mintavételek eredményei a 2. táblázatban láthatók. Az első mintavétel során összesen 86 televényférget találtunk, ami átlagosan 2908 egyed/m<sup>2</sup> becsült abundanciának felel meg. A talaj felső 10 cm-ének átlaghőmérséklete 4,9±0,5 °C, átlagos nedvességtartalma 5,9±0,3% volt. A második, permetezések utáni környezeti mintavétel során összesen 295 egyedet volt a gyűjtött mintákban, az állatok becsült abundanciája 10051 egyed/m<sup>2</sup> volt. A megtalált példányok túlnyomó többsége juvenil, vagyis ivarérettség előtti állat volt. A talaj átlaghőmérséklete a második mintavétel alkalmával 22,1±1,3 °C, átlagos nedvességtartalma pedig 23,1±2,0% volt (2. táblázat).

2. táblázat. A környezeti mintavételek során rögzített talajparaméterek és a mintákban talált televényféreg egyedek száma (Balatonakali–Dörgicse)

Table 2. Soil parameters and the number of enchytraeid individuals recorded during the environmental samplings (Balatonakali–Dörgicse). Columns from left: date of sampling, depth of sample (cm), soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , mean  $\pm$  SD), soil moisture (% , mean  $\pm$  SD), number of enchytraeid individuals (mean  $\pm$  SD), total number of enchytraeid individuals

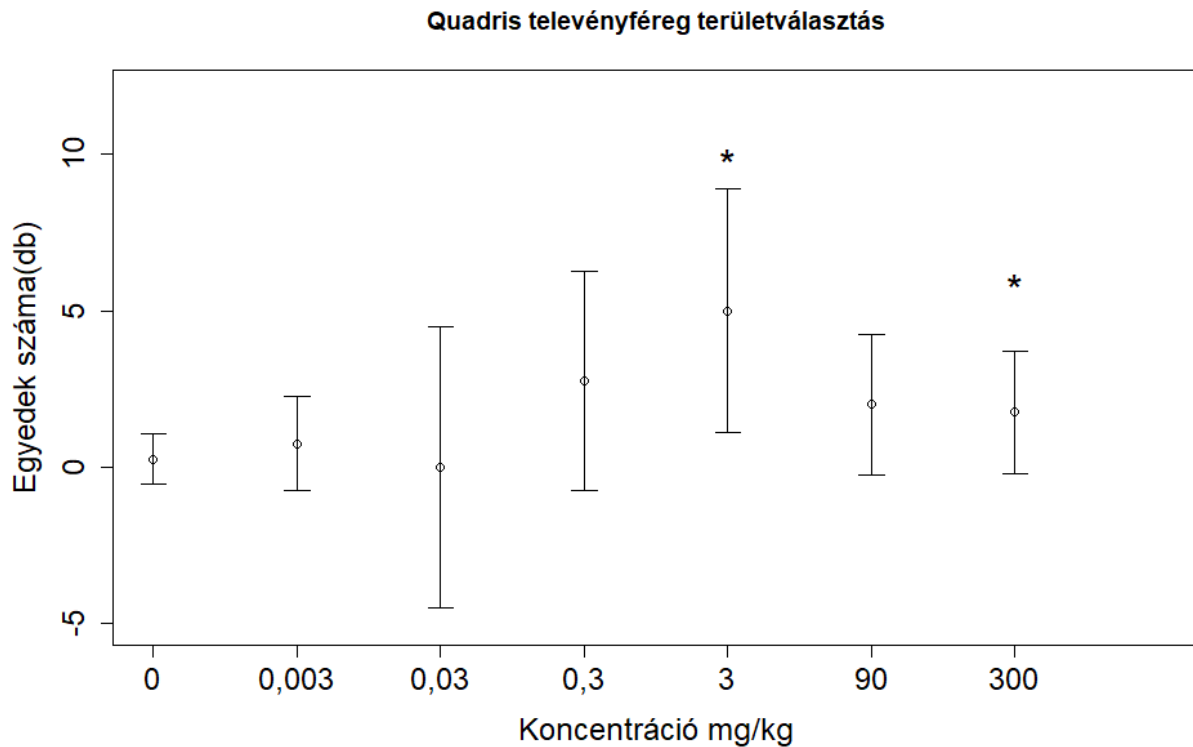
Mintavétel dátuma	Mintamélység (cm)	Talajhő-mérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ )	Talajnedvességtartalom (%)	Egyedszám (átlag és szórás)	Egyedszám (összes)
2021.04.13	0–5	4,9 $\pm$ 0,5	5,4 $\pm$ 2,9	2,6 $\pm$ 1,7	39
	5–10	4,9 $\pm$ 0,4	6,5 $\pm$ 3,1	3,1 $\pm$ 2,5	47
2021.07.23	0–5	21,9 $\pm$ 1,2	22,7 $\pm$ 2,2	8,5 $\pm$ 5,8	127
	5–10	22,3 $\pm$ 1,3	23,5 $\pm$ 1,6	11,2 $\pm$ 6,0	168

