



Szent István Egyetem

Kémiai kommunikációs csatornák kutatása kártevő lepkék (Lepidoptera) és darazsak (Hymenoptera) csapdázására alkalmas csalétkek fejlesztése céljából

Jósvai Júlia Katalin

Gödöllő

2017

A doktori iskola

Megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

Tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
SZIE Kertészettudományi Kar
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezető: Dr. Tóth Miklós
tudományos tanácsadó, MTA rendes tagja
MTA ATK Növényvédelmi Intézet
Alkalmazott Kémiai Ökológia Osztály

Belső konzulens: Dr. Vének Gábor
egyetemi docens, PhD
SZIE Kertészettudományi Kar
Rovartani Tanszék

A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

.....
A belső konzulens jóváhagyása

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

A növényvédelmi gyakorlat az elmúlt évtizedekben jelentős átalakulásokon ment át, amely folyamat ma is tart. A széles hatásspektrumú növényvédő szereket fokozatosan leváltják az egyre specifikusabb hatású készítmények, amelyek pl. a kártevők életének csak egy bizonyos szakaszában hatásosak (juvenilhormon analógok, kitinszintézis-gátlók stb.), illetve előtérbe kerülnek a környezetkímélőbb, kisebb terheléssel járó, egyben költséghatékony termesztési és védekezési módszerek. Ennek az átalakulásnak az előfeltétele azonban, hogy a termesztőnek minél pontosabb képet kell kapnia arról, hogy az ültetvényében előforduló kártevők (és kórokozók) életfázisai hogyan alakulnak, hiszen ennek ismeretében tudja csak megfelelően időzíteni a védekezést.

A kártevő rovarok elleni növényvédelmi előrejelzésben elterjedten használt eszközök a kártevő-specifikus feromoncsapdák, melyekkel az adott faj rajzása nyomon követhető, ezáltal a védekezés időzítése pontosítható. E csapdák legtöbb esetben a nőtény által termelt, hímeket csalogató specifikus szexferomont tartalmazzák (JUSTUM et GORDON, 1989; WITZGALL et al., 2010). A nőtények rajzásáról ugyanakkor nem adnak semmiféle információt, pedig ennek ismerete számos előnnyel járhatna. A nőtények rajzása sok esetben a hímek rajzásához képest eltolódhat (protandria), és a nőtények rajzásához igazított védekezés hatékonyabb lehetne, mivel szorosabb összefüggést mutathat a peték lerakásának időszakával, mint a hímek rajzása. Egy hatékony, nőtényt is csalogató csalétek más, alternatív módszerek alkalmazását is elősegítheti, mint például a tömeges csapdázás, a "csald és öld" módszer, de lehetővé válik a steril hím módszer hatékonyságának ellenőrzése vagy a "huzi-voni" ("push – pull") módszer kifejlesztése is. Ezen túlmenően olyan kártevők esetében, amelyeknél a szexferomonos kommunikáció korlátozott, vagy nem jelentős [mert pl. életük során nagyrészt aszexuális dolgozó egyedek tevékenykednek – Vespinae (D'ADAMO et al., 2004)], esetleg a szexferomonjuk kémiai összetétele bonyolult, előállításuk pedig túl költséges a gyakorlatban való alkalmazáshoz (pl. *Popillia japonica* Newmann – KLEIN, 1981), szintén fontos lehet egy másfajta kémiai kommunikációs csatornán alapuló csalétek alkalmazása.

A rovarok életében a párosodáson túl a táplálékkeresés tölt be fontos szerepet, ezért a tápnövényből származó illatanyagok között volt várható olyanok felfedezése, amelyek csalogató funkcióval is bírhatnak.

A dolgozat két rovarcsoport példáján keresztül mutatja be a tápnövény-illatanyagok felhasználásának lehetőségeit a kártevő rovarok elleni védekezésben.

1.1. Kártevő molyok

Az alma (*Malus domestica* Borkh.) legjelentősebb kártevője, az almamoly [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera:Tortricidae)] esetében már régre visszanyúlóan foglalkoztak csalogató hatású tápnövény-illatanyagok azonosításával (pl. YOTHERS 1927; HERN et DORN, 2001). A 2000-es évek elején, egy amerikai kutatócsoport mutatta ki (LIGHT et al., 2001) az érett körtében, illetve egyéb érőfélben lévő gyümölcsben megtalálható körte észter [etil-(*E,Z*)-2,4-dekadienoát – pear ester – PE], mint az almamoly nőtényeket szabadföldi körülmények között is vonzó vegyületet. A PE szabadföldi csalogatóképességével kapcsolatos más munkákban azonban eltérő eredmények láttak napvilágot, ezért úgy tűnt, hogy a gyakorlatban való alkalmazásának megítéléséhez a PE adott régióban való csalogatóképességének előzetes vizsgálata mindenképpen szükséges.

Az ezt követő vizsgálatokban a PE csalogatóképességét növelő illatanyagok után kutattak. Vizsgálták egyrészt a PE és almamoly szexferomon [(*E,E*)-8,10-dodekadienol – ROELOFS et al., 1971; továbbiakban PH-CP] együttes használatának lehetőségét (pl. FERNÁNDEZ et al., 2010; DE CRISTOFARO et al., 2004), illetve további tápnövény-illatanyagokat kerestek. Az újabb áttörést a nőtényt is csalogató almamoly attraktánsok keresésében annak a kimutatása jelentette (LANDOLT et al., 2007), hogy az ecetsav (AA) hozzáadása a PE-hez jelentősen megnöveli mind a hím, mind a nőtény almamoly fogásokat, nem csak laboratóriumi, de szabadföldi kísérletekben is. Az AA egy mikrobiális fermentációs produktum, melynek szinergista hatása más rovarcsoportok táplálék-illatanyagai esetében is ismert [pl. Vespidae (Hymenoptera) – LANDOLT et al., 1999].

