

„MULTz”: EGY ÚJ, NEM-RAGACSSOS CSAPDATÍPUS FEJLESZTÉSE DÍSZBOGARAK RAJZÁSKÖVETÉSÉRE

Lohonyai Zsófia^{1,2}, Muskovits József³, Matula Eszter¹, Vuts József⁴, Fail József², Philip J. L. Gould⁴, Michael A. Birkett⁴, Tóth Miklós¹, Michael J. Domingue⁵ és Imrei Zoltán^{1a}

¹ATK, Növényvédelmi Intézet, Budapest, 1525, Pf. 102.

²SZIE, Kertészettudományi Kar, Budapest, 1118, Ménesi út 44.

³Független, H-111, Budapest, Tardoskőd utca 9.

⁴Biointeractions and Crop Protection Department, Rothamsted Research, Harpenden, AL5 2JQ, UK

⁵Department of Entomology, Kansas State University, 123 W. Waters Hall, Manhattan KS 66506, USA

^aLevelező szerző. Tel.: +36 1 391 8637, fax: +36 1 391 8655. E-mail cím: imrei.zoltan@agrar.mta.hu

Európában sürgető feladat, hogy felkészüljünk az Oroszország felől terjedő körös-karcsúdiszbogár, *Agrilus planipennis* (Buprestidae, Coleoptera) és más, esetlegesen megjelenő, nagy jelentőségű, invazív diszbogarak érkezésére. Egy könnyű, jól kezelhető, nem-ragacsos csapda elősegítheti a körös-karcsúdiszbogár és más diszbogarak rajzáskövetését illetve észlelését. A csapda segítségével információt szerezhetünk a megfigyelt diszbogár populációkról. Két egymást követő évben, egy Budapest határában lévő tölgyesben végzett kísérleteink során fejlesztettünk egy új, nem-ragacsos, sokvarsás csapdatípust, amelynek világoszöld (korábban fluoreszkáló sárgaként vagy zöldessárgaként leírt) színe vizuális csalogató ingert jelent, míg a lila színű és átlátszó csapdák nem csalogatták a diszbogarakat. A csapdáink tíz (2018) és nyolc (2019) *Agrilus* fajból 238 (2018) és 194 (2019) példányt gyűjtöttek összesen, amelyek közül nyolc faj tölgyben károsít, és egy (*A. convexicollis*) köröshöz köthető. Az új, világoszöld sokvarsás csapda hasonlóan teljesített, mint a megegyező színű ragacsos csapdáink. Eredményeink azt mutatják, hogy az új csapda kialakítás alkalmas lehet számos diszbogár faj csapdázására. További vizuális ingerek és illatanyagok segítségével szelektivebb és jobb csalogatóképességű csapdák fejleszthetők, amelyek így még alkalmasabbak lehetnek mind az idegenhonos, mind az őshonos diszbogarak monitorozására és észlelésére.

Kulcsszavak: Európa, Buprestidae, *Agrilus*, vizualitás, sokvarsás, zöld

Európában sürgető feladat, hogy felkészüljünk az Oroszország felől terjedő körös-karcsúdiszbogár, *Agrilus planipennis* (Buprestidae, Coleoptera) megjelenésére (Baranchikov és mtsai 2008), mivel kártétele jelentősen megváltoztathatja a környezetet a városi területeken, erdőkben és más agroökoszisztémákban, ahol körös állományok fordulnak elő (Straw és mtsai 2013). Más diszbogarak (Buprestidae, Coleoptera) is hasonló kockázatot hordoznak magukban, egyrészt a populációk olyan területekre eljutásával, ahol a lehetséges tápnövény fajok helyi populációi evolúciós szempontból nem alkalmazkodhattak a károsítóhoz, másrészt ott, ahol az éghajlati változások kedveznek az ott élő diszbogár populációknak. Az utóbbi esetre Észak-Amerikában

és Európában is találhatunk példát, az *Agrilus auroguttatus* Schaeffer (Coleman és Seybold 2011), a *Coraebus florentinus* Herbst (Buse és mtsai 2013, Koltay és Leskő 1991) és a borókata-kadíszbogár, *Ovalisia (Palmar) festiva* L. esetében (Nitzu és mtsai 2016, Razinger és mtsai 2013).

Jelenleg nincs hatékony módszer a diszbogarak jelenlétének, vagy populáció dinamikájuk változásának felismerésére, ideértve az újonnan megfertőzött területeken történő elterjedésük követését is. Ennek oka az, hogy a diszbogarak általában kicsi, gyors röptű rovarok, lárváik a fa kérge alatt rejtve fejlődnek, aminek eredményeként jelenlétük észrevétlen marad a gyakorlatlan szem számára (Chamorro és mtsai 2015, Muskovits és Hegyessy 2002).

Hasonló problémával szembesülnek a növényegészségügyi ellenőrök a fa csomagolóanyagok átvizsgálásakor a belépő kikötőkben és más, magas kockázatú helyeken. Ezen nehézségek miatt gyakran nem ismerik fel a kezdeti kőris-karcsúdiszbogár fertőzéseket, ami súlyos károkhhoz vezethet (Haack és mtsai 2002). Mire a jellegzetes D-alakú röpnílásokat felismerik és a kikelő imágók észlelhetők a fa mellett állva, addigra a bogár már jelentős kárt okozott a koronában. Ráadásul az eddigi tudásunk szerint a kőris-karcsúdiszbogarak párzásuk során nem használnak távhatású feromonokat, amelyek gyakran hasznosak lehetnének kis egyedsűrűség mellett az észlelésben.

