

Az aranyos rózsabogár (*Cetonia aurata aurata* L.) és a rezes virágbogár (*Potosia cuprea* Fabr.) szabadföldi viselkedési válasza két- és háromkomponensű virág-illatanyag kombinációkra (Coleoptera, Scarabaeidae)

LOHONYAI Zsófia^{1,2}, VUTS József³, FAIL József², TÓTH Miklós¹, IMREI Zoltán¹

¹MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest

²SZIE, Kertészettudományi Kar, Budapest

³Rothamsted Research, Harpenden

Absztrakt

Számos szintetikus virág-illatanyag csalétek ismert az aranyos rózsabogár (*Cetonia aurata aurata* L.) és a rezes virágbogár (*Potosia cuprea* Fabr., Coleoptera, Scarabaeidae) csalogatására, ami a virág-illatanyagok széles skálájára adott viselkedési válaszukra alapul. Korábban bizonyítottuk, hogy a szintetikus 3-metil-eugenolt, 1-feniletanolt és (*E*)-anetolt tartalmazó háromkomponensű virág-illatanyag kombináció mindkét fajt erőteljesen csalogatja.

Az első kísérletünk célja a háromkomponensű illatanyag kombinációból a 3-metil-eugenol helyettesíthetőségének a vizsgálata volt, a hasonló molekulaszervezetű eugenollal illetve izoeugenollal. Mindkét faj esetén minden csalétekkel ellátott csapda nagyobb fogásokat eredményezett a kezeletlen kontrollnál, ugyanakkor a 3-metil-eugenolt tartalmazó kombináció bizonyult a legerősebben csalogató hatásúnak, ami a két cserebogár faj 3-metil-eugenolra finomhangolt viselkedési válaszára utal.

Második célunk egy egyszerűbb attraktáns kombináció kidolgozása volt az aranyos rózsabogár és a rezes virágbogár csalogatására korábbi, szintetikus virág-illatanyagokkal végzett szabadföldi kísérletekre alapozva. A kipróbált kétkomponensű illatanyag csalétek közül a 2-feniletanol és 4-metoxi-fenetil-alkohol kombinációja mindkét fajt jelentős számban csalogatta, míg az 1,2,4-trimetoxibenzént tartalmazó kombináció közepes szintű fogások mellett a rezes virágbogár fogásait növelte. Eredményeink egy szelektivebb csalétek fejlesztéséhez vezethetnek a rezes virágbogár esetén, és segíthetik a két cserebogár faj táplálkozási vonatkozású kémiai ökológiai összefüggéseinek a mélyebb megértését.

Bevezetés

Az aranyos rózsabogár (*Cetonia aurata aurata* L., Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) Euráziában fordul elő, így az Atlanti Óceántól Észak-Nyugat-Kínáig és Mongóliáig megtalálható, míg a közeli rokon rezes virágbogár (*Potosia cuprea* Fabr., Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) az egész palearktikus régióban jelen van (Hommonay és Hommonayné-Csehi 1990). Mindkét faj imágója számos gyümölcsfa és díszfa generatív részét károsítja, beleértve a virágokat és az érő gyümölcs különböző fenológiai fázisait (Hurpin 1962).

A cserebogarak rózsabogarakat is magában foglaló alcsaládjá, a Cetoniinae alcsalád fajait korábban másodlagos kártevőként tartották számon (Hommonay és Hommonayné-Csehi 1990; Hurpin 1962), azonban a közelmúltban a jelentőségüket szélesebb körben értékelik fel. Más, a Cetoniinae alcsaládba tartozó cserebogár fajok, mint a bundásbogár (*Epicometis hirta*

Poda) mellett megnövekedett az igény e két faj rajzáskövetésére és ritkítására Európában (Voigt és mtsai 2005; Vuts és mtsai 2010a), míg a *Protaetia (Potosia) brevitarsis* Lewis esetén Ázsiában (Chen és Li 2011). Kínában például, az utóbbi faj a csemegekukoricán táplálkozik, súlyos gazdasági károkat okozva. A Cetoniinae alcsalád fajainál minden bizonnyal elősegítette a gazdasági jelentőségük felismerését az új csapdázási eszközök elérhetővé válása (Vuts és mtsai 2010a; Vuts és mtsai 2010b).

Mezőgazdasági jelentőségük mellett, egyes esetekben humángyógyászati szempontok is megjelentek (Lee és mtsai 2014), így Koreában a *P. brevitarsis* lárváját májbetegségek kezelésére szolgáló hagyományos, szájon át szedhető gyógyszerként alkalmazzák, és jelenleg olyan új bioaktív anyagok azonosítása céljából vizsgálják, melyek később akár terápiás célokra is használhatóak.