A tápnövény-illatanyagokat tartalmazó csalétek – jellegükből kifolyólag – nem fajspecifikusak, hiszen legtöbbször olyan általános tápnövény-illatanyagokat tartalmaznak, amelyek számos növényben jelen vannak és amelyeket számos rovar használhat tájékozódásra (BRUCE et PICKETT, 2011). A PE esetében az almamolyon kívül más kártevő molyfajokról is kimutatták, hogy a PE-tartalmú csapdákból megtalálhatóak (CORACINI et al., 2004; SCHMIDT et al., 2007). Ezek a fajok a Tortricidae családba tartozó rügysodró tükrömoly [*Hedya nubiferana* (Haw.)], bükkmakkmoly [*Cydia fagiglandana* (Zeller)], tölgymakkmoly [= gesztenyemoly, *Cydia splendana* (Hübner)] és makkfűrómoly [*Pammene fasciana* (L.)] voltak. A felsorolt fajok mindegyike kisebb-nagyobb jelentőségű kártevőként van számon tartva (MÉSZÁROS et REICHART, 1995), tehát ezek az eredmények nem csak tudományos, de gyakorlati szempontból is érdekesnek számítottak.

Az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében (2012-től MTA ATK Növényvédelmi Intézet) 2007-től folyó intenzív kutatások a körte észter és ecetsav tartalmú csalétek (PEAA)

csalogatóképességével összefüggésben. Mivel a PE csalogatóképességéről eltérő eredmények láttak napvilágot, indokolt volt a csalétek hazai körülmények között való kipróbálása is. A kísérletek eredményeképp kimutatták, hogy a PE Magyarországon önmagában nem, vagy csak nagyon gyengén csalogatta az almamoly hím és nőstény egyedeket és sem a PE dózisének növelése, sem különböző diszpenzer fajták alkalmazása nem emelte a fogásokat. Az AA-t is tartalmazó csalétek minden esetben szignifikánsan több almamoly csalogattak, mint a csak PE-t, vagy csak AA-t tartalmazóak. A PEAA keverékével csalétezett csapdák a PH-CP csapdák fogásához képest 5-30% almamolyt csalogattak és a kétféle csalétek együttes alkalmazása nem járt semmiféle előnnyel (TÓTH et al., 2009a). A PEAA-val csalétezett csapdák az almamolyon kívül csalogattak más kártevő és nem kártevő fajokat is, melyek esetében az AA szinergista hatásáról sem volt tudomás. Ezek a rügysodró tükrösmoly, a körtemoly [*Cydia pyrivora* (Dan.) (Lepidoptera: Tortricidae)] (TÓTH et al., 2009c) és az almafaszitkár [*Synanthedon myopaeformis* (Borkh.) (Lepidoptera: Sesiidae)] (TÓTH et al., 2009b) egyedei voltak, illetve egy nappali lepke fajt, a fehéröves szénalepkét [*Coenonympha arcania* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae)] is jelentős számban fogták a csapdák (TÓTH et al., 2009c). Ez utóbbi két eredmény különösen meglepő volt, mivel a fent felsorolt, korábbi eredmények alapján a PE csak közel rokon, a sodrómolyok családjába tartozó fajokat csalogatott, és más családból származóakat nem.

1.2. Kártevő darazsak

Kártevő darazsak alatt a dolgozatban a hártványászárnyúak (Hymenoptera) rendjének társas redősszárnyú darazsak (Vespidae) családjába tartozó darázsfajokat értem, melyek közül több világszerte problémákat okoz (EDWARDS, 1980; MÓCZÁR, 1995). A legjelentősebb fajok a családon belül a Polistinae (papírdarazsak) és Vespinae (valódi darazsak) alcsalád tagjai közül kerülnek ki, melyek közös, jellemző tulajdonsága a társas viselkedési forma, a nagymértékben generalista táplálkozási mód, a jó alkalmazkodóképesség, a jó diszperziós képesség, a magas szaporodási ráta és a hatékony predációs képesség. A világkereskedelmi hálózatok intenzív használatának és a globalizációnak köszönhetően ezek közül a fajok közül többet is szétterjesztettek az eredeti elterjedési területükön kívülre is (BEGGS et al. 2011) és kilencet közülük kifejezetten invazív kártevőként tartanak számon. A két legismertebb, Magyarországon is honos, palearktikus elterjedésű faj, a német darázs [*Vespula germanica* (F.)] és a kecskedarázs [*Vespula vulgaris* (L.)], melyek mára már a Föld szinte összes részén megtalálhatóak (MÓCZÁR, 1995).

A darazsak elleni védekezés leghatékonyabb módszerének az adott területen lévő populáció folyamatos gyérítése bizonyult (BEGGS et al., 2011). A legelterjedtebben használt két módszer a tömegcsapdázás és a mérgezett csalétkes gyérítés, melyek kulcsfontosságú része a megfelelő hatékonyságú csalétek. Az elterjedten használt természetes alapú attraktánsok (DEMICHELIS et al., 2014; DVORAK and LANDOLT, 2006) csalogatóképessége az erjedés előrehaladtával folyamatosan változik, emiatt sűrűn kell cserélni őket, ami megnöveli a költségeket. Ezek azért sem használhatóak széleskörűen, mert vonzanak más, hasznos vagy nem kívánt rovarokat, mint például a méheket (pl. D'ADAMO and LOZADA, 2003). A kutatások célja olyan csalétek kifejlesztése volt, amely hosszan és egyenletesen csalogatja a szezonban a darazsakat, olcsó, és könnyen fenntartható (RUST et al., 2010).

Az almamolyhoz hasonlóan a darazsak szintetikus csalétekfejlesztése is az erjedő cukros elegyekből kiáramló illatanyagok kutatásával, illetve az ezekhez hasonló szintetikus vegyületek szisztematikus vizsgálatával kezdődött (pl. DAVIS et al., 1967). A két legismertebb, elterjedten használt szintetikus attraktáns a heptil-butirát (HB) és az izobutanol (IB). Az AA hozzáadása az IB-hez pedig a darazsak esetében is jelentősen megnövelte a csalogatóképességet (LANDOLT et al., 1999).