A kőris-karcsúdiszbogár monitorozására jelenleg leginkább alkalmazott módszerek elsősorban a lila, illetve másodsorban a zöld ragacsos prizmacsapdák (Francese és mtsai 2010a, Francese és mtsai 2010b), míg ezzel szemben a zöld vagy lila Lindgren sokvarsás csapdák csak kevésbé használatosak (Francese és mtsai 2011). Az Egyesült Államok szövetségi kormányának kőris-karcsúdiszbogár megfigyelő rendszere lila prizmacsapdákra alapul, évente körülbelül 12 000 csapda felhasználásával (APHIS 2018). A ragacsos csapdák üzemeltetési költségei rendkívül magasak, így egy inkább felhasználó-barát csapda hasznos lenne a felméréseket végző szakemberek és a díszbogarakkal dolgozó kutatók számára egyaránt (Francese és mtsai 2011). A nem-ragacsos csapdák jelentősen megkönnyítik a befogott egyedek kezelését és meghatározását (i.e.: Domingue és mtsai 2013), és sokkal alkalmasabbak a mennyiségi összehasonlításra, mint a ragacsos csapdák (Wall 1989). Az ilyen csapdák hatékonysága nem függ a ragasztó viszkozitásától, és kevésbé valószínű, hogy a csapda telítettsége befolyásolja a jövőbeni fogásokat. Továbbá, a ragacsos csapdák jelentős számban fognak nem-célfajokat is. A véletlenszerű fogások a ragacsos felület csökkenését eredményezik, aminek a tisztítása további munkát igényel (Lelito és mtsai 2007). Ráadásul minden befogott rovar egyed csökkenti a ragacsos felület nagyságát, ami lényeges hátrányt jelent a nem-ragacsos csapdatípusokhoz képest, amelyek

állandó fogási kapacitással rendelkeznek az idő múlásától függetlenül (Wall 1989).

A jelen tanulmány célja egy nem-ragacsos csapda típus fejlesztése volt, amely hasonló hatékonyságú a jelenleg rendelkezésre álló ragacsos csapdákéval. Célunk, hogy a csapda könnyen kezelhető és viszonylag olcsó legyen, és így gazdaságosan tegye lehetővé a díszbogár populációk rendszeres rajzáskövetését és detektálását.

Csalogató ingerként a világoszöld (korábban fluoreszkáló sárgaként vagy zöldessárgaként leírt) és a lila színeket alkalmaztuk. A vizsgált világoszöld hasonló árnyalatú volt, mint amit korábban az *Agrilus* fajok esetében a legerősebb csalogató ingerként ismerünk európai kutatások alapján (Domingue és mtsai 2013). A lila szín megegyezett azzal, amelyet Brown és mtsai (2017) korábban teszteltek. 2018-ban világoszöldre festett és festetlen ragacsos és nem-ragacsos csapdákat hasonlítottunk össze, míg 2019-ben a nem-ragacsos csapdatípus világoszöldre és lilára festett és festetlen (átlátszó) változataival végeztünk összehasonlító kísérletet.

Anyag és módszer

Csapdatípus

Ragacsos csapdák (PAL és PALz). A ragacsos palást csapdákat átlátszó (PAL) vagy világoszöldre festett (PALz) műanyag lapokból készültek (CSALOMON® PAL és PALz palást csapdák, 23 × 36 cm ragacsos felületű, ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest, www.csalomoncsapdak.com, Tóth és mtsai 2003), amelyeknek az egyik oldalát ragacsos anyag borította (Tangletrap Insect Trap Coating, The Tanglefoot Company, Grand Rapids, MI). A csapdák kihelyezésekor a ragacslapot a ragadós oldalával kifelé összehajtottuk, a hátsó széleket kapcsokkal rögzítettük, palást formát alakítva ki (1A és 1B ábra).

Sokvarsás csapdák (MULT, MULTz, MULTp). Egy csapda elkészítéséhez négy CSALOMON® VARb3 varsás csapda (ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest, www.csalomoncsapdak.com, Imrei és mtsai 2002,

Schmera és mtsai 2004) felsőrészt rétegesen rögzítettük egymáshoz, a felsőrészek között körülbelül 5 cm távolságot tartva (1C–1E ábra). A felsőrészek belső oldala világoszöld (MULTz), lila (MULTp), vagy átlátszó (MULT) volt (1. ábra). A felhasznált világoszöld szín reflektancia spektruma megegyezett Schmera és mtsai (2004), Tóth és mtsai (2004) és Jenser és mtsai (2010) által tárgyalt világoszöld színével, míg a lila szín megegyezett Brown és mtsai (2017) munkájában tárgyalt lila színnel. Mindkét színnek megmértük a reflektancia spektrumát (2. ábra). A csapdatest és a fogóedény megegyezett a VARb3 csapdában használt alkatrészekkel. Minden tölcser belső felületét Teflon[®]-nal kezeltük (95% politetrafluor-etilén alapú spray, B'laster Corporation, Cleveland, OH, USA) a csapdázási hatékonyság növelése érdekében (Graham és Poland 2012), és egy nagyjából 1 × 1 cm méretű Vaportape[®] rovarirtó darabot (Hercon Environmental Inc., Emigsville, PA, USA) helyeztünk a fogóedénybe. A MULT csapdatípus súlya körülbelül 410 g.

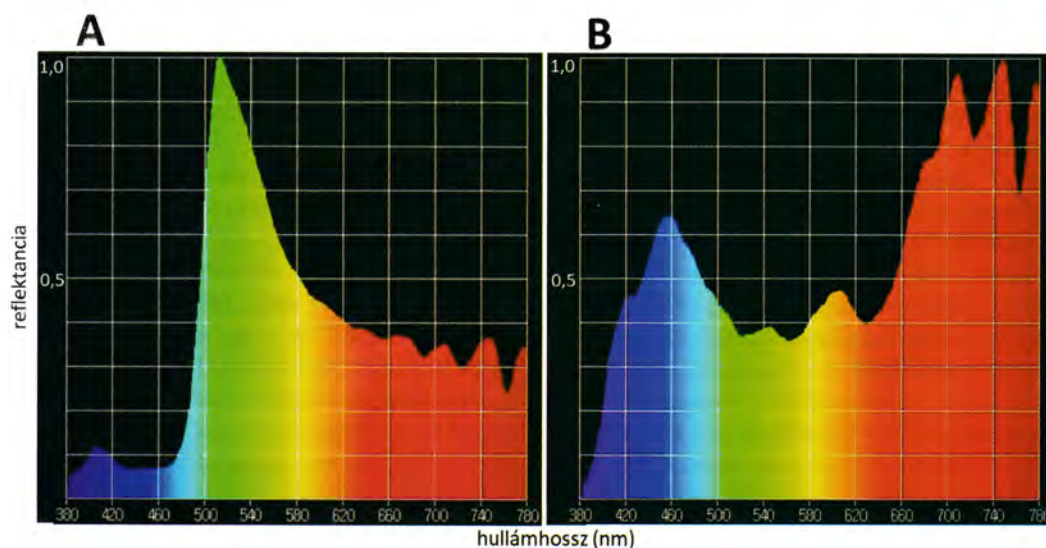
Minden egyes ragacsos és sokvarsás csapda rögzítő drótját egy „R” alakúra hajlított merev fémhuzal (kb. 80 g) függőleges szárának az aljához erősítettük. Egy 7 m hosszú rúd (szén-szálas, teleszkópos horgászbót) végébe 20 cm hosszú, drót kampót rögzítettünk derékszögben a bót csúcsához. Ennek segítségével a csapdákat az R alakú fémhuzal zárt gyűrű alakú részébe akasztva fel tudtuk akasztani a fára kb. 4–5 m magasságba, ahol nagyobb egyedszámban repülnek a díszbogarak.