A két mintavételi időpont között szignifikáns különbség látható a talaj hőmérsékletében ( $t = -65,62$ ;  $p < 0,001$ ) és a nedvességtartalmában ( $t = -25,284$ ;  $p < 0,001$ ), mindkét esetben magasabb értékeket mértünk a második alkalommal. A televényférgek egyedszáma ugyancsak szignifikánsan magasabb volt ( $t = -5,604$ ;  $p < 0,001$ ).

A minták felső és alsó 5 cm-es részeit külön elemezve megállapítottuk, hogy az első mintavételezés során nem volt szignifikáns különbség sem a férgek vertikális eloszlását ( $t = -0,64$ ;  $p = 0,053$ ), sem pedig a talajhőmérsékletet illetően ( $t = -1,313$ ;  $p = 0,278$ ). Ugyanakkor az alsó 5 cm-es réteg nedvesebbnek bizonyult ( $t = 3,041$ ;  $p = 0,005$ ).

A második mérés során nem volt szignifikáns különbség sem a megtalált egyedek számában ( $t = -1,664$ ;  $p = 0,114$ ), sem a talaj nedvességtartalmában ( $t = -1,348$ ;  $p = 0,199$ ) a két réteg között. Ezúttal azonban a talaj felső 5 cm-es rétege melegebbnek bizonyult ( $t = -2,937$ ;  $p = 0,01$ ).

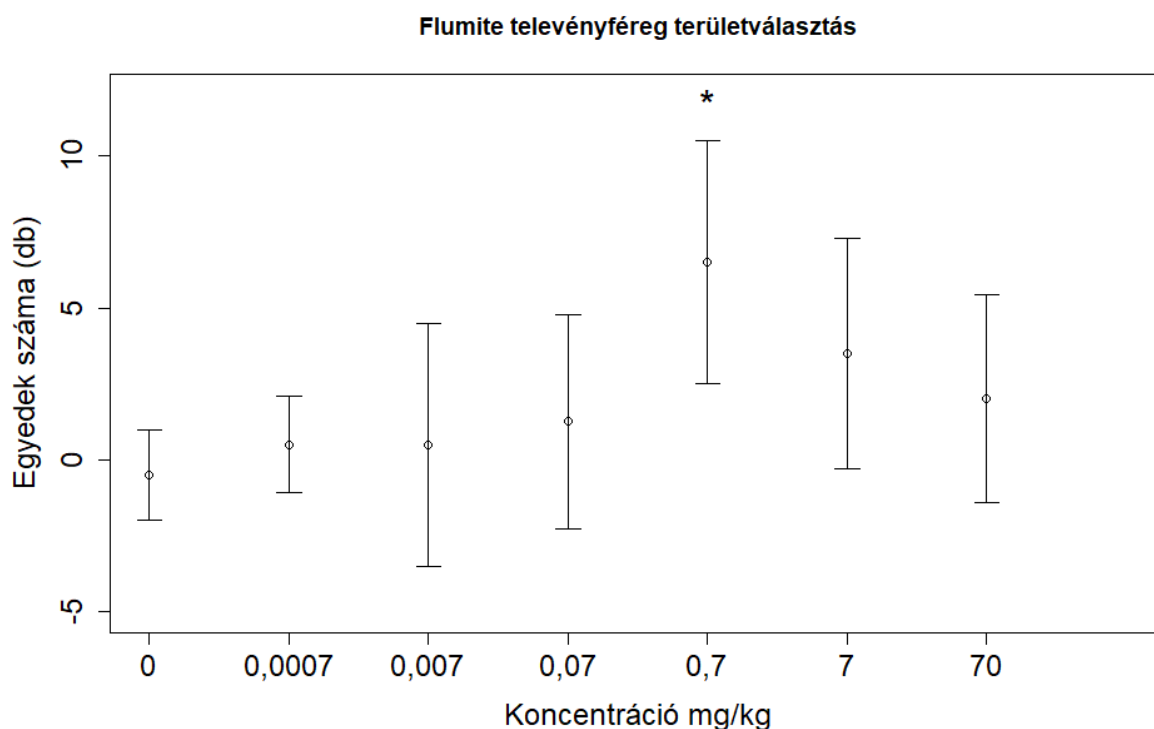
A laboratóriumban végzett területválasztási teszt során a Quadris fungicid televényférgekre gyakorolt hatását az 1. ábrán láthatjuk. A televényférgek szignifikáns preferenciát mutattak a kezeletlen talaj irányába a 3 mg/kg ( $t = 4,082$ ;  $p = 0,026$ ) és a 300 mg/kg ( $t = 3,655$ ;  $p = 0,035$ ) koncentrációval kezelt csoportokban.



