

**Szexferomonok szerepe a lepkéknél,
új kommunikációs csatornák feltárása és
alkalmazásuk lehetőségei a környezetkímélő
növényvédelemben**

Akadémiai Doktori Értekezés

Tézisek

Készítette:

Szőcs Gábor,

mg tud. kandidátusa

MTA ATK Növényvédelmi Intézet

Budapest, 2016

1. BEVEZETÉS

A lepkék a biodiverzitás fenntartásában, a megporzásban és a táplálékláncban betöltött szerepükkel az ember szempontjából hasznosak, ugyanakkor a fajok egy csekély hányada jelentős mezőgazdasági kártevőnek minősül. Annak ellenére, hogy a lepkék az egyik legjobban kutatott rovarrend, kémiai kommunikációjuk, a párosodásuk során meghatározó szereppel rendelkező feromonok kutatása meglehetősen újkeletű. Jóllehet azt, hogy a lepkék hímjei a nőstényeket azok illatanyagai alapján találják meg, már több, mint száz éve bizonyították (Jean-Herni Fabre, 1990), de a modern feromonkutatás kezdetének az első szexferomon szerkezet-meghatározást szokták tekinteni (Butenandt *et al.*, 1959). A feromonkutatás felíveléséhez kétségkívül az entomológusok és kémikusok együttműködésére és a műszeres mikroanalitikai módszerek ugrásszerű fejlődésére volt szükség.

Munkám kezdetekor sok, fontos kártevő faj szexferomonja még ismeretlen volt. A tudományterület akkori helyzetére nemzetközi szinten jellemző volt, hogy

- a feromonszerkezet felderítése terén a lepkék számos, jelentős családja még fehér folt volt. Az első feromonmeghatározás az araszolólepkék családjában például 1982-ben sikerült (Roelofs *et al.*, 1982; Bestman *et al.*, 1982);
- semmit sem lehetett tudni a szexferomonok bioszintéziséről. Az első publikációk később születtek (Roelofs, 1983; Roelofs and Wolf, 1988);
- semmit sem lehetett tudni a szexferomonok bioszintézisének szabályozásáról. Az első igazi áttörés 1984-ben született (Raina and Klun, 1984);
- semmit sem lehetett tudni a szexferomonok termelésének és érzékelésének öröklésmenetéről, genetikai szabályozásáról. Az első publikációk később születtek (Klun, 1979; Klun and Huettel 1988; Roelofs *et al.*, 1987);
- kérdéses volt, hogy mennyire általános elterjedtek a szexferomonok a rovaroknál, és ezen belül a lepkéknél.

Ugyanakkor az a törekvés, hogy a szexferomonokat a kártevő rovarok rajzásának megfigyelésére, tehát növényvédelmi célra használjuk fel, gyakorlatilag egyidős a feromonkutatással. Már a selyemlepke szexferomonjának meghatározását követő feromon-azonosításokról szóló cikkek közül több is említi a bevezetésében, hogy a kutatást az motiválta, hogy a szűz nőstény lepkékkel csalétkezett szex-csapdákat szintetikus szexferomonnal működő csapdákra lehessen lecserélni. Példa erre a gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) (Bierl *et al.*, 1970), vagy a tarka

szőlőmoly (*Lobesia botrana*) (Roelofs *et al.*, 1973) feromonmeghatározásáról szóló, tudománytörténeti mérőöldkönek számító közlemény. Hazánkban is meglehetősen korán kezdtek el szűz nőtény lepkékkel csalétkezett szex-csapdákat a rajzás nyomonkövetésére (Tisza, 1970). Intézetemben pedig szakdolgozatom munkám témavezetője Dr. Tóth Miklós akkor alapozta meg a hazai feromonkutatásokat, és építette ki azt a nemzetközi kapcsolatrendszert, amelynek segítségével az akkori legnevesebb kutató csoportokkal dolgozhattunk együtt, partnerként.

Az Értekezésemben bemutatott kutatásaim elsősorban arra irányultak, hogy kártevő lepkefajok esetében tisztázzam a feromonok szerepét, szerkezetét, a szintetikus feromon-komponensek hatását, specificitását, valamint mindezen ismeretek felhasználási lehetőségeit az előrejelzésben és a szelektív, környezetkímélő növényvédelemben. A kutatási projekteket jelentős részben nemzetközi, interdiszciplináris együttműködésben végeztem. A saját szerepem ezekben az együttműködésekben a kísérleti faj megválasztása, a kiszemelt faj párosodási magatartás-láncának vizsgálata, a szexferomon kivonása, a kivonatok elektrofiziológiai- (EAG) és viselkedési hatásának vizsgálata volt. Szintén az én kutatási területemhez tartozott, hogy a feromonkivonatokat rovarcsáp-detektoros gázkromatográffal (GC-EAD) elemezzem, és ennek segítségével meg tudjam határozni, hogy a komponensek közül melyek azok, amelyeket az adott faj érzékel, tehát feltételezhetően a szexferomon komponensei. Ily módon nemcsak a feltételezett feromonkomponensek számát, hanem a retenciós idejüket (indexüket) is meg tudtam határozni, kijelölve ezzel a kivonatból a kémiai szerkezetmeghatározásra érdemes komponensek körét.

Ezt követte a kivonatokból ezeknek a komponensek a kémiai azonosítása, azaz a kémiai szerkezetük meghatározása. A további vizsgálatokhoz aztán ezeket a komponenseket szintetikusán állították elő számomra (kémiailag és izomérikusan nagy tisztaságú minták). Ezeket az analitikai- és szintetikus kémiai kutatási feladatokat végezték az együttműködő feromonkémikusok.

Ezt követően ismét a saját munkámat képezték a szintetikus feromonkomponensek hatásának vizsgálata és az optimális csalogatóelegy kifejlesztése. A fajspecifitás kérdésének tisztázása, a szelektív kommunikációs csatornák evolúciós szerepének vizsgálata és az eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának kidolgozása szintén az én feladatomat képezték.