A csapdázás, mint gyakorlati alkalmazás optimalizálására, illetve új, a mezőgazdaságban esetleg más területen alkalmazható módszerek fejlesztésére előnyösnek tűnik egy olyan csapda/csalétek kombináció fejlesztése, mely hatékonyabb és szelektívebb a Cetoniinae fajok rajzáskövetésére illetve tömeges csapdázására (Vuts és mtsai 2010a). Különösen fontos új csalogató hatású illatanyagok leírása és ezek erősebb hatású kombinációinak a fejlesztése a Cetoniinae alcsalád fajaira, mivel a kártételük idején, a növények generatív fenológiai stádiumaiban (a virágzás kezdetétől a szüretig) a növényvédő szerek használatának lehetőségei korlátozottak, ha egyáltalán lehetségesek (Vuts és mtsai 2010b).

A rózsabogarak által látogatott virágok illatanyagainak az összetételében jelentős eltérések vannak, még ugyanazon növényfaj egyedein belüli összehasonlításban is, a környezeti tényezők és a növény fenotípusától függően (Knudsen és mtsai 2006). Egy korábbi, dél-afrikai kutatás szerint a rózsabogarak a virág-illatanyagok széles skálájára adnak viselkedési választ (Donaldson és mtsai 1990). Európában szintetikus virág-illatanyag kombinációt optimalizáltak fajonként a *C. a. aurata* és *P. cuprea* (Imrei 2003; Tóth és mtsai 2005; Vuts és mtsai 2010b), *Epicometis hirta* Poda (Schmera és mtsai 2004; Tóth és mtsai 2004; Vuts és mtsai 2010c), *Oxythyrea funesta* Poda (Vuts és mtsai 2008) és *Oxythyrea cinctella* Poda (Vuts és mtsai 2012) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) cserebogarak csalogatására.

Magyarországon és a szomszédos országokban az aranyos rózsabogár és a rezes virágbogár az őszibarack veszélyes kártevői közé tartoznak, de más gyümölcsültvényekben is jelentős károkat okozhatnak (Voigt és mtsai 2005). Új, csalogató hatású kombinációk fejlesztése, illetve az összetevők helyettesíthetőségének a vizsgálata hatékonyabb és szelektívebb csapda fejlesztéséhez vezethet a két faj esetén, amellett, hogy más, rokon cserebogár fajok új attraktánsainak a felfedezését is eredményezheti. Ezenkívül a témában végzett kutatások elősegítik a rózsabogarak gazdanövényhez kapcsolódó kémiai ökológiájának mélyebb megértését, így lecsökkethetjük a gazdaságilag nem jelentős, nem káros vagy akár védett fajok csapdázását, összeségében a nemkívánatos fogásokat. A szelektivitás különösen olyan környezetben lényeges, ahol a nemkívánatos fogások nagyobb valószínűséggel fordulhatnak elő, így a szelektívebb csalétekkel a fogóedény hosszabb idő alatt telik meg, az időben állandó fogókapacitás fenntartása mellett.

Az első kísérletünk célja az 1-feniletanol és (*E*)-anetol mellett 3-metil-eugenolt tartalmazó ismert kombinációban (Tóth és mtsai 2005) az eugenol és izoeugenol izomerekkel

való helyettesíthetőség lehetőségének a vizsgálata volt a két célfaj viselkedési válaszainak, vagy esetleg más rokon cserebogár fajok csalogatásának a tekintetében. A mindenütt előforduló virág-illatanyagokat tartalmazó ismert hármas kombináció (Knudsen és mtsai 2006) bizonyítottan csalogató hatású az aranyos rózsabogárra és a rezes virágbogárra (Tóth és mtsai 2005). Ezen felül tudjuk, hogy a (\pm)-lavandulol hozzáadása növeli a két vizsgált faj fogását, (Vuts és mtsai 2010b), mégis az egyszerűbb hármas kombinációt választottunk a helyettesíthetőség hatásának a mérésére, mert kevesebb számú komponens bevonásával egyértelműbb különbségekre számítottunk.

A második kísérlet célja egy egyszerűbb, kétkomponensű attraktáns kombináció kidolgozása volt a Cetoniinae alcsalád fajaira, számos virág-illatanyag szabadföldi vizsgálatával. Mivel dokumentált, hogy a 2-feniletanol csalogatja az aranyos rózsabogarat és a rezes virágbogarat (Imrei 2003), ezt a vegyületet vettük alapul, melyhez egyesével más virág-illatanyagokat párosítottunk.