A darazsak ragadozó viselkedésével kapcsolatos megfigyeléseket alapul véve azonosítottak olyan, zsákmányállatból kiáramló illatanyagokat (kairomonokat), amelyek a darazsakat csalogatták. Az első ilyen példa az amerikai *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera) feromonkomponensei, amelyek gyengén csalogatták egy észak amerikai darázsfaj, a *Vespula maculifrons* (du Buysson) egyedeit (ALDRICH et al., 1986). A darázsfajt csalogató IB és AA keverékéhez (továbbiakban IBAA) hozzáadva a darazsak száma (*V. maculifrons* és *V. germanica*) szinergikus módon megnőtt (ALDRICH et al., 2004). Hogy ebben az esetben tanulásról van szó, és nem vele született képességről, azt alátámasztják azok a kísérletek is, ahol az azonosított, kairomonként ható feromonkomponensek csalogatóképességét más földrajzi területeken is kipróbálták. A *P. maculiventris* feromonkomponensei például sem Új-Zélandon (SPURR, 1995), sem Európában nem vonzották a *V. germanica* egyedeit (JÓSVAI et al., 2012).

A *Vespula* darazsak egyik kedvelt zsákmányának, a házi légynek (*Musca domestica* L.) szintetikus feromonkomponensét, a (Z)-9-trikozént vizsgálva, szintén kimutatták, hogy azt az IBAA keverékhez hozzáadva képes megemelni a *V. germanica* és *V. vulgaris* fogásait európai vizsgálatokban (JÓSVAI et al., 2012), ám azt nem lehetett tudni, hogy azokon a területeken, ahova a darazsakat behurcolták, hasonló fogásnövekedés kimutatható-e.

2. CÉLKITŰZÉS

2.1 Kártevő molyokkal (Lepidoptera) kapcsolatos kísérletek

Munkám során az MTA ATK Növényvédelmi Intézetében folyó magyarországi kutatásokba kapcsolódtam bele 2010-ben, melyek fő célja a PEAA szerepének feltárása volt olyan fajok esetében, ahol a PE vagy a PEAA keverékének csalogató hatása ismert volt, illetve olyan fajoknál, amelyeknél a PE csalogatóképessége ismert volt, de az AA szinergista hatását tüzetesebben nem vizsgálták.

Azoknál a fajoknál, amelyeket a PEAA keveréke csalogat, de a vegyületek érzékelésével kapcsolatos elektrofiziológiai vizsgálatok még nem voltak ismeretesek (almafaszitkár, rügysodró tükrösmoly, tölgymakkmoly, fehéröves szénalepke), elvégeztem ezeket az elektroantennográfiás (EAG) vizsgálatokat, amelyekkel kimutatható, hogy a vizsgált rovarfaj csápja az adott vegyületet képes-e érzékelni, és ha igen, milyen mértékben (ROELOFS, 1977).

Tanulmányoztam a PEAA keverék csalogatóképességére ható olyan tényezők szerepét is, amelyek egy, a gyakorlatban is felhasználható csalétek kifejlesztésénél szóba jöhetnek. Ilyen például a kibocsátó diszpenzer típusa, a csapda formája és a csapda tápnövényen való elhelyezése.

Azoknál a fajoknál, amelyeknél a szexferomon összetétele ismert volt (almamoly, rügysodró tükrösmoly, almafaszitkár, tölgymakkmoly), összehasonlítottam a szexferomonnal, illetve a PEAA keverékével csalétkezett csapdák használhatóságát a rajzáskövetés tekintetében. Ezen felül vizsgáltam a kétféle csalétektípus egyazon csapdában való használatának előnyeit és hátrányait is.

Az almamoly esetében a szakirodalomból ismert olyan anyagok [N-butil-szulfid (továbbiakban NBS) – LANDOLT et al. (2014); (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrién (továbbiakban DMNT) – KNIGHT et al. (2011)] hatását ellenőriztem, amelyek a PEAA keverékéhez adva, annak megnövelhetik a csalogatóképességét. Ezt a hatást ellenőriztem a keverék által csalogatott két másik kártevő fajnál is (rügysodró tükrösmoly, almafaszitkár).

A hazánkban nemrégiben megjelent (KISS et al., 2013) kártevő, a pettyesszárnyú muslica [*Drosophila suzukii* (Matsumura)] csapdázásával kapcsolatos tapasztalatokból kiindulva (LANDOLT et al., 2012) vizsgáltuk, hogy vajon a bor, mint természetes összetevő hozzáadása megemeli-e a fogásokat ezeknél a fajoknál is. Pozitív eredmény esetében a kísérletek következő fázisában lehetővé válik az egyes, csalogatóképesség megnövelését eredményező illatanyagok azonosítása.

2.2. Kártevő darazsakkal (Hymenoptera: Vespidae) kapcsolatos kísérletek

A kártevő darazsakkal kapcsolatos kísérletek egyik célja a már ismert, főleg a Vespinae alcsalád fajait csalogató IBAA csalétek hatásának fokozása volt.

Szintetikus vegyületek közül vizsgáltam a 2-feniletanol (továbbiakban 2FEN) IBAA csalétekhez való hozzáadásának hatását, mivel észak-amerikai darázfajokon végzett kísérletekben ez az anyag növelte az IBAA csalétek csalogatóképességét (Landolt, nem publikált)

Hasonló okokból, mint a kártevő molyokkal kapcsolatos kísérleteknél, vizsgáltam a bor, mint természetes összetevő hozzáadásának hatását az IBAA keverékhez.

Mint korábban láthattuk, az adott területen kifejlesztett csalétek csalogatóképessége eltérhet a különböző területek között. Új-Zélandon, ahova a Magyarországon is honos két társas redősszárnyú fajt behurcolták és ott nagymértékben elszaporodtak. Ezek nemcsak a városi területeken okoznak problémákat, de az új-zélandon őshonos bükkösökben is olyan mértékben elszaporodtak, hogy természetvédelmi problémákat okoznak (BEGGS, 2001). Célul tűztem ki emiatt a (Z)-9-trikozént tartalmazó IBAA csalétek (továbbiakban IBAATR) vizsgálatát Új-Zéland invazív darázfajokkal elárasztott két jellemző területén.