A fajok kiválasztásánál a szexferomon feltáratlanságán túlmenően szempontnak tekintettem, hogy az adott faj lehetőleg olyan csoportba (családba, alcsaládba) tartozzék, amely feromon szempontból akkoriban még feltáratlannak számított, valamint, hogy a génuszba lehetőleg több

szimpatrikus faj tartozzék, amely a szelektivitás kérdését vetette fel. Lényeges szempontnak tekintettem azt is, hogy térségünkben növényvédelmi szempontból fontos fajokról legyen szó. A régóta ismert, őshonos kártevő fajok mellett a váratlanul fellépő és komoly növényvédelmi problémát okozó, újonnan betelepedett kártevők is felkeltették érdeklődésemet.

2. CÉLKÍTŰZÉSEK

Főbb célkitűzéseimet az alábbi pontokban foglalom össze:

- 1) Lepkék ivari viselkedésének feltárása, a szexferomon szerepének tisztázása.
- 2) A kiszemelt fajok szexferomonjának izolálása, feromon-kivonatok készítése.
- 3) A feromon-kivonatokból az együttműködő kémikus csoport által meghatározott, majd szintetikusan előállított feromonkomponensek hatásának vizsgálata, különös tekintettel feromoncsapda csalogatóanyagának kifejlesztésére.
- 4) Taxonómiaiilag közel rokon fajok kémiai kommunikációjának vizsgálata, a kommunikációs csatornák szelektivitásának feltárása.
- 5) Fajon belüli feromon-polimorfizmus vizsgálata.
- 6) Egy, a korábbi hipotézisekhez nem illeszkedő összetételű, kétkomponensű szexferomon bioszintézis útjának feltárása (kőkény-téiáraszoló - *Agriopsis bajaria* Den. & Schiff.)
- 7) A kiszemelt kártevők előrejelzésére szolgáló feromoncsapda kifejlesztését megalapozó vizsgálatok (szinergista és inhibitor vegyületek, kártevő-specifitás)

Új alapkutatási eredményeimet (kártevő előrejelzésére szolgáló feromoncsapda csalogató-anyagának feltárása) igyekeztem kiegészíteni a következő gyakorlati célkitűzésekkel:

- a) A szintetikus szexferomon készítmény összetételének pontos meghatározása (optimalizálása) szabadföldi csapdázáshoz (komponensek aránya, megfelelő feromon-kibocsátó, dózis, hatástartam).
- b) Előnyös csapdatest formák alkalmazhatóságának vizsgálata.
- c) Felhasználóbarát csapdázási protokoll kidolgozása.
- d) Annak tisztázása, hogy a feromoncsapda fogási adatai alapján szerkesztett rajzásmenet alapján hogyan állapítható meg a védekezés optimális időszaka (egy-egy kiszemelt kulcskártevőknél) és, hogy miként lehetséges ezáltal ésszerűen korlátozni a védekezésre felhasználandó peszticidek mennyiségét.

3. ANYAG és MÓDSZER

Kiszemelt legfontosabb lepkefajok:

- ribiszkeszítkár (*Synanthedon tipuliformis*) (Lepidoptera: Sesiidae),
- téli- és tavaszi araszolók (*Operophtera fagata*, *Erannis defoliaria*, *Colotois pennaria*, *Agriopsis* spp, *Theria rupicaprararia*) (Geometridae)
- nyárfa gyapjaslepke (*Leucoma (Stilpnotia) salicis* L.) (Lepidoptera: Lymantriidae)
- tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella*) (Lepidoptera: Tischeriidae)
- vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella*) (Lepidoptera: Gracillariidae)

A szexferomon azonosításakor a módszertan főbb elemei a következők voltak:

- begyűjtés, kinevelés, tömegtenyésztés, hogy a kísérleteimhez megfelelő számú, még nem párosodott, ismert koru imágóhoz jussak,
- a kiszemelt faj párosodási viselkedésének megfigyelése,
- annak megvizsgálása, hogy a kiszemelt faj melyik napszakban mutat csalogató viselkedést (termel szexferomont), hogy az ismeretlen összetételű feromont a legjobb hatékonysággal lehessen kivonni
- a feromon kivonása (feromon mirigy kivonat készítése, vagy a kibocsátott feromon légtérből történő visszafogása),
- a kivonatok hatásának ellenőrzése (viselkedési vizsgálatok, elektroantennográfiái vizsgálatok - EAG),
- a kivonatokban az elektrofiziológia aktivitással rendelkező komponensek kiszűrése, retenciós idejük meghatározása (csápdetektoros gázkromatográfia – GC-EAD)
- Az aktív komponensek szerkezetének felderítése (gázkromatográfia-tömegspektroszkópia – GC-MS), majd az így azonosított vegyületek izoméríkusán és/vagy enantioméríkusán is nagy tisztaságú mintáinak szintézise (*ezt minden esetben interdiszciplináris együttműködés keretében a partner kémikus csoport végezte*),
- A szintetikus komponensek viselkedési hatásának bizonyítása és – több komponens esetében – az optimális csalogatóelegy meghatározása (komponens arány / dózis), szabadföldi csapdázással,
- az optimális csalogatóelegy formulázása kibocsátóba, hatástartam, hatáserősség és fajspecifitás vizsgálata szabadföldi csapdázással,
- szelektív kommunikációs csatornák elemzése.

Feromongyűjtés légtérből

Csalogató viselkedést mutató, nem párosodott nőstény lepkékből, *ún.* close-loop stripping apparatus (CLSA) (Brechtbühler AG, Schlieren, Svájc), 1,5 mg-os aktív szénszűrővel. Kontroll: üres gyűjtés (system blank), és üres szűrő-kontroll (filter blank).

Feromonkivonat készítés:

Csalogató viselkedést mutató, nem párosodott nőstény lepkék tojócsövének izolálása, *n*-hexános kivonatok készítése.