Anyag és módszer

Kibocsátó. Mindkét kísérletben polietilén (PE) zacskócska kibocsátót használtunk, melynek előállításához egy kb. 1 cm hosszúságú fogászati tampon darabot (Celluron®, Paul Hartmann AG, Heidenheim, Németország) helyeztünk egy 0,02 mm falvastagságú, körülbelül $1,5 \times 1,5$ cm méretű polietilén zacskóba. A kibocsátót 8×1 cm méretű műanyag nyélhez erősítettük a könnyű kezelhetőség érdekében. Az illatanyagokat tömény formában (oldószer nélkül) adagoltuk a tampon darabokra, majd a nyitott polietilén zacskócskát leforrasztottuk. Korábbi, a Cetoniinae alcsalád fajain végzett kísérleti eredményeink azt mutatták, hogy a jelen kísérletben használt vegyületek a PE zacskó falán át több héten keresztül, folyamatosan jutnak a környezetbe szabadföldön (Imrei 2003), ezért 2-3 hetente cseréltük a csalétkeket.

Minden kibocsátót külön-külön alumínium fóliába csomagoltunk, és a felhasználásig 30°C-on tároltunk. A szintetikus illatanyagok legalább 95%-os tisztaságúak a forgalmazó Sigma-Aldrich Kft. (Budapest, Magyarország) nyilatkozata szerint.

Csapdák. A szabadföldi kísérleteket VARb3 típusú, módosított varsás csapdákkal (CSALOMON, www.csalomontraps.com, MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest) végeztük (Imrei 2003; Imrei és mtsai 2002; Schmera és mtsai 2004). Korábbi vizsgálatainkban az aranyos rózsabogár és a rezes virágbogár csak gyenge színérzékenységet mutatott (Tóth és mtsai 2005).

Szabadföldi kísérletek. A kísérleteket 2016. június 24-től július 11-ig, Budapesten (Pest megye, Magyarország) egy bozotos területen végeztük, ahol főleg vadrózsa (*Rosa canina* L.) és galagonya (*Crataegus* spp.) fordult elő. Egy ismétlésen belül a különböző kezelések csapdáit körülbeül 10 m távolságban, véletlenszerű sorrendben, a talajszinttől 1,5 méter magasságban a vadrózsabokrokhoz drótozva működtettük. A csapdákat hetente kétszer ellenőriztük, a fogási adatokat rögzítettük, a bogarakat eltávolítottuk a csapdából, majd a fogott bogarakat meghatároztuk.

1. kísérlet. A hármas kombinációk illatanyagait, azaz az 1-feniletanolt, (*E*)-anetolt, illetve a 3-metil-eugenolt, eugenolt vagy izoeugenolt, mint harmadik komponenst egyenként 200 μ l mennyiségben adagoltuk a csalétkekbe. Kék felsőrésű csapdákat alkalmaztunk, mivel

a kék színű csapda ismert virág-illatanyagokkal együtt alkalmazva mindkét faj esetében nagy fogásokat eredményezett (Tóth és mtsai 2005; Vuts és mtsai 2010b). Minden csapda/csalétek kombinációt négy ismétlésben helyeztünk ki, beleértve a kezeletlen kontroll csapdákat.

2. *kísérlet* A vizsgált illatanyagokat 200 µl mennyiségben külön-külön csalétekbe adagoltuk. Zöldessárga felsőrészű csapdákat használtunk, mivel ez a csapda az ismert virág-illatanyagokkal együtt alkalmazva szintén hatékonynak bizonyult a korábbi vizsgálatokban a két vizsgált faj esetében és más rózsabogár fajnál is (Tóth és mtsai 2005). Minden csapda/csalétek kombinációt három ismétlésben helyeztünk ki, beleértve a kezeletlen kontroll csapdákat.

Statisztika. Minden statisztikai eljáráshoz a StatView® v4.01 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA) és a Super ANOVA® v1.11 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA) szoftvercsomagokat használtuk. A fogási adatok nem feleltek meg a parametrikus statisztikai tesztek elvégzéséhez szükséges előfeltételeknek a szórás tekintetében, ezért nem-parametrikus Kruskal-Wallis tesztet végeztünk. Mikor a Kruskal-Wallis teszt szignifikáns eltérést mutatott, kezeléspáronként végeztünk összehasonlítást Mann-Whitney U teszt segítségével.

Eredmények

1. *kísérlet* Mindkét cserebogár faj esetén minden kezelt csapda szignifikánsan több bogarat fogott a kezeletlen kontrollhoz képest. A két faj fogása a 3-metil-eugenolt tartalmazó háromkomponensű kombinációval kezelt csapdában nagyobb volt, az eugenolt és izoeugenolt tartalmazó kombinációk fogásaihoz viszonyítva (1. ábra).

2. *kísérlet* A 2-feniletanol tartalmazó kétkomponensű kombinációk közül az izoszafróllal és 4-metoxifenetil-alkohollal kezelt csapdák szignifikánsan több aranyos rózsabogarat fogtak a kezeletlen és a csak 2-feniletanollal kezelt csapdákhoz képest, amelyek nem vagy csak elhanyagolható számban fogtak (2. ábra). A 2-feniletanol és 4-metoxifenetil-alkoholt tartalmazó kettős csalétek tartalmazó csapdák aranyos rózsabogár fogásai jelentősen nagyobbak voltak a többi kezelés fogásainál, melyekben csak kisebb, vagy alkalmanként nulla fogást rögzítettünk.