Időközben új-zélandi kutatók sikeres csaléteket fejlesztettek ki, amelyekkel a *Nothofagus* bükkösökben is nagy számban voltak képesek csalogatni a behurcolt darázfajokat. Ezek a csalétek a zöld kagylóból (*Perna canaliculus* Gmelin., Mollusca: Mytilidae), az erjesztett barna cukorból és a mézharmatból származó illatanyagokat tartalmazzák. Kifejlesztésre került ezen kívül az előbb felsorolt források illatanyagaiból összeválogatott komplex csalétek is, amelynek csalogatóképessége felülmúlta az összes eddig ismert csalétek csalogatóképességét a *Nothofagus* biotópban (UNELIUS et al., 2016). Mivel a mézharmat fogyasztása a darazsakra Magyarországi körülmények között is jellemző (MÓCZÁR, 1995 és saját megfigyelés), ezért a mézharmat illatanyagait tartalmazó csalétek csalogatóképességét magyarországi körülmények között is vizsgáltam. Ezen kívül alkalmam nyílt a komplex csalétek itthoni vizsgálatára is.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Szabadföldi csapdázásos kísérletek

A munkám során legfőképpen szabadföldi csapdázásos kísérleteket végeztem különböző ültetvényekben, nemzetközi szinten elfogadott módszerekkel. A kísérletek kezeléseit több ismétlésben, véletlen blokk elrendezés szerint tettem ki a kísérleti területre. A blokkokon belül a csapdákat egymástól kb. 10-15 méter távolságra, mellmagasságban (1-1.5 méter) helyeztem bokrok vagy fák ágaira. A kísérleteket általában hetente kétszer ellenőriztem. A fogott anyagot leszámoltam, és, ha kellett, ivar szerint szétválogattam.

2010 és 2015 között összesen 32 szabadföldi kísérletet végeztem, ebből 7 esetben a megtervezett és előkészített kísérleteket együttműködő kutató/kutatócsoport végezte el a SZIE Rovartani Tanszékéről (Hári Katalin) és a Debreceni Egyetem, Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növényvédelmi Intézetéből (Dr. Szarukán István, Dr. Holb Imre, Kecskés Zsófia, Drogán-Zsuga Ildikó, Krakkó László). Egy adott kísérletet általában párhuzamosan, több helyszínen is elvégeztük, a minél megbízhatóbb eredmények elérése érdekében. Összesen 12 kísérleti terület volt, melyek között hagyományos művelésű, légtértelített és felhagyott almás, szelídgesztenyés, tölgyes is szerepelt. Darazsakkal kapcsolatban Új-Zéland két eltérő területén (*Nothofagus*-bükkös és vegyes almás) is végeztem kísérleteket.

Az egyes kísérletek részletes adatait a doktori dolgozat 6.-12. táblázata tartalmazza.

3.2. Elektroantennográfiás vizsgálatok

Az elektroantennográfiás vizsgálatokhoz legtöbb esetben szabadföldről gyűjtöttem a kísérleti rovarokat (hímeket és nőstényeket), amelyeket a laboratóriumba vittem, és lehetőség szerint azonnal felhasználtam.

A csalogató viselkedést kiváltó komponensek (PE, AA) mellett általában sztenderdként alkalmaztam egy olyan vegyületet, amely a korábbi hasonló vizsgálatok során közepes választ váltott ki a csápokból. Ezen kívül amennyiben ismert volt, vizsgáltam az adott faj szexferomonjának komponenseire adott válaszokat is (pozitív kontroll), a vegyületekhez használt oldószert önmagában, valamint a stimulus nélküli levegőt is (negatív kontroll). A vizsgálatokat a szakterületen alkalmazott protokoll szerint végeztem (ROELOFS, 1977).

3.3 Statisztika

A szabadföldi csapdázásos kísérletek esetében a különböző kezelések által, a kísérlet teljes időtartama alatt fogott molyok átlagos számát hasonlítottam össze. Az adatsort $\log(x+0.5)$ transzformációval normalizáltam. Azokat a kezeléseket, amelyek nem fogtak egyetlen molyt sem, a további elemzésből kizártam. Azt, hogy egy adott kezelés fogása statisztikailag különbözik-e a nulla fogástól, Student-féle egyoldalú t-próbával állapítottam meg [$P > 0,05$; REEVE and STROM (2004)]. A megmaradt kezelések számától függően az átlagokat Student féle t-próbával vagy egyutas ANOVA-val elemeztem. Amennyiben az ANOVA szignifikanciát mutatott, a kezelések közötti különbségeket Tukey-féle vagy Games-Howell poszt-hoc teszttel állapítottam meg, attól függően, hogy az adatok a szóráshomogenitásnak megfeleltek-e [Levene-teszt, $P < 0,05$ DAY and QUINN (1989)].

Az elektroantennográfiás vizsgálatoknál a különböző stimulusokra adott válaszokat a közepes választ adó, sztenderdként használt stimulus válaszához képest normalizáltam és ezeknek a normalizált EAG válaszoknak az átlagait hasonlítottam össze egyutas ANOVA-val. Amennyiben szükséges volt, $\log(x)$ transzformációt alkalmaztam, hogy az adatsort normalizáljam. A normalitást Shapiro-Wilks teszttel ellenőriztem ($P > 0,05$). Mivel az átlagok szóráshomogenitása eltért (Levene-teszt, $P < 0,05$), Games-Howell post hoc teszttel állapítottam meg, hogy a különböző átlagok között hol vannak különbségek (DAY and QUINN, 1989).

A statisztikai kiértékelést az IBM SPSS szoftver 22.00 verziójával (2013) végeztem.