Elektroantennográfia (EAG)

A 2000-es évektől a csápok befogását MP-15 mikromanipulátor segítségével végeztem. Az üvegkapilláris elektródok elvezetése ezüstvezetékekkel történt. Az üvegkapillárisok feltöltéséhez először 0,1 M-os KCl oldatot használtam, majd Beadle-Ephrussi Ringer oldatot (Beadle and Ephrussi, 1936). További főbb részek: IDAC 232 erősítő, EAD2000 program (Syntech, Hilversum, Hollandia). Az alapkészülék szoftveres és hardveres részről egyaránt több alkalommal fel lett újítva az utóbbi években (Ockenfels SYNTECH GmbH, Kirchzarten, Germany, a Syntech, Hilversum, Hollandia jogutódja).

Gázkromatográfia:

2006-tól egy 6890N GC (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA) készülék DB-Wax (30m x 0,32 mm, film thickness 0,25 μ m) és DB-5 oszloppal felszerelve (J&W Scientific) váltotta fel a régi GC-t. Szofveresen felszereltség: ChemStation (Agilent Technologies Inc.) programcsomag (GC) ill Syntech GC-EAD programok.

Szabadföldi csapdázás

Általában Csalomon[®] csapdatesteket használtam (ragacsos: Csalomon[®] RAG, nagy fogókapacitású, varsás: VARL) (<http://www.atk-novi.hu/csalomon-csapdacsalad> - MTA ATK NÖVI Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztály), az általam tervezett összetételű szintetikus szexferomonnal csalétkezett feromon-kibocsátókkal. A vegyészek által rendelkezésemre bocsátott összetevőkből a kísérleti elegyeket (törzsoldatokat) magam készítettem és juttattam megfelelő dózisban a kísérleti kibocsátókba. A csapdázási kísérletek során az ismétlés-szám általában 5-10 db csapda volt kezelésként. Kontrollként szexattraktáns nem tartalmazó ("üres", ill. csak oldószert tartalmazó) csapdákat alkalmaztam. A csapdák fogásának ellenőrzési gyakorisága a csapdázni kívánt fajtól, annak rajzásmenetétől és a kísérlet egyéb körülményeitől is függött. Volt olyan eset, amikor óránként leszámoltam a befogott

lepkéket (és cseréltem a csapda ragacslapját), általában azonban naponta és/vagy hetente egy-két alkalommal került erre sor. A befogott lepkéket általában magam határoztam. Kérdéses esetekben a határozást Dr. Ronkay László (Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest) végezte.

Statisztikai értékelés

A kísérletek adatait – jellegükhöz illően – t -teszttel, χ^2 próbával, illetve ANOVA-t követően – amennyiben az F -érték szignifikánsnak bizonyult – *post-hoc* teszttel (Duncan's New Multiple Range Test, Games-Howell Test, Bonferroni-Dunn Test), illetve Bonferroni-Dunn (Control) értékeltem ki. Ehhez általában a SuperAnova[®] és a StatView[®] programcsomagot (MacIntosh version aktuális programjait) (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA, USA) használtam.

4. EREDMÉNYEK

Kiszemelt kártevő lepkefajok párosodási viselkedésének elemeit és feromonkibocsátásának napszaki ritmusát feltártam, a szexferomont kivontam, a kivonatok biológiai hatását ellenőriztem. Az együttműködő feromonkémikusok által azonosított és szintetizált komponensek hatását értékeltem, többkomponensű feromonok esetében az komponensek optimális arányát meghatároztam. A legjobbnak bizonyuló keveréket alkalmas feromon-kibocsátóba formuláztam és a csapdában alkalmazandó dózist meghatároztam. Szabadföldi csapdázással megállapítottam a hatástartamát, vonzókéességét és kártevő-specifitását, lehetővé téve feromoncsapdák kifejlesztését és alkalmazásukat a növényvédelmi előrejelzésben.

Így a szitkárók (Sesiidae) családjában feltártam a ribiszkeszitkár (*S. tipuliformis*) két komponensből álló szexferomonját. A kémiai szerkezetmeghatározás során csak a főkomponens, a (E)2,(Z)13-oktadekadienil acetát (E2,Z13-18:Ac) szerkezetét sikerült feltárni, míg a vonzó hatás szempontjából rendkívül fontos, néhány százalékból erős szinergista hatást mutató komponenst (E3,Z13-18:Ac) kémiai rokon vegyületek szabadföldi csapdázásos szűrővizsgálatával mutattam ki.

A ribiszkeszitkár esetében kimutattam, hogy egy ritkának mondható jelenséggel állunk szembe, a feromonpolimorfizmussal. Az európai, új-zélandi és kanadai populációk hímjei ugyanis a hazai kísérleteim alapján optimalizált két-komponensű szexattraktánsal csapdázhatók, míg a taszáni populáció estében a főkomponens önmagában alkalmazandó.

A nagy téliaraszoló (*E. defoliaria*) valamit számos további, az *Erannis/Agriopis*, *Colotois* és *Theria* génuszba tartozó araszoló faj polién típusú, sok esetben epoxidcsoportot is tartalmazó, királis szexferomonját feltártam, megállapítottam, hogy az azonos/átfedő rajzásidejű, szimpatikus fajoknál a szelektív kommunikációs csatornák a feromonmolekula kiralitására, és/vagy pozíciós izomériára épül, míg a rajzásidő tekintében vagy földrajzilag izolált fajok feromon főkomponense kiralitás / pozíciós izoméria szempontjából is azonos lehet.

Az északi téliaraszoló (*O. fagata*) kétkomponensű szexferomonjának a meghatározásakor kimutattam, hogy a főkomponens a (Z)6,(Z)9-nonadakadién (Z6Z9-19Hy) kettős funkcióval rendelkezik: egyrészt nélkülözhetetlen a fajazonos hímek vonzásához, másrészt attraktáns-antagonista a szimpatikus kis téliaraszoló (*O. brumata*) hímek számára. Ez utóbbi funkció a fajspecifikus kommunikációs csatornák szempontjából lényeges, ugyanis az északi téliaraszoló kisebbik feromonkomponense (1Z3Z6Z9-19Hy) szerkezetileg megegyezik a kis

téliaraszoló szexferomonjával, tehát önmagában a kis téliaraszoló hímjeit vonzza.