A 2-feniletanol 1,2,4-trimetoxibenzénnel vagy 4-metoxifenetil-alkohollal kombinálva jelentősen nagyobb rezes virágbogár fogásokat eredményezett az összes többi kezeléshez képest (2. ábra). A 2-feniletanol metil-szaliciláttal vagy 4-oxoizoforonnal kettős kombinációban alkalmazva szignifikánsan több rezes virágbogarat csalogatott, mint a kezeletlen kontroll és a 2-feniletanollal kezelt csapdák. Más kezeléseknél és a kezeletlen kontrollnál elhanyagolható nagyságú fogásokat rögzítettünk.

A 2-feniletanol és 1,2,4-trimetoxibenzén kombinációjával kezelt csapdában a rezes virágbogár aránya jelentősen nagyobb volt, mint a 2-feniletanol és 4-metoxifenetil-alkoholt tartalmazó csapdában (3. ábra), annak ellenére, hogy az utóbbi kezelésben abszolút értékben nagyobb volt a fogott rezes virágbogarak száma (2. ábra).

Következtetések

A virág-illatanyagok cserélhetősége hasonló kémiai szerkezetű illatanyagokkal. A jelen munka eredményei alapján a hasonló molekulás szerkezet ellenére a 3-metil-eugenol sem eugenollal sem izoeugenollal nem helyettesíthető a háromkomponensű kombinációban, mert

nem ér el egyik faj csalogatásában sem hasonló szintet (1. ábra, 1. kísérlet). Az eredmények mindkét fajnál a 3-metil-eugenolra finomhangolt viselkedési választ igazolnak, mely a gazdanövény fenológiai stádiumát jelezheti (pl. virágzás vagy érő gyümölcs) és jóval kisebb valószínűséggel a taxont, tekintettel az illatanyag elterjedtségére a növényvilágban (Knudsen és mtsai 2006).

Mostani munkánk alapján sem lehet meghatározni a két fajra kisebb csalogató hatással bíró eugenol vagy izoeugenol relatív fontosságát, hasonlóan korábbi munkáinkhoz (Tóth és mtsai 2003), ahol az eugenol, geraniol és fenetil-propionát kombinációja jelentősen több aranyos rózsabogarat és rezes virágbogarat csalogatott az elméleti nulla fogáshoz képest, míg az eugenol önmagában csak nagyon gyenge csalogató hatást mutatott a rezes virágbogárra. Következésképpen gyakorlati szempontból a 3-metil-eugenol nem helyettesíthető sem eugenollal, sem izoeugenollal.

Lampman és Metcalf (1987) bebizonyította, hogy az eugenol nem helyettesíthető 3-metil-eugenollal a *Diabrotica barberi* Smith & Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae) csalogatására. Az eugenolt tartalmazó csapdák háromszor több imágót csalogattak a 3-metil-eugenollal kezeltéknél, ami az eugenolra finomhangolt viselkedési válasza utalt.

Lampman és Metcalf (1987) azonban a cserélhetőségre is közölt egy példát, ahol a *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae) csalogatására alkalmas, veratrolt, indolt és a fenilacetaldehidet tartalmazó hármaskombinációt, egy kémiai rokon vegyületekből álló másik háromkomponensű kombinációval hasonlították össze. Az utóbbi kombinációban az 1,2,4-trimetoxibenzén a veratrolt (szin.: 1,2-dimetoxibenzén) helyettesítette, míg a (*E*)-fahéjaldehid a fenilacetaldehidet, amely egy kettős kötéssel kapcsolódó szénatommal hosszabb láncú. Az indol volt a harmadik, közös összetevő mindkét kombinációban. Az eredmények azt mutatták, hogy mindkét kombináció hasonlóan erős csalogató hatást fejtett ki a *D. undecimpunctata* imágókra, és más *Diabrotica* fajokra is.

Új attraktáns kombinációk. A 2. kísérletben két új, csalogató hatással bíró, kétkomponensű virág-illatanyag kombinációt azonosítottunk az aranyos rózsabogárra, melyek közül a 2-feniletanol és 4-metoxifenetil-alkoholkombinációjának hatása erősebb volt a 2-feniletanol és izoszafról kombinációjának hatásánál (2. ábra). Négy új, kétkomponensű virág-illatanyag kombinációt azonosítottunk a rezes virágbogár csalogatására, amelyek a 2-feniletanol 1,2,4-trimetoxibenzénnel, metil-szaliciláttal, 4-oxoizoforonnal és 4-metoxifenetil-alkohollal alkotott kombinációi, melyek közül az első és az utolsó kombináció a másik kettőnél erőteljesebb hatásúnak bizonyult.