1. ábra. A Quadris fungiciddal végrehajtott televényféreg területválasztási teszt eredménye. Az üres körök a csoportok átlagát, a hibasávok a 95%-os konfidencia intervallumokat mutatják. A pozitív tartományban lévő csoportok a kezeletlen, míg a negatív tartományban lévők a kezelt talajokat preferálták. Azokat a csoportokat, ahol az egyedek szignifikáns mértékben a kezeletlen talajt választották csillaggal jelöltük: \* $< 0,05$

Figure 1. Results of the avoidance test of enchytraeid worms performed with Quadris fungicide. Axis X: concentration (mg/kg) and axis Y: number of individuals. The empty circles show the means, whiskers show the 95% confidence intervals. Groups in the positive range preferred the untreated, and groups in the negative range preferred the treated soils. The groups where individuals significantly chose the untreated soil were marked with asterisks: \* $< 0.05$

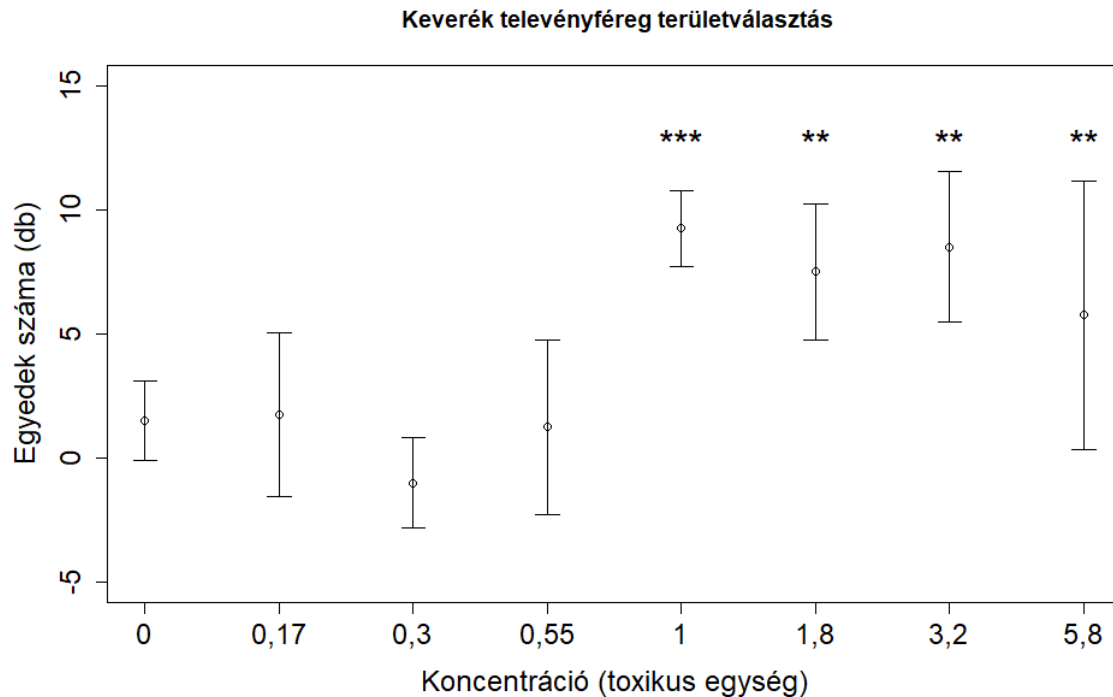
A Flumite 200 akaricid hatását a televényféregek területválasztására 2. ábra mutatja be. A 0,7 mg/kg ( $t = 5,165$ ;  $p = 0,014$ ) koncentrációval kezelt csoportban az állatok a kezeletlen talajt preferálták.