A kísérleteket 2018. június 22. és július 18. között, valamint 2019. június 20. és július 11. között végeztük Julianna majorban, Budapest határában (Koordináták: 47.549012, 18.926949), mivel korábbi kísérleteinkből tudtuk, hogy a díszbogár imágók ebben az időszakban rajzanak (Domingue és mtsai 2011, Domingue és mtsai 2013, Domingue és mtsai 2014, Domingue és mtsai 2016). A csapdákat egy kocsánytalan tölgyerdő (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) szélére helyeztük ki, ahol a tölgyerdő szomszédságában elsősorban fiatal magas körisek (*Fraxinus excelsior* L.) nőttek. A csapdákat véletlen blokk elrendezésben állí-

tottuk fel, ahol minden blokk tartalmazott egyet az öt (2018) illetve négy (2019) csapdatípusból – a csapdatípus és a festéssel kialakított szín kombinációját tekintettük kezeléseknek, míg a festetlen, átlátszó műanyagból készített csapdákat kontrolloknak. 2018-ban a világoszöld sokvarsás MULTz, az átlátszó sokvarsás MULT, a világoszöld ragacsos PALz és az átlátszó ragacsos PAL csapdákat teszteltük, míg 2019-ben a világoszöld sokvarsás MULTz, az átlátszó sokvarsás MULT és a lila sokvarsás MULTp csapdákat teszteltük. A blokkok és a blokkokon belül a csapdákat egyaránt egymástól körülbelül 10–15 m távolságra helyeztük ki, 4–5 m magas ágakra, egy sorban felfüggesztve. A csapdákat hetente egyszer ellenőriztük, a fogásokat eltávolítottuk, majd a díszbogár egyedeket a laboratóriumban fajra meghatároztuk (Imrei és mtsai 2018, Muskovits és Hegyessy 2002).



1. ábra. Vizsgált csapdatípusok: A) világoszöld sokvarsás nem-ragacsos MULTz, B) lila sokvarsás nem-ragacsos MULTp, C) átlátszó sokvarsás nem-ragacsos MULT, D) világoszöld ragacsos PALz, E) átlátszó ragacsos PAL



2. ábra. A sokvarsás MULTz és ragacsos PALz csapdák világoszöld (A) és a sokvarsás MULTp csapdák lila (B) felszínének reflektancia spektruma

Statistika

A fogási adatok nem feleltek meg a parametrikus statisztikai tesztek elvégzéséhez szükséges előfeltételeknek, ezért nem-parametrikus Kruskal-Wallis teszttel elemeztük azokat (Kruskal és Wallis 1987). A Kruskal-Wallis teszt szignifikáns eltérése esetén páronkénti összehasonlítást végeztünk Mann-Whitney U teszt segítségével (Zar 1999). A statisztikai elemzéshez StatView® v4.01 és Super ANOVA® v1.11 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA) szoftvercsomagokat használtunk. Minden statisztikai műveletnél a csapdánként és leolvasásonként vett fogási adatokat tekintettük függő változónak.

Eredmények

A kísérlet során tíz (2018) és nyolc (2019) *Agrilus* fajból összesen 238 (2018) és 194 (2019) díszbogár példányt fogtak a csapdáink (1. táblázat). Egy egyed kivételével az összes bogarat a világoszöld színű csapdáink fogták (ragacsos PALz és nem-ragacsos MULTz csapdák), az *Agrilus viridis* egyetlen példánya az átlátszó PAL csapdába került. Az átlátszó MULT és a lila MULTp csapdákból egyetlen fogott díszbogarat sem találtunk.

1. táblázat

A 2018. június 22. és július 20., valamint 2019. június 20. és július 11. között Julianna majorban (Budapest) fogott *Agrilus* fajok egyedszámai, az összes vizsgált csapda típus összes ismétlésében

<i>Agrilus</i> fajok	Összes fogás	
	2018	2019
<i>A. obscuricollis</i> Kiesenwetter	68	97
<i>A. graminis</i> Laporte et Gory	52	10
<i>A. laticornis</i> (Illiger)	30	33
<i>A. angustulus</i> (Illiger)	31	15
<i>A. convexicollis</i> Redtenbacher	26	5
<i>A. litura</i> Kiesenwetter	13	16
<i>A. olivicolor</i> Kiesenwetter	0	17
<i>A. viridis</i> L.	6	1
<i>A. sulcicollis</i> Lacordaire	5	0
<i>A. derasofasciatus</i> Lacordaire	4	0
<i>A. hastulifer</i> Ratzeburg	3	0

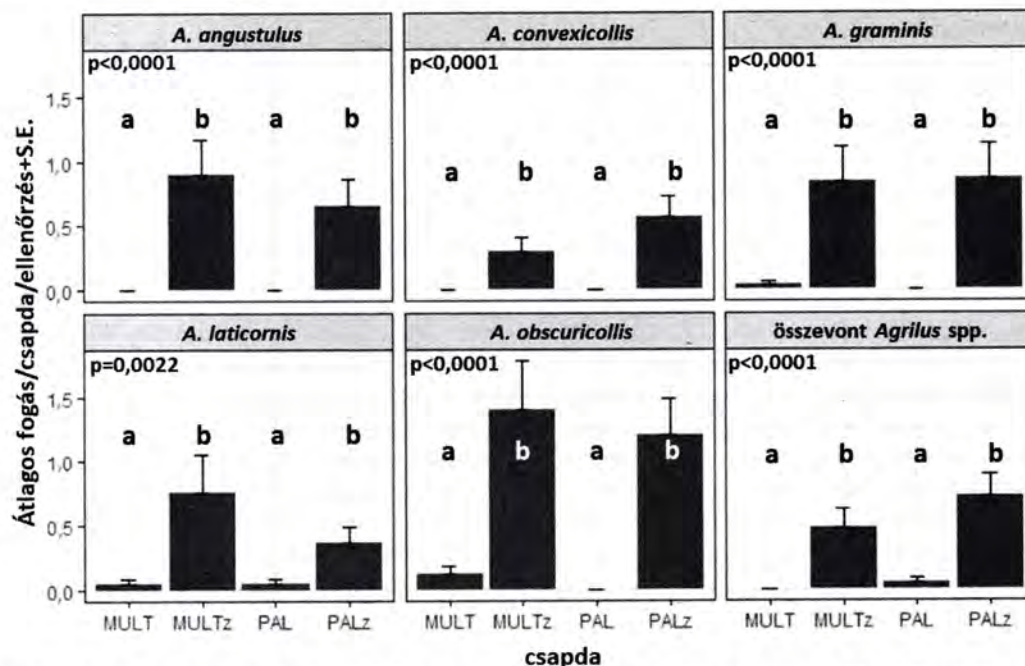
A vastag vonallal jelölt téglalapon belül a statisztikai vizsgálatokat összevont adatokkal végeztük.