Dél-Afrikában Donaldson és mtsai (1990) megállapították, hogy a vizsgált 69 virág-illatanyag a fele jelentősen csalogatta a Cetoniinae alcsalád fajait. Ez a következtetés a jelen munkában vizsgált cserebogár fajokkal kapcsolatos tapasztalatainkkal együtt arra utal, hogy a vizsgált Cetoniinae cserebogár fajokra a virág-illatanyagok viszonylag széles skálája gyakorol csalogató hatást. Ezt a hipotézist a 2. kísérlet eredményei is alátámasztják.

Hasonlóságok és különbségek az aranyos rózsabogár és a rezes virágbogár virág-illatanyagokra adott válaszaiban. Egyrészt az 1. kísérlet eredményei hasonlóságot mutatnak a két faj virág-illatanyag csalogatásában. Továbbá a 2. kísérletben a 2-feniletanol és 4-metoxifenetil-alkohol kombinációja hasonlóan csalogatta mindkét fajt, és hasonló pozitív

viselkedési választ adtak tendenciájában a 2-feniletanol és metilszalicilát, valamint a 2-feniletanol és 4-oxoizoforon kombinációjára, illetve az önmagában alkalmazott 2-feniletanolra.

Másrészről szignifikáns különbségeket is tapasztaltunk a két faj válaszában, hiszen a rezes virágbogát erősen csalogatta a 2-feniletanol és 1,2,4-trimetoxibenzén kombinációja, míg az aranyos rózsabogárra nem volt ilyen hatással (2. ábra). A rezes virágbogár aránya az aranyos rózsabogárhoz képest a fenti kétkomponensű kombinációval kezelt csapdában nagyobb volt, mint a 2-feniletanolt és 4-metoxifenetil-alkoholt tartalmazó csapdáknban, pedig abszolút értékben itt voltak a legnagyobbak a fogások mindkét faj esetében (3. ábra). Ezzel szemben a 2-feniletanol és izoszafról kombinációja szignifikánsan csalogatta az aranyos rózsabogarat, de a rezes virágbogart nem (2. ábra). A rezes virágbogár aránya az utóbbi kezelésben hasonló volt ahhoz, mint amit a 2-feniletanol és 4-metoxifenetil-alkohol kombinációjánál tapasztaltunk (3. ábra).

Egy másik virág-illatanyag, a geraniol jobban csalogatta a rezes virágbogarat, mint az aranyos rózsabogát. Következésképpen a geraniol különböző kombinációi (Vuts és mtsai 2010b) és az 1,2,4-trimetoxibenzén (jelen munka) egy szelektívebb csalétek fejlesztéséhez vezethet a rezes virágbogár megfigyelésére. Az aranyos rózsabogár esetében is lehetőség van egy szelektívebb virágillatanyag-alapú csalétek kidolgozására olyan vegyületek kombinálásával, melyek specifikusabb választ váltottak ki a fajból, ilyen például a fenilacetaldehid (Imrei 2003) és az izoszafról (jelen munka).

Az új attraktáns komponensek előfordulása a növényekben és szerepük a rovarok kémiai kommunikációjában. Az aranyos rózsabogár és a rezes virágbogár a növényfajok széles körének generatív részeivel táplálkoznak, főként a Rosaceae családon belül. Ha sorra vesszük ezen növények által termelt virág-illatanyagokat, az a kémiai kommunikáció szempontjából segítheti megérteni a gazdanövényekre adott választ (1. táblázat).

3-metil-eugenol, eugenol, izoeugenol. Mindhárom eugenol típusú virág-illatanyag sok növény családban széles körben elterjedt, nagyrészt átfedésekkel (Knudsen és mtsai 2006). A két faj esetében tapasztalt, 3-metil-eugenolra adott szignifikáns válasz annak lehet tulajdonítható, hogy ez a vegyület általánosan jelen van a gazdanövényekben.

4-metoxifenetil-alkohol. Hasonlóan a jelenleg bemutatott eredményekhez, Vuts és mtsai (2010c) kimutatták, hogy a 4-metoxifenetil-alkohol hozzáadása a (*E*)-fahéjalkoholhoz és a (*E*)-anetolhoz jelentős mértékben növelte a bundásbogár fogásokat. Érdekes módon a 4-metoxifenetil-alkohol csak néhány növény családban fordul elő, amelyek Európában nem őshonosak (1. táblázat).