2. ábra. A Flumite 200 akariciddal végrehajtott televényféreg területválasztási teszt eredménye. Az üres körök a csoportok átlagát, a hibásávok a 95%-os konfidencia intervallumokat mutatják. A pozitív tartományban lévő csoportok a kezeletlen, míg a negatív tartományban lévők a kezelt talajokat preferálták. Azokat a csoportokat, ahol az egyedek szignifikáns mértékben a kezeletlen talajt választották csillaggal jelöltük: \* $< 0,05$

Figure 2. Results of the avoidance test of enchytraeid worms performed with Flumite 200 acaricide. Axis X: concentration (mg/kg) and axis Y: number of individuals. The empty circles show the means, whiskers show the 95% confidence intervals. Groups in the positive range preferred the untreated, and groups in the negative range preferred the treated soils. The groups where individuals significantly chose the untreated soil were marked with asterisks: \* $< 0.05$

Az anyagok keverékének a televényféreg területi preferenciájára gyakorolt hatása a 3. ábrán látható. Feltűnő, hogy az 1 ( $t = 19,32$ ;  $p < 0,001$ ), az 1,8 ( $t = 8,66$ ;  $p = 0,003$ ), a 3,2 ( $t = 8,878$ ;  $p = 0,003$ ) illetve az 5,8 ( $t = 3,378$ ;  $p = 0,043$ ) toxikus egységnek megfelelő koncentrációval kezelt csoportokban az állatok szignifikáns mértékben a kezeletlen talajt preferálták.



3. ábra. Az anyagok keverékével végrehajtott televényféreg területválasztási teszt eredménye. Az üres körök a csoportok átlagát, a hibasávok a 95%-os konfidencia intervallumokat mutatják. A pozitív tartományban lévő csoportok a kezeletlen, míg a negatív tartományban lévők a kezelt talajokat preferálták. Az 1 toxikus egység 0,5 mg/kg Flumite 200 és 32,8 mg/kg Quadris keverékét jelenti. Azokat a csoportokat, ahol az egyedek szignifikáns mértékben a kezeletlen talajt választották csillaggal jelöltük:

\*\*< 0,01 és \*\*\*< 0,001

Figure 3. Results of the avoidance test of enchytraeid worms performed with the mixture of Quadris fungicide and Flumite 200 acaricide. Axis X: concentration (toxic units) and axis Y: number of individuals. The empty circles show the means, whiskers show the 95% confidence intervals. Groups in the positive range preferred the untreated, and groups in the negative range preferred the treated soils.

The groups where individuals significantly chose the untreated soil were marked with asterisks:

\*\*< 0.01 and \*\*\*< 0.001

### Megvitatás

Mezőgazdasági területek talajában a televényféreg abundanciájára a termesztett kultúrnövénytől függően változatos értékeket találunk, így pl. lucernában 5700, árpában 8100, őszi búzában 12000, cukorrépában pedig akár 30000 körül is lehet a négyzetméterenkénti egyedszám (Didden 1991). Vavoulidou és munkatársai (2009) görögországi szőlőkben területtől függően 13000–14500 egyed/m<sup>2</sup>-es maximális abundanciát tapasztaltak. A kezelések előtti környezeti mintavétel során mi meglehetősen alacsony egyedszámokat tapasztaltunk, melynek elsődleges oka az adott év extrém időjárási körülményei (hosszú száraz időszak, az évszakhoz képest rendkívül alacsony hőmérséklet) lehettek. Emiatt az első mintavétel eredményei vélhetően nem tükrözik kellőképpen az alapállapotot, ugyanakkor az ütemezett kémiai növényvédelmi kezelések miatt nem volt arra lehetőség, hogy a növényvédőszer kijuttatása előtt már kedvezőbb időszakban újra mintát vegyünk. A kezeléseket követően magasabb,



10051 egyed/m<sup>2</sup> abundanciát tapasztaltunk, ugyanakkor a kezelések hatására történő egyedszámnövekedés hipotézisét nem tartjuk reálisnak, hiszen a második mintavételben talált magas juvenilis egyedszám ugyanúgy magyarázható a szerek hatásának hiányával, mint más faktorok (pl. magasabb talajhőmérséklet és nedvességtartalom) szaporodásra gyakorolt hatásával.