Öt (2018) ill. hat (2019) *Agrilus* faj esetében fogtunk több mint 16 példányt, amely már elegendő volt az önálló statisztikai összehasonlításhoz. 2018-ban az *Agrilus obscuricollis*

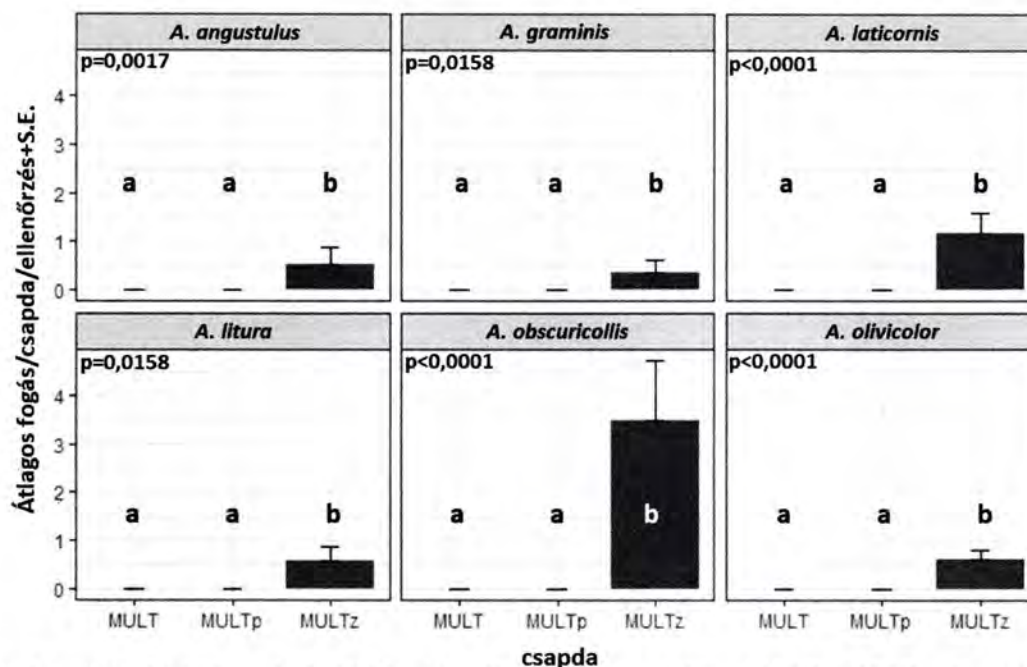
Kiesenwetter, *A. graminis* Laporte et Gory, *A. angustulus* (Illiger), *A. laticornis* (Illiger) és *A. convexicollis* Redtenbacher fogásai nagyon hasonló tendenciát mutattak (3. ábra). E fajok egyedei a világoszöld színű, nem-ragacsos (MULTz) és ragacsos (PALz) csapdákban szignifikánsan nagyobb egyedszámban voltak jelen az átlátszó csapdatípusokhoz képest (PAL és MULT). A fogások a PALz és a MULTz csapdákban ugyanolyan nagyok voltak. Mivel 2018-ban a fennmaradó öt fajt (*Agrilus litura* Kiesenwetter, *A. viridis* L., *A. sulcicollis* Lacordaire, *A. derasofasciatus* Lacordaire és *A. hastulifer* Ratzeburg) csak kis számban fogták a csapdák, ezért ezeket a fogásokat összevontuk a statisztikai elemzéshez. Az összevont adatok statisztikai kiértékelése a nagyobb egyedszámmal fogott fajokhoz hasonló eredményt mutatott, azaz a fogások szignifikánsan magasabbak voltak mind a ragacsos, mind a nem-ragacsos világoszöld csapdákban az átlátszó kontroll csapdákhoz viszonyítva.

Amint az várható volt, a ragacsos csapdák (PALz és PAL) a csapda színétől függetlenül jelentős számú nem-célfajt fogtak, elsősorban legyeket. Ezzel szemben a világoszöld MULTz csapdákban a díszbogarakon kívül alig találtunk más rovarokat. Az átlátszó, nem ragacsos csapdák csak néhány legyet fogtak.

2019-ben négy díszbogár faj (*A. obscuricollis*, *A. graminis*, *A. angustulus*, *A. laticornis*) fogásai ismét szignifikánsan nagyobbak voltak a világoszöld csapdákban, mint a nem ragacsos átlátszó kontrollban, vagy az először tesztelt nem ragacsos lila csapdákban (4. ábra). Az *A. litura* és *A. olivicolor* fajokat jóval nagyobb számban fogták a világoszöld MULTz csapdák, mint az átlátszó vagy lila csapdák. A többi faj egyedszáma (összesen hat egyed, melyből öt *A. convexicollis*) még összevonva is kevés volt a statisztikai elemzéshez, így ezekre a fajokra az előző évi eredmények megerősítése nem volt lehetséges.



3. ábra. *Agrilus* fajok átlagos fogásai (+SE) a négyféle csapdatípussal (átlátszó ragacsos PAL, világoszöld ragacsos PALz, átlátszó MULT, világoszöld MULTz) végzett öt ismételtsben. A diagramok fölött látható p értékek a Kruskal-Wallis tesztből származnak, míg a diagramon belül a megegyező betűk a szignifikáns különbség hiányát jelzik, P=5 % valószínűséggel, amit páronként a Mann-Whitney U teszttel vizsgáltunk



4. ábra. *Agrilus* fajok átlagos fogásai (+SE) a háromféle csapdatípussal (átlátszó MULT, lila MULTp, világoszöld MULTz) végzett négy ismétléses kísérletben. A szignifikanciára vonatkozóan lásd a 3. ábrát.