A nyárfa gypjaslepke (*L. salicis*) szintetikus szexferomonjának diasztereomérjei / sztereoizomérjei közül szabadföldi csapdázással meghatároztam, hogy melyik vonzza a faj hímjeit, azaz melyik tekinthető a faj szexferomonjának (3Z-R6,S7-R9,S10-diepoxi-21Hy).

A kökény téliaraszoló (*E. bajoria*) polién típusú szexferomonkomponenseinek bioszintézisét tanulmányozva – deutériummal jelölt prekursorok alkalmazásával - feltártam, hogy a páros szénláncú főkomponens szintézisének a kulcslépés egy α -oxidációs lépés, szemben az eddig ismert β -oxidációval. Az α -oxidáció a rovarok zsírsav- / feromon-bioszintézisében korábban egyáltalán nem volt ismeretes.

A kis téliaraszoló (*O. brumata*) feromon bioszintézisének bizonyítottam, hogy a szabályozásban az ún. pheromone biosynthesis activating neuropeptide (PBAN) meghatározó szerepet játszik.

A tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella*) szexferomonja a Z3Z6Z9Z19-3,6,9,19-trikozatetraén (Z3Z6Z9Z19-23Hy), ami egyben új természetes anyag ("new natural product"). Ez az első példa polién típusú szexferomonra egy ősi családba tartozó lepkefajnál, amely arra utal, hogy a lepkék törzsfajlódása során a polién típusú feromonok egymástól függetlenül, több alkalommal is megjelentek.

A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) szexferomonjának a (E)8,(Z)10-tetradekadiénál (E8Z10-14Ald) meghatározását követően a szexcsapdához a megfelelő feromon-kibocsátót és ehhez a szintetikus szexferomon alkalmazandó dózisát meghatároztam, valamint a ragacsos ill. a nagy fogókapacitású varsás feromoncsapdák használhatóságát bizonyítottam. Rámutattam, hogy a városi mikro-környezet jelentős mértékben befolyásolja a rajzás menetét, ezért sok megfigyelő állomásra épülő monitoring-hálózatra van szükség az előrejelzéshez. Meghatároztam, hogy a feromoncsapdával felvett rajzásgörbe alapján mikorra célszerű a védekezést időzíteni. Ennek segítségével a korábbi háromszori vegyszeres védekezést egyre sikerült csökkenteni Budapest közterületein.

A vadgesztenyelevél-aknázómoly feromoncsapda vonzó-képességének fokozása érdekében egy általam javasolt vegyületről [(E)8,(Z)10-8,10-dodekadiénál - E8Z10-12:Ald] - amely a feromonnál két szénatommal rövidebb láncú - kimutattam, hogy egyrészt önmagában is szexattraktánsa a fajnak, másrészt szinergizálja a feromont.

Szabadföldi csapdázásos kísérletekben kimutattam, hogy a *C. ohridella* szexferomonja egyben további két, Kanadában élő *Cameraria* faj (*C. gaultheriella* és *C. lobatiella*) szexattraktánsa is, és felhívtam a figyelmet arra, hogy ez milyen kérdéseket vet fel a feromoncsapdák karantén célú alkalmazása esetén.

5. A LEGFONTOSABB ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK TÉZIS-PONTOKBAN

- 5.1. Feltártam a szexferomon szerepét, összetételét, a kémiai kommunikáció fontos részleteit számos lepkefajnál, így a szitkárók (Sesiidae) családjában a ribizkeszitkár (*Synanthedon tipuliformis*), a sátoraknás molyok (Gracillariidae) családjában a vadgesztenylevél-aknázómoly (*Cameraria ohriella*), a foltaknás molyok (Tischeriidae) családjában a tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella*), a gyapjaslepkék (Lymantriidae) családjában a nyárfa-gyapjaslepke (*Leucoma salicis*) az araszolólepkék (Geometridae) családjában az északi téliaraszoló (*Operophtera fagata*), a nagy téliaraszoló (*Erannis defoliaria*), a szegélyes téliaraszoló (*E. marginaria*), az aranyos téliaraszoló (*E. aurantiaria*), a tollascsapú téliaraszoló (*Colotois pennaria*), a kökény téliaraszoló (*E. bajoria*), a kökény tavaszaraszoló (*Theria rupicaprararia*) esetében. A meghatározott vegyületek között a *T. ekebladella* szexferomonja egyben új természetes anyagnak (new natural product) bizonyult.
- 5.2. A ribizkeszitkár esetében kimutattam, hogy az európai, új-zélandi és kanadai populációk hímjei két-komponensű szexattraktánsal csapdázhatók, míg a tasmániai populáció esetében a főkomponens önmagában alkalmazandó (feromon polimorfizmus).
- 5.3. Az *E. bajoria* araszolólepke esetében új feromonbioszintézis utat írtam le, amelynél a szintézis kulcslépése α -oxidáció, szemben az eddig ismert β -oxidációval. Ez az első feltárt példa az állatvilágban arra vonatkozóan, hogy egyenes láncú zsírsavak bioszintézise α -oxidáció révén valósul meg.
- 5.4. Kimutattam, hogy a kis téliaraszoló (*O. brumata*) szexferomon bioszintézisének a szabályozásban a PBAN meghatározó szerepet játszik.
- 5.5. Szexattraktánst írtam le tíz araszolólepke faj, két karcsúbagoly faj (Noctuidae: Hypeninae) és két sátoraknás moly (Gracillariidae) faj esetében.
- 5.6. Téliaraszoló fajok esetében megállapítottam, hogy az *Erannis* / *Agriopsis* ill. a *Colotois* genusz egyes fajai között a szelektív kommunikációs csatornák a feromon főkomponensének kiralitásán alapulnak, míg más fajok esetében az epoxid csoport eltérő pozíciója vagy a rajzási időszak különbözősége az izoláció alapja.
- 5.7. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) szexcsapdához a megfelelő feromon-kibocsátót és ehhez a feromon alkalmazandó dózisát meghatároztam, valamint a ragacsos ill. a nagy fogókapacitású varsás feromoncsapdák használhatóságát bizonyítottam.