A területválasztási tesztekben kiderült, hogy mind az egyedileg, mind pedig a keverékben alkalmazott szerek esetén az állatok inkább elkerülést vagy semleges viselkedést mutattak. Amennyiben keverékben alkalmaztuk a peszticideket, a televényférgek területválasztása már az 1 toxikus egység esetén is eltért, tehát 0,5 mg/kg Flumite 200 és 32,8 mg/kg Quadris keveréke esetén az állatok a kezeletlen talajt választották, akárcsak az ettől nagyobb toxikus egységeknél. A keverék tehát sokkal jobban detektálható volt az állatok számára, így egyszerűbben el is tudták kerülni azt.

Összeségében megállapíthatjuk, hogy eredményeink alapján a vizsgált két növényvédőszer az *Enchytraeus albidus* faj egyedei képesek érzékelni és elkerülni. Figelembe véve, hogy a javasolt kijuttatási értékek (Quadris esetén 0,003 mg hatóanyag/kg száraz talaj, Flumite 200 esetén 0,0007 mg hatóanyag/kg száraz talaj) több nagyságrenddel az általunk alkalmazottak alatt vannak, valamint a területválasztási tesztek eredményei szerint az anyagokat az állatok képesek érzékelni és elkerülni, úgy véljük, hogy előírászerű alkalmazás esetén televényférgekre nem jelentenek jelentős környezettoxikológiai kockázatot.

#### Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk megköszönni Bálint Benjamin áldozatos munkáját, aki segítséget nyújtott a munka elvégzésében, valamint köszönjük Pálmüller Józsefnek, hogy biztosította a helyszínt a terepi mintavételhez. Továbbá Dr. Szabó Borbálát az Alexander von Humboldt Alapítvány Posztdoktori Ösztöndíja finanszírozza.

#### Irodalom

- Ábrahám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L., Reisinger P. 2011: Precíziós növényvédelem. [https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8619/0010\\_1A\\_Book\\_08\\_Novenyvedelem.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8619/0010_1A_Book_08_Novenyvedelem.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Amorim, M.J.B., Novais, S., Römbke, J., Soares, A.M.V.M. 2008: *Enchytraeus albidus* (Enchytraeidae): A test organism in a standardised avoidance test? Effects of different chemical substances. *Environment International* 34(3): 363–371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.08.010>
- Amorim, M.J.B., Scott-Fordsmand, J.J. 2012: Toxicity of copper nanoparticles and CuCl<sub>2</sub> salt to *Enchytraeus albidus* worms: Survival, reproduction and avoidance responses. *Environmental Pollution* 164: 164–168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.01.015>
- Bardgett, R. 2005: *The biology of soil: A community and ecosystem approach*. Oxford University Press, Oxford.
- Barna Sz. 2008: Növényekre adaptálható gyors bioteszt kidolgozása talajok nehézfém-tartalmának jellemzésére. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő.
- Bartlett, D.W., Clough, J.M., Godwin, J.R., Hall, A.A., Hamer, M., Parr-Dobrzanski, B. 2002: The strobilurin fungicides. In: *Pest Management Science* 58(7): 649–662. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.520>