Következtetések

Az eredményeink azt mutatják, hogy az újonnan kifejlesztett, nem-ragacsos MULTz csapdatípus alkalmas az *Agrilus* fajok fogására. A MULTz csapda nagyobb fogott egyedszámok mellett is a ragacsos PALz csapdához hasonlóan teljesített. A ragacsos anyagtól mentes díszbogár fogások rendkívül előnyösek, mert a meghatározáshoz nincs szükség a befogott egyedek vegyi anyagokkal történő tisztítására. A szabadföldi kísérletek során a nem-ragacsos csapda karbantartása és üzemeltetése sokkal könnyebb és egyszerűbb, mint a ragacsos csapdák esetében.

A világoszöld szín egyértelműen csalogató hatásúnak bizonyult a kísérletben nagyobb mennyiségben fogott hét *Agrilus* faj esetében. A fennmaradó öt faj összevont adataival végzett statisztikák arra utalnak, hogy a világoszöld szín vizuális ingere e fajok fogásait is elősegíti. A világoszöld szín egy hasonló árnyalatáról korábban már bebizonyosodott, hogy csalogató hatású a díszbogarakra a hazai tölgyerdőkben (Domingue és mtsai 2013). A jelen munka eredményei megerősítik az *A. graminis*,

A. angustulus, *A. laticornis* és *A. sulcicollis* fajok csalogatására vonatkozó korábbi eredményeket.

Az Egyesült Államokban mind a lila, mind a zöld színű, 12 tölcsérből összeállított Lindgren sokvarsás csapdák elérték a jelenleg használatos lila prizma csapdák hatékonyságát, vagy jobbnak bizonyultak (Crook és mtsai 2014, Francese és mtsai 2011). Ezzel szemben mostani kísérleteinkben a nem-ragacsos MULTp lila színű csapdák egyáltalán nem fogtak *Agrilus* egyedeket.

A nagyobb, 12 vagy 16 tölcséres sokvarsás csapdákban a köris-karcsúdíszbogár fogások szignifikánsan nagyobbak voltak a kisebb, 4 vagy 8 tölcsérral rendelkező csapdákhoz képest (Francese és mtsai 2013). A tapasztalatok szerint a csapda elhelyezés földfelszíntől számított magasságának a növelésével, azaz a csapda koronában való üzemeltetésével az *Agrilus* fogások jelentősen megnövekednek. Ilyen fogásnövekedést értek el összehasonlító kísérletekben az Egyesült Államokban a köris-karcsúdíszbogár esetében 1,5 m és

13 m (Francese és mtsai 2010b, Francese és mtsai 2008, Ryll és mtsai 2012), az Egyesült Királyságban az *A. laticornis* esetében 3 m 10 m (Brown és mtsai 2017) és Olaszországban az *A. convexicollis* esetében 1,5 m és 15 m (Rassati és mtsai 2019) magasságokban kihelyezett csapdák összehasonlításával. Éppen ezért a MULTz csapdához hasonló könnyebb csapda kialakítás, rendkívül hasznos lehet a nagyobb fogások elérése érdekében. Ezek a csapdák könnyebben kezelhetők, és kisebb erőfeszítéssel helyezhetők a fák magasabb ágaira, ezáltal pozitívan járulnak hozzá a hatékony rajzáskövetéshez. Egy 12 tölcseres Lindgren sokvarsás csapda súlya (Francese és mtsai 2011) tetővel és fogóedénnyel körülbelül 1193 g. Ez a súly legalább 1350 g-ra nő, ha felületaktív anyagként és tartósítószerként 150-200 ml propilénglikolt öntünk a fogóedénybe. Ezzel szemben a MULTz csapdák súlya körülbelül 410 g, és nincs szükség folyadék hozzáadására. Összességében tehát a MULTz csapdatípus súlya kevesebb, mint harmada a legkisebb, díszbogár fogásra alkalmas Lindgren sokvarsás csapda súlyának. A könnyebb MULTz csapdát (a horgászbot segítségével) nehézség nélkül fel lehet akasztani a lombkorona 4–6 méter magas ágaira kötelek vagy heveder használata nélkül. A MULTz és a Lindgren sokvarsás csapdák monitorozási hatékonyságának a vizsgálatára további, közvetlen összehasonlító kísérleteket kell végezni annak felmérésére, hogy a csapdák relatív észlelési képességeit összehasonlíthassuk.

A Lindgren sokvarsás csapda színét a festése vagy a fröccsöntése határozza meg. A MULTz csapda cserélhető felső része csökkenti a szín megváltoztatásának a költségét, és lehetővé teszi a csapdázási célhoz való rugalmas és olcsó alkalmazkodást. A színválasztás előnyének a jelentőségét korábbi tanulmányok is alátámasztják. Így, a fogott köris-karcsúdíszbogár hímek száma jóval magasabb volt a zöld csapdáknál, mint a lilákban, függetlenül a csapda magasságától vagy típusától (Francese és mtsai 2010b, Francese és mtsai 2013), míg ezzel szemben a nőstények fogására a lila csapdák bizonyultak jobbnak, nőstény-specifikus érzékenységet mutatva a spektrum vörös tartományaiban,

640–670 nm-es reflektancia csúcsok mellett (Francese és mtsai 2010a, Francese és mtsai 2013). Európában a lila csapdák két-háromszor több imágót fogtak a bükköt károsító *A. viridis* díszbogár faj egyedeiből, magas (>95%) nőstény arány mellett, a zöld csapdákhöz képest ugyanabban a kísérletben (Rhainds és mtsai 2017). Ezen kívül lila prizma csapdák segítségével sikeresen csapdázták az *A. biguttatus* és az *A. sulcicollis* fajok egyedeit tölgyesekben az Egyesült Királyságban (Brown és mtsai 2017), valamint a *C. undatus* egyedeit egy spanyol paratölgyesben (Fürstenau és mtsai 2015). Meg kell jegyeznünk, hogy az általunk végzett kutatásban a lila csapdák használatával egyáltalán nem fogtunk díszbogarakat.