4. TUDOMÁNYRA ÚJ EREDMÉNYEK

Lepke fajok – Munkánk során elsőként fedeztük fel, hogy a PEAA az almamolyon kívül további három fontos kártevő, az almafaszitzkár [*Synanthedon myopaeformis* (Borkh.)], a rügysodró tükrösmoly [*Hedya nubiferana* (Haw.)] és a tölgymakkmoly [*Cydia splendana* (Hübner)] esetében is jelentős csalogató hatással bírt. Mindegyik említett kártevő PEAA alapú csalétkét optimalizáltuk a hatóanyag arányok, kibocsátók, a megfelelő feromonnal szembeni hatásereőség, illetve azzal együtt való alkalmazhatóság, csapda alakok és a csapdák használata (kihelyezési magasság) tekintetében. Az almamoly és az almafaszitzkár esetében a PEAA szintetikus csalétek hatását megtöbbszöröző félszintetikus kombinációt fejlesztettünk ki. Kutatási eredményeinket a gyakorlatba átvive, mind a négy kártevő fogására elérhetővé tettük a termeszők számára a biszex csalétkes csapdákat az MTA ATK CSALOMON® csapdacsaládjában.

A PEAA szintetikus kombinációról elsőként mutattuk ki, hogy viselkedésbefolyásoló hatással van további négy lepkefajra a Tortricidae [1 faj, *Notocelia trimaculana* (Haw.)], Ypsolophidae [1 faj, *Ypsolopha scabrella* (L.)], Drepanidae [1 faj, *Watsonalla binaria* (Hufn.)] és Nymphalidae [1 faj, *Coenonympha arcania* (L.)] családból. A Sesiidae családba tartozó almafaszitzkárt is magában foglalva ezzel már ötre nőtt azon lepkecsaládok száma, ahol PE-tartalmú csalétek biológiai hatást mutattak, ami arra utal, hogy a PE elterjedtebb a lepkék kémiai kommunikációjában, mint azt korábban gondolták.

Kimutattuk, hogy az eddig felsorolt fajokon kívül további hat fajt az AA komponens jelenléte miatt gyakran fognak a PEAA csapdák. Ezek a fajok az *Archips crataegana* (Hübner), *A. xylosteana* (L.), *A. rosana* (L.), *Ptycholoma lechana* (L.), *Tortrix viridana* L. és *Pararge aegeria* (L.) voltak. Ennek az információnak elsősorban gyakorlati jelentősége van: a csapda felhasználójának olyan taxonómiai ismeretekkel kell rendelkeznie, aminek segítségével meg tudja különböztetni e fajokat a vizsgálni kívánt célkártevőtől.

Társas redősszárnyú darazsak – Nem sikerült az IBAA csalogatóképességét fokozó szintetikus illatanyagot találnunk, de kifejlesztésre került egy, az IBAA keverék hatását gyengén növelő, félszintetikus kombináció. Ez az új félszintetikus csalétek – újszerű kibocsátóval alkalmazva – képezi 2016-tól az MTA ATK CSALOMON® csapdacsaládjában keretén belül kapható darázscsapda csalétkét.

Az új-zélandi *Nothofagus* bükkösökben katasztrofális mennyiségben felszaporodó, és ott természetvédelmi gondokat okozó, két invazív darázsfaj (német és kecskedarázs) az irodalomban található adatok szerint nem válaszolnak a más területeken megfelelő csalogatóképességgel rendelkező csalétekre. Elsőként mutattuk ki, hogy az ezen fajok

európai populációira megfelelő csalogató hatású izobutanol, ecetsav és (Z)-9-trikozén keverékét tartalmazó IBAATR csalétek Új-Zélandon is hatásos, hagyományos mezőgazdasági környezetben. A *Nothofagus* bükkösökben kapott eredményünk viszont megerősítette a korábbi új-zélandi eredményeket. Hazai darázspopulációkon végzett vizsgálatainkban a *Nothofagus* bükkösökben darazsak csapdázására használt, új-zélandi kutatók által kifejlesztett hat- és kétkomponensű keverékek hatástalanok voltak. Eredményeink további adalékot szolgáltatnak ahhoz a feltételezéshez, miszerint a tanulás fontos szerepet játszik e fejlett rovarcsoport különböző élőhelyeken való megtelepedésében.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek

JÓSVAI, J. K., KOCZOR, S. & TÓTH, M. (2016): Traps baited with pear ester and acetic acid attract both sexes of *Hedya nubiferana* (Lepidoptera: Tortricidae), *Journal of Applied Entomology*, 140(1-2) 81-89 (IF: 1,517)

JÓSVAI, J. K., VOIGT, E. & TÓTH, M. (2016): A pear ester-based female-targeted synthetic lure for the chestnut tortrix (*Cydia splendana* Hübner), *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 159 (3) 370-374 (IF: 1,442)

KNIGHT, A. L., BASOALTO, E., KATALIN, J. & EL-SAYED, A. M. (2015): A binary host plant volatile lure combined with acetic acid to monitor codling moth (Lepidoptera: Tortricidae), *Environmental Entomology*, 44(5) 1434-1440 (IF: 1,315)

TÓTH, M., LANDOLT, P., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., PÉNZES, B., HÁRI, K., JÓSVAI, J. & KOCZOR, S. (2012): Female-targeted attractants containing pear ester for *Synanthedon myopaeformis*, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 142(1) 27-35 (IF: 1,699)

Egyéb tudományos publikációk

JÓSVAI, J. K., KOCZOR, S., SZABÓKY, CS., LADÁNYI, M. & TÓTH, M. (2016): Microlepidoptera caught in traps baited with lures containing pear ester and acetic acid in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 51(2) 255-266

TÓTH, M., SZARUKÁN, I., NAGY, A., GÉM, F., NYITRAI, R., KECSKÉS, ZS., KRAKKÓ, L., JÓSVAI, J. K. & BÉLAI, I. (2015): Fél szintetikus „biszex” csalétek kártevő rovarok nőtényeinek és hímjeinek fogására, *Növényvédelem*, 51(5) 197-205

BENGSTSSON, M., BOUTITE, A., JÓSVAI, J., TÓTH, M., ANDREADIS, S., RAUSCHGER, S., UNELIUS, C. R. & WITZGALL, P. (2014): Pheromone races of *Cydia splendana* (Lepidopteran Tortricidae) overlap in host plant association and geographic distribution. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2(2014) 46.