- Brussaard, L., de Ruiter, P.C., Brown, G.G. 2007: Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121(3): 233–244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
- Coleman, D.C. 2008: From peds to paradoxes: Linkages between soil biota and their influences on ecological processes. *Soil Biology and Biochemistry* 40(2): 271–289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.08.005>
- Coleman, D.C., Crossely, D.A., Hendrix, P.F. 2004: *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2015-0-04083-7>
- Csorba P., Ádám Sz., Bartos-Elekes Zs., Bata T., Bede-Fazekas Á., Czúcz B., Csima P., Csüllög G., Fodor N., Frisnyák S. et al. 2018: Tájak. In: Kocsis K. (főszerk.): Magyarország nemzeti atlasza 2. kötet. Természeti környezet. MTA CSFK Földrajtudományi Intézet, Budapest, pp. 112–129. [https://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/MNA\\_2\\_10.pdf](https://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/MNA_2_10.pdf)
- Dai, W., Slotsbo, S., Holmstrup, M. 2021: Thermal optimum for mass production of the live feed organism *Enchytraeus albidus*. *Journal of Thermal Biology* 97: 102865. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102865>
- Didden, W. 1991: Population ecology and functioning of Enchytraeidae in some arable farming systems. Doktori értekezés. Wageningen University and Research ProQuest Dissertations Publishing.
- Didden, W.A.M., Römbke, J. 2001: Enchytraeids as organisms for chemical stress in terrestrial ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 50(1): 25–43. DOI: <https://doi.org/10.1006/eesa.2001.2075>
- Dózsa-Farkas K. 2002: Mit érdemes tudni a televényférgéről (Enchytraeidae, Annelida)? *Állattani közlemények* 87: 149–164.
- Havasi, M., Kheradmand, K., Mosallanejad, H., Fathipour, Y. 2019: Sublethal effects of diflovidazin on demographic parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology* 45(4): 238–244. DOI: <https://doi.org/10.1080/01647954.2019.1607550>
- Killham, K. 1994: *Soil ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kodandaram, M.H., Kumar, Y.B., Rai, A.B., Singh, B. 2016: An overview of insecticides and acaricides with new chemistries for the management of sucking pests in vegetable crops. *Vegetable Science* 43(1): 1–12.
- Newman, M.C. 2014: *Fundamentals of ecotoxicology*. Taylor & Francis, London.
- O'Connor, F.B. 1962: The extraction of Enchytraeidae from soil. In: Murphy, P.W. (ed.) *Progress in soil zoology*, Butterworths, London, pp 398.
- OECD 2009: OECD Guidelines for Testing Chemicals, No. 232 Collembolan reproduction test in soil.
- OECD 2016: OECD Guideline for the Testing of Chemicals, No. 220 Enchytraeid reproduction test.
- Pelosi, C., Römbke, J. 2016: Are *Enchytraeidae* (*Oligochaeta*, *Annelida*) good indicators of agricultural management practices? *Soil Biology and Biochemistry* 100: 255–263. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.06.030>
- R Development Core Team 2019: R: a language and environment for statistical computing, <https://www.r-project.org>.
- Somogyi Z., Bakonyi G., Kiss I. 2005: Ökotoxikológiai vizsgálatok televényférgekkel (Annelida: Enchytraeidae). *Agrokémia és Talajtan* 54(3–4): 535–545. DOI: <https://doi.org/10.1556/agrokem.54.2005.3-4.21>
- Vavoulidou, E., Coors, A., Dózsa-Farkas, K., Römbke, J. 2009: Influence of farming practice, crop type and soil properties on the abundance of Enchytraeidae (*Oligochaeta*) in Greek agricultural soils. *Soil Organisms* 81(2): 197–212.
- Wang, Y., Wu, S., Chen, L., Wu, C., Yu, R., Wang, Q., Zhao, X. 2012: Toxicity assessment of 45 pesticides to the epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Chemosphere* 88(4): 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.02.086>

## Testing the effects of pesticides with *Enchytraeus albidus* avoidance test

A. RÉVÉSZ<sup>1,3</sup>, B. SZABÓ<sup>2</sup>, G. BOROS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection,  
Department of Integrated Pest Management, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
e-mail: [revesz.anna97@gmail.com](mailto:revesz.anna97@gmail.com)

<sup>2</sup>University of Bremen, UFT, General and Theoretical Ecology,

Leobener Str. 6, 28359, Bremen, Germany, e-mail: [bszabo@uni-bremen.de](mailto:bszabo@uni-bremen.de)

<sup>3</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Wildlife Management and  
Nature Conservation, Department of Zoology and Ecology, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
e-mail: [boros.gergely@uni-mate.hu](mailto:boros.gergely@uni-mate.hu)

**Keywords:** Quadris, Flumite 200, *Enchytraeus albidus*, avoidance test, field density data

Chemical plant protection is a dominant practice in agriculture. Therefore, investigating the side effects of pesticides on non-target species is a critical task for ecotoxicologists. Accordingly, the effects of a fungicide Quadris (a.i. azoxystrobin), and an acaricide Flumite 200 (a.i. flufenzin), were investigated separately and as a mixture. Both pesticides are often used in domestic viticulture contemporary. Environmental samplings were carried out before and after the pesticide application and based on OECD standards avoidance tests were implemented on enchytraeid species *Enchytraeus albidus*. At some concentrations, test animals showed avoidance. However, these concentrations were several orders higher than the recommended application concentrations. Based on these observations, we believe that enchytraeids can sense and avoid the applied pesticides. Therefore, tested pesticides do not have a significant environmental toxicity risk to enchytraeid worms when used according to recommendations.