Metil-szalicilát. A metil-szalicilát egy széles körben elterjedt virág-illatanyag, mely számos rovarok által beporzott növényi családban előfordul (1. táblázat). Jelen munkában a metil-szalicilát 2-feniletanolos kombinációja szignifikánsan csalogatta a rezes virágbogarat, de az aranyos rózsabogarat nem, aminél csak alkalmi fogásokat tapasztaltunk, annak ellenére, hogy ez volt az egyik leginkább EAG-aktív vegyület Vuts és mtsai (2010b) közlésében, továbbá korábban sem sikerült szabadföldi aktivitást kimutatni (Vuts és mtsai 2008). Hasonlóan, a metil-szalicilát nagy EAG válaszokat váltott ki az egyik rokon fajból, a sokpettyes virágbogárból is, statisztikusan kimutatható szabadföldi csalogatás nélkül (Vuts és mtsai 2010c).

Másrészt olfaktométeres vizsgálatokban a kávészú (*Hypothenemus hampei* Ferrari, Coleoptera: Scolytidae) nőtényeire és annak két parazitoidjára, a *Prorops nasuta* Waterstone és a *Phymastichus coffea* (LaSalle) (Hymenoptera: Bethyilidae) fajokra, csalogató hatásának bizonyult a metil-szalicilát (Cruz-Lopez és mtsai 2016). Gencer és mtsai (2017) kimutatták, hogy a metil-szalicilát kétkomponensű kombinációja a benzaldehiddel vagy ismeretlen farnezén izomerekkel csalogatta a tizenhárompettyes katica (*Hippodamia variegata* Goeze, Coleoptera: Coccinellidae) imágóit. James (2003) közlésében a metil-szalicilát szabadföldi kísérletekben csalogatta a *Geocoris pallens* Stal. (Hemiptera: Lygaeoidea) imágóit és egyes zengőlegyeket (Diptera: Syrphidae). James és Price (2004) metil-szaliciláttal nagyobb számban csalogattak öt ragadozó rovarfaját, köztük a *Chrysopa nigricornis* Burmeister (Neuroptera, Chrysopidae), *Hemerobius* sp. (Neuroptera, Hemerobiidae), *Deraeocoris brevis* Uhler (Hemiptera, Miridae), *Stethorus punctum picipes* Casey (Coleoptera, Coccinellidae) és *Orius tricolor* White (Heteroptera, Anthocoridae) egyedeit, más taxonok mellett (Syrphidae, Braconidae, Empididae és Sarcophagidae).

1,2,4-trimetoxibenzén. A jelen munkában egy új csalogató hatású virág-illatanyagot fedeztünk fel, mely a rezes virágbogár fogásait megnöveli, míg az aranyos rózsabogár fogásait nem. Számos növény család termeli ezt az illatanyagot, köztük Európában őshonos növényfajok (1. táblázat). Az 1,2,4-trimetoxibenzén indollal és (*E*)-fahéjaldehiddel kombinációban több Luperini tribuszba (Chrysomelidae) tartozó faj ismert attraktánsa, beleértve az *Acalymma trivittatum* F., *D. undecimpunctata howardi* Barber és a *D. virgifera virgifera* LeConte fajokat (Andrews és mtsai 2007; Hoffmann és mtsai 1996; Lampman és Metcalf 1987).

Izoszafrol. Az izoszafrol csak nyomokban fordul elő növényekben, elsősorban növényi olajokban (1. táblázat). Jelen munkában a 2-feniletanollal kombinációban szignifikánsan csalogatta az aranyos rózsabogarat, míg a rezes virágbogárra nem volt hatással. Huang és mtsai (1999) az izoszafrol erős táplálkozást gátló hatását mutatta ki a gabonaszizsikre (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera: Curculionidae). Donaldson és mtsai (1990) munkájában az izoszafrol az egyik legerősebben csalogató vegyületnek bizonyult a Cetoniinae fajokra, így az *Oxythyrea*, a *Clinteroides permutans* (Burmeister) és *Plaesiorrhina reurva plana* (Wiedemann) fajok egyedeire.

4-Oxoizoforon. A 2-feniletanol és 4-oxoizoforon kombinációja csalogatta a rezes virágbogarat. A 4-oxoizoforon, annak ellenére, hogy nem annyira gyakori a növényekben, számos Európában őshonos növény család fajaiban fordul elő (1. táblázat). A 4-oxoizoforon és a fenilacetaldehid kombinációja csalogató hatásának bizonyult a *Pyrausta orphisalis* Walker és az *Udea profundalis* Packard (Lepidoptera: Crambidae) fajokra (Landolt és mtsai 2014).