JÓSVAI, J. K., KOCZOR, S. & TÓTH, M. (2014): Performance of traps baited with female-targeted lure vs. pheromone traps for monitoring of the green budworm moth *Hedya nubiferana* Haw. in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 49 (2) 223-232

TÓTH, M., JÓSVAI, J., HÁRI, K., PÉNZES, B., VUIITY, ZS., HOLB, I., SZARUKÁN, I., KECSKÉS, ZS., DROGÁN-ZSUGA, I., KOCZOR, S. & VOIGT, E. (2014): Pear Ester Based

Lures for the Codling Moth *Cydia pomonella* L. – A Summary of Research Efforts in Hungary, *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 49(1) 37-47

HÁRI, K., PÉNZES, B., JÓSVAI, J., HOLB, I., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., KOCZOR, S., LADÁNYI, M. & TÓTH, M. (2011): Performance of traps baited with pear ester-based lures vs. Pheromone baited ones for monitoring codling moth *Cydia pomonella* L. in Hungary, *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 46(2) 225-234

Konferencia összefoglalók

JÓSVAI, J. K. & TÓTH, M. (2015): Pear ester-based lure attracting a butterfly pearly heath (*Coenonympha arcania* L.), 31st Conference for the ISCE, Stockholm, Sweden, 29 June - 3 July, 2015, Abstract book p. 418. - poszter

JÓSVAI, J. K., TÓTH, M. & VOIGT, E. (2013) Semiochemical-based, New, Ecologically Harmless Methods for Monitoring of the Chestnut Tortrix (*Cydia splendana* Hübner). ISHS II. European congress on Chestnut, October 9-12., Debrecen, Baia Mare, Modry Kamen. Abstract book p. 40 - előadás

JÓSVAI, J. K., HÁRI, K., KOCZOR, S., VOIGT, E. HOLB, I., PÉNZES, B. & TÓTH, M. (2013): Mikroleidopterák nőtényeit is csalogató csalétek kifejlesztésének helyzete Magyarországon. Integrált Termesztési a Kertészeti és Szántóföldi Kultúrákban (XXX.), november 27. Konferencia kiadvány 56-61. o. - előadás

HÁRI, K., PÉNZES, B., SZABÓ, A., JÓSVAI, J. K. & TÓTH, M. (2013): Az almamoly (*Cydia pomonella*) rajzásmegfigyelése szexferomon és körteészter alapú csapdákkal légtértelített almaültetvényben. 59. Növényvédelmi Tudományos Napok, február 19 - 20. Konferencia kiadvány 21. o. - előadás

JÓSVAI, J. K., KOCZOR, S. & TÓTH, M. (2012): Traps baited with pear ester and acetic acid attracting both sexes of the green budworm moth, *Hedya nubiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). 28th Annual Meeting of ISCE, Vilnius, Lithuania, July 22-26, Abstract book p. 230. - poszter

JÓSVAI, J. K. & TÓTH, M. (2012): Bizonyíték a körte-észter [(E,Z)-2,4-etil-dekadienoát] érzékszervi szinten való felfogására a körte-észteres csalétek által csalogatott lepkefajoknál. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, február 21 - 22., Konferencia kiadvány 22. o. - előadás

HÁRI, K., LANDOLT, P., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., PÉNZES, B., KOCZOR, S., **JÓSVAI J.** & TÓTH, M. (2011) Flight pattern of apple clearwing moth (*Synathedon myopaeformis*, Borkhausen) in traps baited with pear ester-based lures or sex pheromone lures in Hungary. Global Conference on Entomology, March 5-9, Chiang Mai, Thailand. Programme & Abstracts, p. 512. - poszter

HÁRI, K., PÉNZES, B., HOLB, I., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., KOCZOR, S., **JÓSVAI J.** & TÓTH, M.(2011): Flight pattern of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in traps baited with pear ester plus acetic acid or sex pheromone lures in Hungary. Global Conference on Entomology, March 5-9, Chiang Mai, Thailand. Programme & Abstracts, p. 513. - poszter

JÓSVAI, J. K., KOCZOR, S. & TÓTH, M. (2011): Nőstény sodrómolyok fogására célzott szintetikus csalétek: körte észter alapú csalétek a rügysodró tükrömolyra (*Hedya nubiferana*) (Lepidoptera: Tortricidae). 57. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2011. február 21-22. Konferencia kiadvány 17. o. - előadás

JÓSVAI, J. K., HÁRI, K., PÉNZES, B., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., KOCZOR, S. & TÓTH, M. (2011): Nőstények fogására célzott csalétek fejlesztése az almafaszitkár (*Synanthedon myopaeformis* Borkh.) kémiai kommunikációjának kutatásával. XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, január 26-28., Konferencia kiadvány 78. o. - előadás

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ NEM, VAGY NEM KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek

UNELIUS, C. R., SUCKLING, D. M., BROWN, R. L., **JÓSVAI, J. K.** & EL-SAYED, A. M. (2016): Combining odours isolated from phylogenetically diverse source yields a better lure for yellow jackets, *Pest Management Science*, 72(4) 760-769 (IF: 2,811)

BLAHÓ, M., EGRI, Á., HEGEDŰS, R., **JÓSVAI, J.**, TÓTH, M., KETÉSZ, K., BÍRÓ, L. P., KRISKA, GY. & HORVÁTH, G. (2012): No evidence for behavioral responses to circularly polarized light in four scarab beetle species with circularly polarizing exocuticle. *Physiology & Behavior*, 105 (4) 1067-1075. (IF: 3,16)

Egyéb tudományos publikációk

JÓSVAI, J. K., TÓTH, M. & VOIGT, E. (2013): A gesztenye-(tölgymakk)moly (*Cydia triangulella*, Goeze, 1783 – Lepidoptera: Tortricidae) rajzásának megfigyelése feromoncsapdával. *Növényvédelem* 49(7) 305-308

JÓSVAI, J., VOIGT, E. & TÓTH, M. (2011): Gyümölcs- és szőlőkártevő darázsajok dominancia viszonyai Magyarországon. *Növényvédelem* 47(7) 303-307

BLAHÓ, M., EGRI, Á., HORVÁTH, G., HEGEDŰS, R., KRISKA, GY., **JÓSVAI, J., TÓTH, M., KETÉSZ, K. & BÍRÓ, L. P.** (2012): A cirkulárisan fénypolarizáló szkarabeuszok nem reagálnak a cirkuláris polarizációra. Egy évszázados biooptikai hipotézis cáfolata. I. rész, *Fizikai Szemle*, 62(7-8) 217-221.