- 5.8. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) esetében rámutattam arra, hogy a városi mikro-környezet jelentős mértékben befolyásolja a rajzás menetét, ezért sok megfigyelőállomásra épülő monitoring-hálózatra van szükség az előrejelzéshez.
- 5.9. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) esetében kimértem, hogy a feromoncsapdával felvett rajzásgörbe alapján mikorra célszerű a védekezést időzíteni. Ennek segítségével a korábbi háromszori vegyszeres védekezést egyre sikerült csökkenteni Budapest közterületein.
- 5.10. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) kémiai kommunikációjának befolyásolása érdekében egy általam javasolt szerkezetű vegyületről, amely szénlánca a faj szexferomonjánál két szénatommal rövidebb, kimutattam, hogy egyrészt önmagában is szexattraktánsa a fajnak, másrészt szinergizálja a feromont.
- 5.11. Kimutattam, hogy az európai elterjedésű, inváziós vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) szexferomonjaként meghatározott vegyület egyben további két, Kanadában élő *Cameraria* faj szexattraktánsa is, és felhívtam a figyelmet, hogy ez milyen kérdéseket vet fel a feromoncsapdák karantén célú alkalmazása esetén.

6. EREDÉMYEIM GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

- 6.1. Az új feromon szerkezetmeghatározások és a csapdafejlesztések nyomán kártevő-specifikus, nagy vonzóképeségű feromoncsapdák állnak rendelkezésre ezeknek a kártevőknek a megfigyelésére, rajzásuk nyomonkövetésre, előrejelzésükre. Ezek a csapdák gazdagítják a Csalomon[®] feromoncsapdák kínálatát (MTA ATK NÖVI Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztálya; az aktuális listát lásd: www.atk-novi.hu/csalomon-csapdacsalad).
- 6.2. A ribizkeszitkár (*S. tipuliformis*) párosodásának gátlására (“mating disruption”), és ezáltal populációjának növényvédelmi célú gyérítésére az általam leírt szexattraktáns felhasználható az ún. légtértelítési védekezési módszer segítségével, amint azt tölem függetlenül mások megállapították.
- 6.3. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) városi zöld területeken történő előrejelzésénél kimutattam, hogy a város (esetünkben Budapest) diverz környezetet jelent, ezért a megfelelő előrejelzés érdekében sok megfigyelési pontot magába foglaló monitoring hálózat működtetésére van szükség.
- 6.4. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*C. ohridella*) esetében kimutattam, hogy a feromoncsapdák fogási adataiból megszerkesztett rajzágörbe alapján mikorra célszerű a védekezést időzíteni, és így a korábbi háromszori vegyszeres védekezést egyetlen védekezésre sikerült csökkenteni Budapest közterületein. Az évenkénti költségmegtakarítás jelentősnek mondható, amelyhez hozzájárul az a fontos, de nehezen számszerűsíthető közvetett haszon, hogy a környezet vegyszerterhelését 1/3-ra lehetett leszorítani.

7. PUBLIKÁCIÓIM A KANDIDÁTUSI FOKOZAT MEGSZERZÉSÉT KÖVETŐEN

7.1 Az Értekezés témaköréből impakt faktorral rendelkező folyóiratban megjelent közleményeim

- Francke, W., Franke, S., Bergmann, J., Tolasch, T., Subchev, M., Mircheva, A., Toshova, T., Svatos, A., Kalinova, B., Kárpáti, Zs., **Szőcs**, G., Tóth, M. 2002. Female sex pheromone of *Cameraria ohridella* Desch. and Dim. (Lepidoptera: Gracillariidae): Structure confirmation, synthesis and biological activity of (8E, 10, Z)-8,10-tetradecadienal and some analogues. Z. Naturforsch. 57c: 739-752.
- Göller, S., **Szőcs**, G., Francke, W., Schulz, S. 2007. Biosynthesis of (3Z,6Z,9Z)-3,6,9-Octadecatriene: The main component of the pheromone blend of *Erannis bajoria*. J. chem. Ecol., 33: 1505-1509.
- Molnár, B. P., Tröger, A., Toshova, Th. B., Subchev, M., van Nieuwerkerken, E. J., Sjaak-Koster, J. C., **Szőcs**, G., Tóth, M., Francke, W. 2012. Identification of the females-produced sex pheromone of *Tischeria ekebladella*, an oak leafmining moth. J. chem. Ecol., 38: 1298-1305.
- Szőcs**, G., Tóth, M., Francke, W., Schmidt, F., Philipp, P., König, W.A., Mori, K., Hansson, B.S., Löfstedt, C. 1993. Species discrimination in five species of winter-flying geometrids (Lepidoptera) based on chirality of semiochemicals and flight season. J. Chem. Ecol. 19:2721-2735.
- Szőcs**, G., Henderson, D., McNeil, J.N. 1998. Old World pheromone strain in the New World: sex attractant composition for the currant borer, *Synanthedon tipuliformis* Cl. (Lepidoptera: Sesiidae), in Canada. The Canadian Entomologist 130:231-234.
- Szőcs**, G., Ötvös, S. I., Sanders, C. 2001. *Erannis tiliaria* (Lepidoptera: Geometridae) males attracted to enantiomerically identical pheromone blend of *Erannis defoliaria*. The Canadian Entomologist 133: 297-299.
- Szőcs**, G., Tóth, M., Kárpáti Zs., Zhu, J., Löfstedt, C., Plass, E., Francke, W. 2004. Identification of polienic hydrocarbons from the northern winter moth, *Operophtera fagata*, and development of a species specific lure for pheromone traps. Chemoecology, 14: 53-85.

- Szűcs**, G., Tóth, M., Kenji, M. 2005. Absolute configuration of the major sex pheromone component of the satin moth, *Leucoma salicis*, verified by field trapping test in Hungary. *Chemoecology*, 15: 127-128.
- Szűcs**, G., Ötvös I. S., Schiller, A. J. Bergman, J., Francke W. 2006. *Cameraria gaultheriella* and *C. lobatiella* attracted in Canada to (E,Z)-8,10-tetradecadienal, the sex pheromone of the European *C. ohridella*. *The Canadian Entomologist* 138: 263-268.
- Wang, H-L., Zhao, Ch-H., **Szűcs**, G., Prabakar-Chinta, S., Schulz, S., Löfstedt, C. 2013. Biosynthesis and PBAN-regulated transport of pheromone polyenes in the winter moth, *Operophtera brumata*. *J. Chem. Ecol.*, 39: 790-796.