1. Táblázat A 2. kísérletben vizsgált vegyületek előfordulása a növényekben, és azok szabadföldi aktivitása a Cetoniinae fajokra.

virág-illatanyag	növény család	referencia
1,2,4-trimetoxibenzén	Cucurbitaceae, Ericaceae, Hyacinthaceae, Malvaceae, Oleaceae	Knudsen és mtsai (2006)

4-metoxifenetil-alkohol	Annonaceae Araceae Hyacinthaceae and Orchidaceae	Jürgens és mtsai (2000), Kite és Hettterscheid (1997), Knudsen és mtsai (2006)
4-oxoizoforon	Apiaceae, Asteraceae, Dipsacaceae, Iridaceae, Orchidaceae, Polemoniaceae, Scrophulariaceae, Theophrastaceae	Knudsen és mtsai (2006)
izoszafrol	Asteraceae	Ronis és mtsai (2001)
metil-szalicilát	Arecaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Caprifoliaceae, Fabaceae, Hyacinthaceae, Lauraceae, Malvaceae, Moraceae, Orchidaceae, Rutaceae, Solanaceae, Violaceae	Knudsen és mtsai (2006)

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatták

- Tóth Miklós INSECTLIFE Innovative Real-time Monitoring and Pest control for Insects (LIFE13 ENV/HU/001092) pályázata,
- Fail József Bolyai János Kutatási Ösztöndíja a Magyar Tudományos Akadémia részéről, míg
- Vuts József a Rothamsted Research keretében támogatást kapott az Egyesült Királyság Biological Sciences Research Council kutatási tanácsától.

Irodalom

- Andrews, E. S., Theis, N., Adler, L. S.** (2007): Pollinator and herbivore attraction to Cucurbita floral volatiles. *J. Chem. Ecol.*, 33:1682-1691. doi:10.1007/s10886-007-9337-7
- Chen, R. Z., Li, Y.** (2011): A novel plant volatile attractant scheme to protect corn in China from the white-spotted flower chafer (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). *J. Pest Sci.*, 84:327-335. doi:10.1007/s10340-011-0353-6
- Cruz-Lopez, L., Diaz-Diaz, B., Rojas, J. C.** (2016): Coffee volatiles induced after mechanical injury and beetle herbivory attract the coffee berry borer and two of its parasitoids. *Arthropod-Plant Interactions*, 10:151-159.
- Donaldson, J. M. I., McGovern, T. P., Ladd, J. R.** (1990): Floral attractants for Cetoniinae and Rutelinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Econ. Entomol.*, 83:1298-1305.
- Gencer, N. S., Kumral, N. A., Seidi, M., Pehlevan, B.** (2017): Attraction responses of ladybird beetle *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae) to single and binary mixture of synthetic herbivore-induced plant volatiles in laboratory tests. *Turkish Journal of Entomology*, 41:17-26.
- Hoffmann, M. P., Kirkwyland, J. J., Smith, R. F., Long, R. F.** (1996): Field tests with kairomone-baited traps for cucumber beetles and corn rootworms in cucurbits. *Department of Entomology, Cornell University, Ithaca.* 25:1173-1181.

- Hommonay, F., Hommonayné-Csehi, É.** (1990): Cserebogarak – Melolonthidae. In: T. Jermy and K. Balázs (eds): A növényvédelmi állattan kézikönyve (Handbook of Plant Protection Zoology) III/A. 156-215:156-215.
- Huang, Y., Ho, S. H., Kini, R. M.** (1999): Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Econ. Entomol., 92:676-683.
- Hurpin, B.** (1962): Super-Famille des Scarabaeoidea. In: Entomologie Appliquée a l'Agriculture. Ed. by Balachowsky AS, Masson et Cie E' diteurs, Paris,;24–204.
- Imrei, Z.** (2003): Kártevő bogarak kémiai kommunikációja. PhD dolgozat, Szent István Egyetem, Budapest
- Imrei, Z., Tóth, M., Tolasch, T., Francke, W.** (2002): 1,4-Benzoquinone attracts males of *Rhizotrogus vernus* Germ. Z. Für Naturforschung C, 57: 177-181.
- James, D. G.** (2003): Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. Environ. Entomol., 32:977-982. doi:10.1603/0046-225x-32.5.977
- James, D. G., Price, T. S.** (2004): Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. J. Chem. Ecol., 30:1613-1628. doi:10.1023/B:JOEC.0000042072.18151.6f
- Jürgens, A., Webber, A., Gottsberger, G.** (2000): Floral scent compounds of Amazonian Annonaceae species pollinated by small beetles and thrips. Phytochemistry, 55:551-558.
- Kite, G. C., Hettterscheid, W. L. A.** (1997): Inflorescence odours of *Amorphophallus* and *Pseudodracontium* (Araceae). Phytochemistry, 46:71-75.
- Knudsen, J. T., Eriksson, R., Gershenson, J., Stahl, B.** (2006): Diversity and distribution of floral scent. Bot Rev, 72:1-120. doi:10.1663/0006-8101(2006)72[1:dadofs]2.0.co;2
- Lampman, R. L., Metcalf, R. L.** (1987): Multicomponent kairomonal lures for southern and western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae: *Diabrotica* spp.). J. Econ. Entomol., 80:1137-1142.
- Landolt, P., Cha, D., Davis, T. S.** (2014): Attraction of the Orange Mint Moth and False Celery Leaf-tier Moth (Lepidoptera: Crambidae) to Floral Chemical Lures. J. Econ. Entomol., 107:654-660. doi:10.1603/ec13535
- Lee, J. E., Jo, D. E., Lee, A. J., Park, H. K., Youn, K., Yun, E. Y., Hwang, J. S., Jun, M., Kang, B. H.** (2014): Hepatoprotective and antineoplastic properties of *Protaetia brevitarsis* larvae. Entomol. Res., 44:244-253. doi:10.1111/1748-5967.12075
- Ronis, M., Rowlands, J., Hakkak, R., Badger, T.** (2001): Inducibility of hepatic CYP1A enzymes by 3-methylcholanthrene and isosafrole differs in male rats fed diets containing casein, soy protein isolate or whey from conception to adulthood. The Journal of Nutrition, 131:1180-1188.
- Schmera, D., Tóth, M., Subchev, M., Sredkov, I., Szarukan, I., Jermy, T., Szentesi, A.** (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:10.1016/j.cropro.2004.02.006
- Tóth, M., Imrei, Z., Szarukán, I., Voigt, E., Schmera, D., Vuts, J., Harmincz, K., Subchev, M.** (2005): Chemical communication of fruit- and flower-damaging scarabs: results of one decade's research efforts. Növényvédelem, 41:581-588.
- Tóth, M., Klein, K. G., Imrei, Z.** (2003): Field Screening for Attractants of Scarab (Coleoptera: Scarabaeidae) Pests in Hungary Related information. Acta Phytopath. Entomol. Hung. , 38: 3-4.
- Tóth, M., Schmera, D., Imrei, Z.** (2004): Optimization of a chemical attractant for *Epicometis (Tropinota) hirta* Poda. Z. Naturforsch. C, 59:288-292.