BLAHÓ, M., EGRI, Á., HORVÁTH, G., HEGEDŰS, R., KRISKA, GY., **JÓSVAI, J., TÓTH, M., KETÉSZ, K. & BÍRÓ, L. P.** (2012): A cirkulárisan fénypolarizáló szkarabeuszok nem reagálnak a cirkuláris polarizációra. Egy évszázados biooptikai hipotézis cáfolata. II. rész, *Fizikai Szemle*, 62(7-8) 294-298.

LANDOLT, P. J., TÓTH, M. & **JÓSVAI, J.** (2007): First European report of social wasps trapped in response to acetic acid, isobutanol, 2-methyl-2-propanol and heptyl butyrate in tests conducted in Hungary. *Bulletin of Insectology*, 60(1) 7-11

JÓSVAI, J., VOIGT, E. & TÓTH, M. (2007): A darázsok kártétele és a védekezés lehetőségei a gyümölcs- és szőlőtermesztésben. *Agrofórum* 18(10) 70-71

A TÉZISFÜZETBEN IDÉZETT IRODALMAK

- ALDRICH, J., LUSBY, W. & KOCHANSKY, J. (1986): Identification of a new predaceous stink bug pheromone and its attractiveness to the eastern yellowjacket. In: *Experientia*, 42 (5) 583-585. p.
- ALDRICH, J. R., ZHANG, Q.-H., ZHANG, A. (2004): Synergistic chemical attraction of the eastern yellowjacket, *Vespula maculifrons* (Hymenoptera: Vespidae). In: *Journal of Entomological Science*, 39 (4) 643-653. p.
- BEGGS, J. R. (2001): The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. In: *Biological Conservation*, 99 (1) 17-28. p.
- BEGGS, J. R., BROCKERHOFF, E. G., CORLEY, J. C., KENIS, M., MASCIOCCHI, M., MULLER, F., ROME, Q. & VILLEMANT, C. (2011): Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. In: *BioControl*, 56 (4) 505-526. p.
- BRUCE, T. J. & PICKETT, J. A. (2011): Perception of plant volatile blends by herbivorous insects finding the right mix. In: *Phytochemistry*, 72 (13) 1605-1611. p.
- CORACINI, M., BENGTSSON, M., LIBLIKAS, I. & WITZGALL, P. (2004): Attraction of codling moth males to apple volatiles. In: *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 110 (1) 1-10. p.
- D'ADAMO, P., LOZADA, M. & CORLEY, J. C. (2004): An attraction pheromone from heads of worker *Vespula germanica* wasps. In: *Journal of Insect Behavior*, 17 (6) 809-821. p.
- DAVIS, H. G., EDDY, G. W., MCGOVERN, T. & BEROZA, M. (1967): 2, 4-Hexadienyl butyrate and related compounds highly attractive to yellow jackets (*Vespula* spp.). In: *Journal of Medical Entomology*, 4 (3) 275-280. p.
- DAY, R. W. & QUINN, G. P. (1989): Comparisons of Treatments After an Analysis of Variance in Ecology. In: *Ecological Monographs*, 59 (4) 433-463. p.
- DE CRISTOFARO, A., IORIATTI, C., MOLINARI, F., PASQUALINI, E., ANFORA, G., GERMINARA, G., VILLA, M. & ROTUNDO, G. (2004): Electrophysiological responses of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), to codlemone and pear ester ethyl (E, Z)-2, 4-decadienoate: peripheral interactions in their perception and evidences for cells responding to both compounds. In: *Bulletin of Insectology*, 57 (2) 1-8. p.
- DEMICHELI, S., MANINO, A., MINUTO, G., MARIOTTI, M. & PORPORATO, M. (2014): Social wasp trapping in north west Italy: comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. In: *Bulletin of Insectology*, 67 (2) 307-317. p.
- DVORAK, L. & LANDOLT, P. J. (2006): Social wasps trapped in the Czech Republic with syrup and fermented fruit and comparison with similar studies (Hymenoptera Vespidae). In: *Bulletin of Insectology*, 59 (2) 115-120. p.
- EDWARDS, R. (1980): *Social Wasps: Their Biology and Control*. East Grinstead: Retonkil Limited. 398 p.
- FERNÁNDEZ, D. E., CICHÓN, L., GARRIDO, S., RIBES-DASI, M. & AVILLA, J. (2010): Comparison of lures loaded with codlemone and pear ester for capturing codling moths, *Cydia pomonella*, in apple and pear orchards using mating disruption. In: *Journal of Insect Science*, 10 (2010) 139. p.
- HERN, A. & DORN, S. (2001): Induced emissions of apple fruit volatiles by the codling moth: changing patterns with different time periods after infestation and different larval instars. In: *Phytochemistry*, 57 (3) 409-416. p.
- JÓSVAI, J. K., SZARUKÁN, I. & TÓTH, M. (2012) Chemical communication of predator-prey interactions: an example for practical application in improving attractants for yellowjackets (Hymenoptera: Vespidae). In: *Semiochemicals: the essence of green pest control IOBC/WPRS Working Group "Pheromones and other semio-chemicals in integrated production"*. 1-5 October, 2012, Bursa, Turkey, 91-92. p.
- JUTSUM, A. R. & GORDON, R. F. S. (1989): *Insect Pheromones in Plant Protection*. New York: John Wiley & Sons Limited. 369 p.
- KISS, B., LENGYEL, G., NAGY, Z. & KÁRPÁTI, Z. (2013): A pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) első magyarországi előfordulása. In: *Növényvédelem*, 49 (3) 97-99. p.
- KLEIN, M. G. (1981): Mass Trapping for Suppression of Japanese Beetles. p. In: MITCHELL, E. R. (Szerk.): *Management of Insect Pests with Semiochemicals: Concepts and Practice*, 10.1007/978-1-4613-3216-9_16 Boston, MA: Springer US, 183-190 p.
- KNIGHT, A. L., LIGHT, D. M. & TRIMBLE, R. M. (2011): Identifying (E)-4,8-Dimethyl-1,3,7-Nonatriene Plus Acetic Acid as a New Lure for Male and Female Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae). In: *Environmental Entomology*, 40 (2) 420-430. p.
- LANDOLT, P. J., REED, H., ALDRICH, J., ANTONELLI, A. & DICKEY, C. (1999): Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) trapped with acetic acid and isobutanol. In: *Florida Entomologist*, 82 (4) 609-614. p.