7.2 Az Értekezés témaköréből nem-impaktos folyóiratban megjelent fontosabb közleményeim

- Hoszbajár, B., **Szűcs**, G. 1998. Szűz nőstényes csapdák vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) (Lepidoptera, Lithocolletidae) fogásának napszaki ritmusa. *Növényvédelem* 34: 491-494.
- Subchev, M., Tzolova, E., **Szűcs**, G., Tóth, M. 1993. Monitoring the currant borer, *Synanthedon tipuliformis* Cl. (Lepidoptera: Sesiidae) by pheromone traps in Bulgaria. *Acta Phytopath. & Entomol. Hung.* 28: 435-440.
- Szűcs**, G., Kárpáti, Zs., Tóth, M., Francke, W. 2000. Itt a vadgesztenyelevél-aknázómoly szintetikus szexferomonja. *Növényvédelem* 36: 429-430.
- Szűcs**, G., Nagy, Z., Kerényiné-Nemestóthy, K., Demeter, T., Reiderné-Saly, K., Cs. Tóth, A. 2011. Hogyan időzítsük a vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella*) elleni vegyszeres védekezést a feromoncsapdák fogási adatai alapján? *Növényvédelem*, 47: 248-250.
- Újváry, I., **Szűcs**, G., Tóth, M., Szarukán, I. 1993. A ribizszeszitkár fő szexferomon-komponensének szintézise és szabadföldi vizsgálata. *Növényvédelem* 29: 117-123.

7.3 Az Értekezés témaköréből tartott fontosabb előadásaim, poszttereim rövid összefoglalói (abstracts / proceedings)

- Kamata, N., Tuda, M., Naka, H., Mori, K., Molnár, B. P., **Szűcs**, G. 2007. *Leucoma candida* males attracted to the same stereoisomer of leucomalure in Japan, as *L. salicis* males in Hungary.

- International Society of Chemical Ecology, 23th Annual Meeting, Jena, Germany, Book of Abstracts and Final Program. p. 237.
- Szűcs, G.** 1999. Magic tools, or useless toys? Episodes of monitoring winter geometrids (Lepidoptera) by pheromone traps. IOBC Working Group „Use of Pheromones and other Semiochemicals in integrated control“ Hohenheim Germany, Abstracts. p. 14.
- Szűcs, G.**, 2009. When should control measures be timed, related to seasonal flight patterns, monitored by pheromone traps? Lessons of *Cameraria ohridella* and *Helicoverpa armigera*. „Semiochemicals without Borders“ Joint Conf. Pheromone Groups IOBC WPRS – IOBC EPRS, Budapest, Abstracts, p. 64.
- Szűcs, G.** 2012. When to spray? Examples on incorporation of time-series of pheromone trap captures into plant protection technology. IOBC/WPRS working Group “Pheromones and other semiochemicals in integrated production”, 1-5 October 2012 Bursa, Turkey
- Szűcs, G.** 2014. When to spray? Examples on incorporation of time-series of pheromone trap captures into plant protection technology. IOBC-WPRS Bull. 99: 123-128.
- Szűcs, G.**, Ujváry, I. 2006. (8E,10Z)-8,10-Dodekadienal: a vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella*) (Lepidoptera: Gracillariidae) új szexattraktánsa, és feromon-szinergistája – újabb távlatok. Növényvédelmi Tudományos Napok 52: 12.
- Szűcs, G.**, Tóth, M., Francke, W., Franke, S., Plass, E. 1996. Homologous polyenic hydrocarbons in the sex pheromones of winter geometrids (Lepidoptera). International Society of Chemical Ecology, 13th Annual Meeting. Prague, Czech Republic, Book of Abstracts, p. 178.
- Szűcs, G.**, Plass, E., Franke, S., Francke, W., Zhu, J., Löfstedt, C., Sanders, C., Ötvös, I., Subchev, M., Letcheva, I., Kárpáti, Zs., Tóth, M. 1998. Homologous polyenes, or chiral epoxides: How are pheromones composed in winter geometrids (Lepidoptera)? 2nd International Symposium on Insect Pheromones, Wageningen, the Netherlands, Book of Abstracts, p. 131-132.
- Szűcs, G.**, Tóth, M., Francke, W. 2002. Sex attractants for Lepidopterous species: Pure enantiomers or racemates of epoxydienes? International Society of Chemical Ecology, 19th Annual Meeting. Hamburg, Germany, Scientific Programme and Abstracts, p. 36.
- Szűcs, G.**, Kárpáti Zs., Imrei, Z. Tóth, M. 2002. Néhány százalék „szennyezés”: siker vagy kudarc a feromon-csapdázásnál. Növényvédelmi Tudományos Napok 48: 56.
- Szűcs, G.**, Kárpáti, Zs., Nagy, Z., Sebestyén Rné., Kerényi-Nemestóthy, K., Reiderné-Saly, K., Ujváry I. 2003. Varsás feromoncsapda a

- vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Camerarira ohridella*) rajzásmenetének nyomkövetésére: mikor jobb, mint a ragacsos típusú? Növényvédelmi Tudományos Napok 49: 76.
- Szőcs, G., Tóth, M., Kárpáti Zs., Zhu, J-W., Löfstedt, C., Plass, E., Francke, W.** 2004. Attraction and inhibition: Selective pheromone-communication channels between the two European winter moth species, *Operophtera fagata* and *O. brumata*. 3rd Interantional Symposium on Insect Pheromones, Bäckaskog Castle, Sweden
- Szőcs, G., Kerényiné-Nemestóthy, K., Saly, K., Vályi, B., Hummel, E.** 2004. Feromoncsapdás időzítés, biopeszticides kezelés: A NeemAzal T/S hazai bemutatkozása a vadgesztenyelevél-aknázómoly ellen. Növényvédelmi Tudományos Napok 50: 59.
- Szőcs, G., Balázs, K., Nagy, Z., Cs-Tóth, L., Nemestóthy, K., Demeter, T., Ujváry, I., Hummel, E.** 2007. *Cameraria ohridella*: Do we know all about it? Alien Arthropods in south east Europe – crossroads of three continents. Book of Abstracts. Sofia, Bulgaria, p. 15-16.
- Szőcs, G., Lakatos, A., Molnár, B. Ujváry, I.** 2012. (8E,10Z)-8,10-Dodecadienal: a mimetic of sex pheromone of the horse chestnut leafminer, (*Cameraria ohridella*) (Lepidoptera: Gracillariidae), or a possible new minor component? International Society of Chemical Ecology, 28th Annual Meeting, Vilnius, Lithuania, Abstracts. p. 239.
- Vályi, B., Reiderné-Saly, K., Szőcs, G., Sebestyén, Rné, Kerényiné-Nemestóthy, K., Benedek, P.** 2003. A vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Camerarira ohridella*) rajzásdinamikájának megfigyelése a bokrétafa (*Aesculus hippocastanum*) lombkoronájának különböző magasság-szintjeiben elhelyezett feromoncsapdával. Növényvédelmi Tudományos Napok 49: 80.
- Vályi, B., Saly, K., Kerényiné-Nemestóthy K., Nagy, Z., Kárpáti, Zs., Szőcs G.** 2003. Mikor rajzik a vadgesztenyelevél-aknázómoly? (Feromon csapdázás Budapest több pontján). Fővárosi Közterületek Növény- és Talajvédelme. Összefoglalók. Fővárosi Kertészeti Részvénytársaság, Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal Környezetvédelmi Ügyosztálya, MAKEOSZ
- Wang, H-L., Zhao, Ch-H., Szőcs, G., Schulz, S., Löfstedt, C.** 2012. Decarboxylation in the polyene production and PBAN-regulated transportation in the wingter moth, *Operophtera brumata*. International Society of Chemical Ecology, 28th Annual Meeting, Vilnius, Lithuania, Abstracts. p. 182.

7.4 Az értekezés témaköréhez nem, vagy nem közvetlenül kapcsolódó, folyóiratban megjelent fontosabb közleményeim

- Bengtsson, M., Kárpáti, Zs., **Szőcs**, G., Reuveny, H., Yang, Z., Witzgall, P. 2006. Flight tunnel responses of Z strain European corn borer females to corn and hemp plants. *Environm. Entomol.* 35: 1238-1243.
- Bozsik G., Zsolnai B., Both Gy., **Szőcs** G., Francke, W., 2014. Megfigyelések a borókaszú átteleléséről, hazai terjedéséről és a tuja illatanyagainak szerepéről. *Növényvédelem* 50: 209-213.
- Bozsik G., Nyiri A., Lakatos A., **Szőcs** G. 2014. Milyen hatással van a csoportos nevelés a különböző stadium kukoricamoly hernyók fejtök-szélességére? *Növényvédelem* 50: 325-330.
- Dömötör, I., Kiss, I., **Szőcs**, G., 2002. A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hübner 1808) feromoncsapdával jelzett rajzásmenete és a lárvák megjelenésének kapcsolata a védekezési döntés szempontjából. *Növényvédelem* 38:273-278.
- Dömötör, I., Kiss, J., **Szőcs**, G. 2007: First results on synchrony between seasonal pattern of pheromone trap captures of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* and appearance of freshly emerged larvae on developing cobs of corn hybrids. *J. Pest Sci.* 80: 183-189.
- Dömötör, I., Kiss, J., **Szőcs**, G., 2009. Coincidence of silking time of corn, *Zea mays* and flight period of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hbn.: How does it affect follow-up abundance of larvae on cobs and grain damage in various corn hybrids? *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 44: 315-326.
- Jermy, T., Szentesi, Á., Tóth, M., **Szőcs**, G. 2006. Pest control: from chemical ecology to evolution. A Hungarian perspective. *Acta Phytopathol. et Entomol. Acad. Sci. Hung.* 41: 121-135.
- Kárpáti, Zs., Molnár, B. **Szőcs**, G. 2007. Pheromone titer and mating frequency of E- and Z-strains of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*: Fluctuation during scotophase and age dependence. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 42: 331-341.
- Király, L. **Szőcs**, G., 2009. Diagnostic marker for E- and Z-strains of *Ostrinia nubilalis*, expressing differentially in larval delta-11 desaturase transcript. *J. Appl. Entomol.*, 133: 272-277.
- Kontschán, J., Tóbiás, I., Bozsik, G., **Szőcs**, G. 2015. First record of *Neocyphophylax apicola* Delfinado-Baker & Baker, 1983 from beehives in Hungary (Acari: Mesostigmata: Ameroseiidae): re-description and DNA Barcoding. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 61(3): 237–245.
- Kutinkova, H., Subchev, M., Andreev, R., Tóth, M., **Szőcs**, G. 1998. Investigation on the possibilities for use of pheromone traps for