A kísérlet során fogott tizenegy *Agrilus* fajból nyolc tölgyesekhez köthető (Muskovits és Hegyessy 2002). Az *A. obscuricollis*, az *A. graminis*, az *A. angustulus*, az *A. litura*, az *A. laticornis* és az *A. olivicolor* fajokat viszonylag nagy számban fogtuk, míg az *A. sulcicollis* és az *A. hastulifer* fajokat kis számban. Mindegyik faj Európa-szerte gyakorinak számít, kivéve az *A. litura* fajt, amely Muskovits és Hegyessy (2002) szerint Közép- és Kelet-Európában valamivel gyakrabban fordul elő. Az *A. convexicollis* díszbogár fajt mindkét típusú világoszöld csapdatípus szignifikánsan csalogatta, korábbi, szlovákiai eredményeket megerősítve, amelyben *A. convexicollis* egyedeket többnyire zöld csapdák fogtak (Rhainds és mtsai 2017). Hasonlóképpen egy olasz munkában, a zöld színű sokvarsás Lindgren csapdák fogásai nagyobbak voltak, mint ugyanazon csapdatípus lila változatában fogott egyedszámok (Rassati és mtsai 2019). Az *A. angustulus* és az *A. graminis* fajokat nyugat-palearktikus fajként írták le, ugyan ismert az előfordulásuk Oroszország távol-keleti területein is (Jendek és Nakladal 2019).

Az *A. convexicollis* egyedeit a köris-karcsúdíszbogár által fertőzött, legyengült körisállományokban (*Fraxinus pennsylvanica* L.) nagyobb számban találták meg Nyugat-Oroszországban (Orlova-Bienkowskaja 2015, Orlova-Bienkowskaja és Volkovitsh 2015). Mivel az eredményeink arra engednek következtetni, hogy a MULTz csapda alkalmas

az *A. convexicollis* csapdázására, ezért az új csapdatípus alkalmazásának előnyei lehetnek az *A. convexicollis* felmérésében, mely faj gyakori a legyengült köriseken Európa szerte (Muskovits és Hegyessy 2002).

Az Európában és Észak-Afrikában gyakori *A. viridis* díszbogár faj (Muskovits és Hegyessy 2002), amelyet csak kis számban fogtak a csapdáink, széles gazdanövénykörrel rendelkeznek. Nagy populációsűrűség esetén a közönséges bükk (*Fagus sylvatica* L.) kártevőjeként írták le (Molnár és mtsai 2010), bár a kísérleti helyszíneink közelében nem voltak bükkfák találhatóak.

Muskovits és Hegyessy (2002) szerint az *A. derasofasciatus* lárvája az európai szőlőfajok (*Vitis vinifera* L., *V. sylvestris* Gmel.) fás részein fejlődik és egész Európában előfordul. Fontos megjegyezni, hogy minden példányát a világoszöld színű ragacsos PALz csapdákból találtuk meg.

Összességében a MULTz csapda jó alapot nyújt a további csapda optimalizáláshoz. Véleményünk szerint a csapdák fogási hatékonysága növelhető lehet a zöld színnel kapcsolatos fejlesztésekkel, illetve más, csalogató vizuális (Crook és mtsai 2009, Gwynne és Rentz 1983, Lelito és mtsai 2007) vagy szaglási ingerek kombinációjának a hozzáadásával. Melyek közül az illatanyagok tipikusan lehetnek növényekhez (de Groot és mtsai 2008, Grant és mtsai 2011, Grant és mtsai 2010) vagy bogarakhoz köthetőek (Bartelt és mtsai 2007, Silk és mtsai 2011). A díszbogár viselkedés és azon belül az összetett kommunikációs rendszerük mélyebb megértésével a csapdák szelektivitása szintén növelhető lehet.

Köszönetnyilvánítás

A projektet a Szent István Egyetem (1783-3/2018/FEKUTSTRAT) növénytermesztési és növényvédelmi kutatások keretében a Magyar Emberi Erőforrások Minisztériumának felsőoktatási intézményi kiválósági programja, a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja, valamint az UNKP Bolyai+ Fail József Emberi Erőforrások Minisztériumi ösztöndíja támogatta.

IRODALOM

- APHIS (2018): Emerald Ash Borer Survey Guidelines. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service, USDA APHIS PPQ
- Baranchikov, Y., Mozolevskaya, E., Yurchenko, G. and Kenis, M. (2008): Occurrence of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* in Russia and its potential impact on European forestry. OEPP/EPPO Bull., 38:233–238.
- Bartelt, R. J., Cosse, A. A., Zilkowski, B. W. and Fraser, I. (2007): Antennally active macrolide from the emerald ash borer *Agrilus planipennis* emitted predominantly by females. Journal of Chemical Ecology, 33:1299–1302. doi:10.1007/s10886-007-9316-z
- Brown, N., Jeger, M., Kirk, S., Williams, D., Xu, X. M., Pautasso, M. and Denman, S. (2017): Acute oak decline and *Agrilus biguttatus*: the co-occurrence of stem bleeding and D-shaped emergence holes in Great Britain. Forests, 8:17. doi:10.3390/f8030087
- Buse, J., Griebeler, E. M. and Niehuis, M. (2013): Rising temperatures explain past immigration of the thermophilic oak-inhabiting beetle *Coraebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae) in south-west Germany. Biodivers. Conserv., 22:1115–1131. doi:10.1007/s10531-012-0395-y
- Chamorro, M. L., Jendek, E., Haack, R. A., Petrice, T. R., Woodley, N. E., Konstantinov, A. S., Volkovitsh, M. G., Yang, X. K., Grebennikov, V. V. and Lingafelter, S. W. (2015): Illustrated guide to the emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire and related species (Coleoptera, Buprestidae). Pensoft. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/49163>
- Coleman, T. W. and Seybold, S. J. (2011): Collection history and comparison of the interactions of the goldspotted oak borer, *Agrilus auroguttatus* Schaeffer (Coleoptera: Buprestidae), with host oaks in Southern California and southeastern Arizona, USA. Coleoptera Bulletin, 65:93–108.
- Crook, D. J., Francese, J. A., Rietz, M. L., Lance, D. R., Hull-Sanders, H. M., Mastro, V. C., Silk, P. J. and Ryall, K. L. (2014): Improving detection tools for emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae): comparison of multifunnel traps, prism traps, and lure types at varying population densities. J. Econ. Entomol., 107:1496–1501. doi:10.1603/ec14041