- LANDOLT, P. J., SUCKLING, D. & JUDD, G. (2007): Positive interaction of a feeding attractant and a host kairomone for trapping the codling moth, *Cydia pomonella* (L.). In: *Journal of Chemical Ecology*, 33 (12) 2236-2244. p.
- LANDOLT, P. J., ADAMS, T. & ROGG, H. (2012): Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. In: *Journal of Applied Entomology*, 136 (1-2) 148-154. p.
- LANDOLT, P. J., OHLER, B., LO, P., CHA, D., DAVIS, T. S., SUCKLING, D. M. & BRUNNER, J. (2014): N-Butyl Sulfide as an Attractant and Coattractant for Male and Female Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae). In: *Environmental Entomology*, 43 (2) 291-297. p.
- LIGHT, D. M., KNIGHT, A. L., HENRICK, C. A., RAJAPASKA, D., LINGREN, B., DICKENS, J. C., REYNOLDS, K. M., BUTTERY, R. G., MERRILL, G., ROITMAN, J. & CAMPBELL, B. C. (2001): A pear-derived kairomone with pheromonal potency that attracts male and female codling moth, *Cydia pomonella* (L.). In: *Naturwissenschaften*, 88 (8) 333-338. p.
- MÉSZÁROS, Z. & REICHART, G. (1995): Rend: Lepkék - Lepidoptera. 17 - 447 p. In: JERMY, T. and BALÁZS, K. (Szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve, 4/A*. Budapest, Hungary: Akadémia Kiadó, 447 p.
- MÓCZÁR, L. (1995): *Fauna Hungariae XIII/B kötet: Redősszárnyú-darásszerűek - Vespoidea*. Budapest: Akadémia Kiadó. p.
- REEVE, J. D. & STROM, B. L. (2004): Statistical Problems Encountered in Trapping Studies of Scolytids and Associated Insects. In: *Journal of Chemical Ecology*, 30 (8) 1575-1590. p.
- ROELOFS, W. L. (1977): Scope and limitations of the electroantennogram technique in identifying pheromone components. 147-165 p. In: MCFARLANE, N. R. (Szerk.): *Crop Protection Agents Their Biological Evaluation*, New York: Academic Press, 655 p.
- ROELOFS, W. L., COMEAU, A., HILL, A. & MILICEVIC, G. (1971): Sex attractant of the codling moth: characterization with electroantennogram technique. In: *Science*, 174 (4006) 297-299. p.
- RUST, M. K., REIERSON, D. A. & VETTER, R. (2010): *Developing baits for the control of yellowjackets in California*. Riverside, CA, USA: Department of Entomology, University of California, 133 p.
- SPURR, E. B. (1995): Protein bait preferences of wasps (*Vespula vulgaris* and *V. germanica*) at Mt Thomas, Canterbury, New Zealand. In: *New Zealand Journal of Zoology*, 22 (3) 281-289. p.
- SCHMIDT, S., ANFORA, G., IORIATTI, C., GERMINARA, G. S., ROTUNDO, G. & DE CRISTOFARO, A. (2007): Biological activity of ethyl (E,Z)-2,4-decadienoate on different tortricid species: Electrophysiological responses and field tests. In: *Environmental Entomology*, 36 (5) 1025-1031. p.
- TÓTH, M., LANDOLT, P., HOLB, I., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I. & KOCZOR, S. (2009a) Testing pear ester-based lures in Hungary I *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). In: "Semiochemicals without Borders", a joint conference of the Pheromone Groups of IOBC-WPRS and IOBC-EPRS. 15-20 November, Budapest, Hungary, 98. p.
- TÓTH, M., LANDOLT, P., SZARUKÁN, I., SZÓLLÁTH, I., VITÁNYI, I., PÉNZES, B., HÁRI, K., KOCZOR, S. (2009b) Testing pear ester-based lures in Hungary III. *Synanthedon myopaeformis* (Lepidoptera, Sesiidae). In: „Semio-chemicals without Borders”, a Joint Conference of the Pheromone Groups of IOBC WPRS and IOBC EPRS. 15-20 November, Budapest, Hungary, 100. p.
- TÓTH, M., PÉNZES, B., VUITY, Z., HÁRI, K. & KOCZOR, S. (2009c) Testing pear ester-based lures in Hungary II. *Cydia pyrivora* and *Hedya nubiferana* (Lepidoptera, Tortricidae). In: „Semio-chemicals without Borders”, a Joint Conference of the Pheromone Groups of IOBC WPRS and IOBC EPRS. 15-20 November, Budapest, Hungary, 99. p.
- UNELIUS, C. R., SUCKLING, D. M., BROWN, R. L., JOSVAI, J. K. & EL-SAYED, A. M. (2016): Combining odours isolated from phylogenetically diverse sources yields a better lure for yellow jackets. In: *Pest Management Science*, 72 (4) 760-769. p.
- WITZGALL, P., KIRSCH, P. & CORK, A. (2010): Sex pheromones and their impact on pest management. In: *Journal of Chemical Ecology*, 36 (1) 80-100. p.
- YOTHERS, M. A. (1927): Summary of Three Years' Tests of Trap Baits for Capturing the Codling Moth. In: *Journal of Economic Entomology*, 20 (4) 567-575. p.