- Voigt, E., Tóth, M., Imrei, Z., Vuts, J., Szóllós, L., Szarukán, I.** (2005): Damages by *Anomala vitis* and *Cetonia aurata* (Coleoptera: Scarabaeidae) and possibilities for environmentally harmless control. *Agrofórum*, 16:63-64. (In Hungarian).
- Vuts, J., Baric, B., Razov, J., Toshova, T. B., Subchev, M., Sredkov, I., Tabilio, R., Di Franco, F., Toth, M.** (2010a): Performance and selectivity of floral attractant-baited traps targeted for cetoniin scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae) in Central and Southern Europe. *Crop Prot.*, 29:1177-1183. doi:10.1016/j.cropro.2010.05.007
- Vuts, J., Imrei, Z., Tóth, M.** (2008): Development of an Attractant-Baited Trap for *Oxythyrea funesta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae). *Z. Naturforsch. C*, 63:761-768.
- Vuts, J., Imrei, Z., Tóth, M.** (2010b): New co-attractants synergizing attraction of *Cetonia aurata aurata* and *Potosia cuprea* to the known floral attractant. *J. Appl. Entomol.*, 134:9-15. doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01432.x
- Vuts, J., Kaydan, M. B., Yarimbatman, A., Tóth, M.** (2012): Field catches of *Oxythyrea cinctella* using visual and olfactory cues. *Physiol. Entomol.*, 37:92-96. doi:10.1111/j.1365-3032.2011.00820.x
- Vuts, J., Szarukán, I., Subchev, M., Toshova, T., Tóth, M.** (2010c): Improving the floral attractant to lure *Epicometis hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae). *J. Pest Sci.*, 83:15-20. doi:10.1007/s10340-009-0263-z

1. ábra A *Cetonia a. aurata* (A) és a *Potosia cuprea* (B) átlagos fogásai az 1. kísérletben az 1-feniletanol és (*E*)-anetol kombinációjával kezelt csapdákban, melyhez harmadik komponensként 3-metil-eugenolt, eugenolt, vagy izoeugenolt adtunk, valamint a kezeletlen csapdák fogásai. A diagramon belül a megegyező betűk a szignifikáns különbség hiányát jelzik a Kruskal-Wallis teszt alapján, P=5%, amit páronként a Mann-Whitney U teszttel vizsgáltunk.
2. ábra A *Cetonia a. aurata* (A) és a *Potosia cuprea* (B) átlagos fogásai a 2. kísérletben 2-feniletanollal kezelt csapdákban, kétkomponensű kombinációban gyakori virág-illatanyagokkal, valamint a kezeletlen csapdák fogásai. A szignifikancia jelölését lásd 1. ábra.
3. ábra A *Potosia cuprea* fogások százalékos aránya a 2. kísérletben a *Potosia cuprea* és *Cetonia aurata aurata* együttes teljes fogásához viszonyítva (= 100%), a 2-feniletanol kettős kombinációjában 4-metoxifenetil-alkohollal, 1,2,4-trimetoxibenzénnel vagy izoszafrollal. A szignifikancia jelölését lásd 1. ábra.