- Crook, D. J., Francese, J. A., Zylstra, K. E., Fraser, I., Sawyer, A. J., Bartels, D. W., Lance, D. R. and Mastro, V. C. (2009): Laboratory and field response of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae), to selected regions of the electromagnetic spectrum. *Journal of Economic Entomology*, 102:2160–2169. doi:10.1603/029.102.0620
- de Groot, P., Grant, G. G., Poland, T. M., Scharbach, R., Buchan, L., Nott, R. W., Macdonald, L. and Pitt, D. (2008): Electrophysiological response and attraction of emerald ash borer to green leaf volatiles (GLVs) emitted by host foliage. *Journal of Chemical Ecology*, 34:1170–1179. doi:10.1007/s10886-008-9514-3
- Domingue, M. J., Csóka, G., Tóth, M., Véték, G., Pénez, B., Mastro, V. and Baker, T. C. (2011): Field observations of visual attraction of three European oak buprestid beetles toward conspecific and heterospecific models. *Entomol. Exp. Appl.*, 140:112–121. doi:10.1111/j.1570-7458.2011.01139.x
- Domingue, M. J., Imrei, Z., Lelito, J. P., Muskovits, J., Janik, G., Csóka, G., Mastro, V. C. and Baker, T. C. (2013): Trapping of European buprestid beetles in oak forests using visual and olfactory cues. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 148:116–129. doi:10.1111/eea.12083
- Domingue, M. J., Lakhtakia, A., Pulsifer, D. P., Hall, L. P., Badding, J. V., Bischof, J. L., Martin-Palma, R. J., Imrei, Z., Janik, G., Mastro, V. C., Hazen, M. and Baker, T. C. (2014): Bioreplicated visual features of nanofabricated buprestid beetle decoys evoke stereotypical male mating flights. *PNAS*, 111:14106–14111. doi:10.1073/pnas.1412810111
- Domingue, M. J., Lelito, J. P., Myrick, A. J., Csóka, G., Szócs, L., Imrei, Z. and Baker, T. C. (2016): Differences in spectral selectivity between stages of visually-guided mating approaches in a buprestid beetle. *J. Exp. Biol.*, 219:2837–2843.
- Francese, J. A., Crook, D. J., Fraser, I., Lance, D. R., Sawyer, A. J. and Mastro, V. C. (2010a): Optimization of trap color for emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Economic Entomology*, 103:1235–1241. doi:10.1603/ec10088
- Francese, J. A., Fraser, I., Lance, D. R. and Mastro, V. C. (2011): Efficacy of multifunnel traps for capturing emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae): effect of color, glue, and other trap coatings. *Journal of Economic Entomology*, 104:901–908. doi:10.1603/ec11038
- Francese, J. A., Fraser, I., Rietz, M. L., Crook, D. J., Lance, D. R. and Mastro, V. C. (2010b): Relation of color, size, and canopy placement of prism traps in determining capture of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Can. Entomol.*, 142:596–600. doi:10.4039/n10-041
- Francese, J. A., Oliver, J. B., Fraser, I., Lance, D. R., Yousef, N., Sawyer, A. J. and Mastro, V. C. (2008): Influence of trap placement and design on capture of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Economic Entomology*, 101:1831–1837. doi:10.1603/0022-0493-101.6.1831
- Francese, J. A., Rietz, M. L. and Mastro, V. C. (2013): Optimization of multifunnel traps for emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae): influence of size, trap coating, and color. *Journal of Economic Entomology*, 106:2415–2423. doi:10.1603/ec13014
- Fürstenau, B., Quero, C., Riba, J. M., Rosell, G. and Guerrero, A. (2015): Field trapping of the flat-head oak borer *Coroebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) with different traps and volatile lures. *Insect Sci.*, 22:139–149. doi:10.1111/1744-7917.12138
- Graham, E. E. and Poland, T. M. (2012): Efficacy of fluon conditioning for capturing cerambycid beetles in different trap designs and persistence on panel traps over time. *Journal of Economic Entomology*, 105:395–401.
- Grant, G. G., Poland, T. M., Ciaramitaro, T., Lyons, D. B. and Jones, G. C. (2011): Comparison of male and female emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) responses to phoebe oil and (Z)-3-hexenol lures in light green prism traps. *Journal of Economic Entomology*, 104:173–179. doi:10.1603/ec10197
- Grant, G. G., Ryall, K. L., Lyons, D. B. and Abou-Zaid, M. M. (2010): Differential response of male and female emerald ash borers (Col., Buprestidae) to (Z)-3-hexenol and manuka oil. *J. Appl. Entomol.*, 134:26–33. doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01441.x
- Gwynne, D. and Rentz, D. (1983): Beetles on the bottle: male buprestids mistake stubbies for females (Coleoptera). *Australian Journal of Entomology*, 22:79–80. doi:10.1111/j.1440-6055.1983.tb01846.x
- Haack, R. A., Jendek, E., Liu, H. P., Marchant, K. R., Petrice, T. R., Poland, T. M. and Ye, H. (2002): The emerald ash borer: a new exotic pest in North

- America. Newsletter of the Michigan Entomological Society, 47:1–5.
- Imrei, Z., Lohonyai, Z., Muskovits, J., Fail, J., Tóth, M. and Domingue, M.** (2018): Dataset of “First results in developing a non-sticky trap design for monitoring jewel beetles”. figshare.com. doi:10.6084/m9.figshare.10007645
- Imrei, Z., Tóth, M., Tolasch, T. and Francke, W.** (2002): 1,4-Benzoquinone attracts males of *Rhizotrogus vernus* Germ. Z. Naturforsch. C, 57: 177–181.
- Jendek, E. and Nakladal, O.** (2019): Taxonomic, distributional and biological study of the genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). Part II. Zootaxa, 4554:401–459. doi:10.11646/zootaxa.4554.2.5
- Jenser, G., Szita, É., Szénási, Á., Vörös, G. and Tóth, M.** (2010): Monitoring the population of vine thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel) (Thysanoptera: Thripidae) by using fluorescent yellow sticky traps. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 45:329–335.
- Koltay, A. and Leskő, K.** (1991): Adatok a sávós tölgybogár (*Coraeus bifasciatus* Oliv.) hazai tömeges előfordulásához [Data to the mass occurrence of *Coraeus bifasciatus* Oliv. in Hungary]. Erdészeti Lapok, 126:333–334.
- Kruskal, W. H. and Wallis, W. A.** (1987): Citation classic - use of ranks in one-criterion variance analysis. Current Contents/Arts & Humanities:20.
- Lelito, J. P., Fraser, I., Mastro, V. C., Tumlinson, J. H., Böröczky, K. and Baker, T. C.** (2007): Visually mediated ‘paratrooper copulations’ in the mating behavior of *Agrilus planipennis* (Coleoptera : Buprestidae), a highly destructive invasive pest of North American ash trees. Journal of Insect Behaviour, 20:537–552. doi:10.1007/s10905-007-9097-9
- Molnár, M., Bruck-Dyckhoff, C., Petercord, R. and Lakatos, F.** (2010): The role of *Agrilus viridis* in the mass mortality of beech. Növényvédelem, 46:522–528.
- Muskovits, J. and Hegyessy, G.** (2002): Jewel beetles of Hungary (Coleoptera: Buprestidae). Grafon Kiadó
- Nitzu, E., Dobrin, I., Dumbravă, M. and Gutue, M.** (2016): The range expansion of *Ovalisia festiva* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Buprestidae) in Eastern Europe and its damaging potential for cupressaceae. Travaux du Muséum National d’Histoire Naturelle, 58:51–57.
- Orlova-Bienkowskaja, M. J.** (2015): Cascading ecological effects caused by the establishment of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) in European Russia. European Journal of Entomology, 112:778–789.
- Orlova-Bienkowskaja, M. J. and Volkovitch, M. G.** (2015): Range expansion of *Agrilus convexicollis* in European Russia expedited by the invasion of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). Biological Invasions, 17:537–544. doi:10.1007/s10530-014-0762-6
- Rassati, D., Marini, L., Marchioro, M., Rapuzzi, P., Magnani, G., Poloni, R., Di Giovanni, F., Mayo, P. and Sweeney, J.** (2019): Developing trapping protocols for wood-boring beetles associated with broad-leaf trees. Journal of Pest Science, 92:267–279.
- Razinger, J., Žerjav, M. and Modic, Š.** (2013): *Thuja occidentalis* L. Is commonly a host for cypress jewel beetle (*Ovalisia festiva* L.) In Slovenia. Paper presented at the Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Bled, 5.–6. marec 2013.
- Rhainds, M., Kimoto, T., Galko, J., Nikolov, C., Ryall, K., Brodersen, G. and Webster, V.** (2017): Survey tools and demographic parameters of Slovakian *Agrilus* associated with beech and poplar. Entomologia Experimentalis et Applicata, 162:328–335. doi:10.1111/eea.12546
- Ryall, K. L., Silk, P. J., Mayo, P., Crook, D., Khramian, A., Cosse, A. A., Sweeney, J. and Scarr, T.** (2012): Attraction of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) to a volatile pheromone: effects of release rate, host volatile, and trap placement. Environmental Entomology, 41:648–656. doi:10.1603/en11312
- Schmera, D., Tóth, M., Subchev, M., Sredkov, I., Szarukan, I., Jermy, T. and Szentesi, Á.** (2004): Importance of visual and chemical cues in the development of an attractant trap for *Epicometis (Tropinota) hirta* Poda (Coleoptera : Scarabaeidae). Crop Prot., 23:939–944. doi:https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.02.006
- Silk, P. J., Ryall, K., Mayo, P., Lemay, M. A., Grant, G., Crook, D., Cosse, A., Fraser, I., Sweeney, J. D., Lyons, D. B., Pitt, D., Scarr, T. and Magee, D.** (2011): Evidence for a volatile pheromone in *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) that increases attraction to a host foliar volatile. Environmental Entomology, 40:904–916. doi:10.1603/en11029

- Straw, N. A., Williams, D. T., Kulinich, O. and Gninenko, Y. I. (2013): Distribution, impact and rate of spread of emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) in the Moscow region of Russia. *Forestry*, 86:515–522. doi:10.1093/forestry/cpt031
- Tóth, M., Schmera, D. and Imrei, Z. (2004): Optimization of a chemical attractant for *Epicometis* (*Tropinota*) *hirta* Poda. *Z. Naturforsch. C*, 59:288–292.
- Tóth, M., Sivchev, I., Ujváry, I., Tomasek, I., Imrei, Z. and Horváth, P. (2003): Development of trapping tools for detection and monitoring of *Diabrotica* v. *virgifera* in Europe. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 38:307–322.
- Wall, C. (1989): Monitoring and spray timing. Insect pheromones in plant protection. Wiley, New York
- Zar, J. H. (1999): Biostatistical Analysis. 4th ed. edn. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

“MULTz”: DEVELOPING A NEW, NON-STICKY TRAP DESIGN FOR MONITORING JEWEL BEETLES

Zs. Lohonyai^{1,2}, J. Muskovits³, E. Matula¹, J. Vuts⁴, J. Fail², Ph. J. L. Gould⁴, M. A. Birkett⁴, M. Tóth¹, M. J. Domingue⁵ and Z. Imrei^{1*}

¹Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research, H-1525, P.O. Box 102, 15 Herman O. Street, Budapest, Hungary

²SZIU, Faculty of Horticultural Science, H-1118, 44 Ménesi Street, Budapest, Hungary

³Unaffiliated, H-1111, 9 Tardoskedd Street, Budapest, Hungary

⁴Biointeractions and Crop Protection Department, Rothamsted Research, Harpenden, AL5 2JQ, UK

⁵Department of Entomology, Kansas State University, 123 W. Waters Hall, Manhattan KS 66506, USA

*Corresponding author: Tel: +36 70 571 8772, Email: ztimrei@gmail.com

There is an urgent need in Europe to prepare resources for the arrival of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Buprestidae, Coleoptera) from European Russia, and possibly other invasive jewel beetles. A lightweight, easy to handle, non-sticky trap could facilitate monitoring and detection to derive information about emerald ash borer and other jewel beetle populations. In two experiments carried out over two consecutive years in an oak forest, a new non-sticky multi-funnel trap design with a light-green (sometimes described as fluorescent yellow) visual cue was developed, while purple and transparent traps did not attract jewel beetles. Altogether there were 238 (2018) and 194 (2019) specimens captured of ten (2018) and eight (2019) *Agrilus* species, eight of which are oak-related and one (*A. convexicollis*) was linked to ash. The new light-green multi-funnel trap performed similarly to the sticky design with a similar coloured surface. Our results suggest that the new trap design may be suitable for catching a wide range of buprestid species. It may also have the potential to be further optimised with respect to visual and olfactory cues, which would provide an even more useful tool for monitoring both invasive and indigenous buprestids.

Keywords: Europe, Buprestidae, *Agrilus*, visual, multi-funnel, green

Érkezett: 2020. március 18.