- Lithocolletis corylifoliella* Hw. (Lepidoptera: Lithocolletidae) (in Bulg). Acta Ent. Bulg. 1:64-67.
- Lakatos, A., Molnár, B.P., Bozsik, G., Ifju, Z., **Szőcs**, G. 2012, A platánlevél-sátorosmoly (*Phyllonorycter platani* Staudinger) és a platán-csipkéspoloska (*Corythuca ciliata* Say) károsításának összehasonlítása platán fajtákon 2009 és 2011 között. Növényvédelem 48: 147-152.
- Lehmhus, J., Cordsen-Nielsen, G., Söderlind, C., **Szőcs**, G., Lassance, J-M, Fodor, J., Künstler, A. 2012, First records of the Z-race of European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796) from Scandinavia. J. Kulturpflanzen 64: 163-167.
- Molnár, B., Kárpáti, Zs., **Szőcs**, G., Hall, D. R., 2009, Identification of female-produced sex pheromone of the honey locust gall midge, *Dasineura gleditchiae*. J. chem. Ecol., 35: 706-714.
- Molnár, B., Boddum, T., **Szőcs**, G., Hillbur, Y., 2009. Occurrence of two pest gall midges, *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) and *Dasineura gleditchidae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) on ornamental trees in Sweden. Entomologisk Tidskrift 130: 113-120.
- Molnár, B. P., **Szőcs**, G., Hillbur Y., Hall, D. R. 2010. Megfelelő-e a racém elegy a lepényfa-gubacsszúnyog (*Dasineura gleditchiae* Osten Sacken) szexcsapdázásához? Növényvédelem, 46: 101-108.
- Löfstedt, C., Hansson, B.S., Tóth, M., **Szőcs**, G., Buda, V., Bengtsson, M., Ryrholm, N., Svensson, M., Priesner, E. 1994. Pheromone differences between sibling taxa *Diachrysia chrysitis* (Linnaeus, 1758) and *D. tutti* (Kostrowicki, 1961) (Lepidoptera: Noctuidae). J. Chem. Ecol. 20:91-109.
- Orci, K. M., **Szőcs**, G., 2009. Ultrasonic and sonic emission during the courtship behavior in males of Z- and E-pheromone strains of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyrautidae). Bioacoustics 19: 93-107.
- Subchev, M.A., Stoilov, I.L., Tóth, M., **Szőcs**, G. 1994. Electroantennographic and field investigations on some noctuid haloacetate pheromone analogues. Acta Zool. Bulg. 47:72-78.
- Subchev, M., Tóth, M., **Szőcs**, G., Stan, G., Botar, A. 1996. Evidence for geographical differences in pheromonal responses of male *Amathes c-nigrum* L. (Lep., Noctuidae). Z. angew. Ent. 120:615-617.
- Suckling, D.M., Gibb, A.R., Gourlay, H., Conant, P., Hirayama, C., Leen, R., **Szőcs**, G. 2000. Sex attractant for the gorse biocontrol agent *Agonopterix ulicetella* (Oecophoridae). N.Z. Plant Prot. 53:66-70.
- Szántóné-Veszélka, M., Poós, B., **Szőcs**, G. 2011. Blackberry and raspberry, new hosts of the yellow leged clearwing moth, *Synanthdon vespiformis*: What can the recently developed sex

- attractant offer in monitoring and beyond? Integrated Plant Protection in Soft Fruits. IOBC/wprs Bulletin 70: 11-17.
- Szarukán, I., Horváth, Z., Tóth, M., **Szőcs**, G., Ujváry, I. 1996. A napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff.) rajzáskövetése feromoncsapdával. Növényvédelem 32:601-604.
- Szőcs**, G., Babendreier, D. 2011. Analysis of questionnaire regarding pheromone traps for the Z-pheromone strain of European corn borer. IWGO Newsletter 31: 4-7.
- Szőcs**, G., Seiler, N. 2002. Effect of phenothiazines on the development of the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Acta Phytopath. Entomol. Hung. 37: 365-373.
- Szőcs**, G., Raina, A., Tóth, M., Leonhardt, B.A. 1993. Sex pheromone components of *Heliothis maritima*: chemical identification, flight tunnel and field tests. Ent. exp. appl. 66:247-253.
- Szőcs**, G., Tóth, M., Szarukán, I. 1995. When and where could pheromone traps be used for monitoring lepidopterous pests? Examples of yearly variation in flight pattern and site-dependence in Hungary. Pestic. Sci. 45:287-290.
- Szőcs**, G., Tóth, M., Ujváry, I., Szarukán, I. 1995. Hazai fejlesztésű feromoncsapda az újonnan fellépő gyapottok-bagolylepkék (*Helicoverpa armigera* Hbn.) jelzésére. Növényvédelem 31:261-266.
- Szőcs**, G., Erdélyi, Cs., Makranczy, Gy., Bus, A. 1998. A simple method for separating beneficial parasitoids of the alfalfa seed chalcid (*Bruchophagus roddi*) from alfalfa chaff. Acta Phytopath. Entomol. Hung. 33:357-365.
- Szőcs**, G., Torzsa, S., Szántóné-Veszélka, M. 2013. A tő-feltöltögetés, mint új agrotechnikai védekezési módszer a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) ellen szeder-ültetvényben. Georgikon for Agriculture 16: 133-137.
- Szőcs** G., Torzsa S., Szántóné-Veszélka M., 2014. Mennyivel csökkenthető a darázs-szitkár kártétele a szeder tövek takarásával és tömegs csapdázással? Növényvédelem 50: 263-269.
- Torzsa, S., Szántóné-Veszélka, M., **Szőcs**, G. 2013. Csökkenteni lehet-e a darázsszitkár (*Synanthedon vespiformis*) hernyói által okozott kártétel mértékét az imágók tömeges feromon-csapdázásával szeder-ültetvényben? Georgikon for Agriculture 16: 127-132.
- Torzsa, S., Szántóné-Veszélka M., **Szőcs**, G. 2014. Szörp vagy víz? Hogyan foghatunk több darázs-szitkárt varsás feromoncsapdával? Georgikon for Agriculture 19: 112-117.
- Tóth, M., **Szőcs**, G., Bengtsson, M. 1993. Optimization of male sex attractants for *Orthosia cruda* Schiff., *O. munda* Schiff. and *O. stabilis* Schiff. (Lep., Noctuidae). Z. angew. Ent. 115:342-349.

- Tóth, M., Leal, W. L., Szarukán, I., Lesznyák, M., **Szőcs**, G. 1994. 2-(E)-Nonen-1-ol: male attractant for chafers *Anomala vitis* Fabr. and *A. dubia* Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae). J. Chem. Ecol. 20:2481-2487.
- Tóth, M., **Szőcs**, G., Sziráki, Gy. 1994. Male sex attractants for some lepidopterous pests of the genera *Evergestis* and *Pyrausta* (Lepidoptera: Pyralidae). Acta Phytopath. & Entomol. Acad. Sci. Hung. 29:155-159.
- Tóth, M., **Szőcs**, G., Nieukerken, E. J., Philipp, P., Schmidt, F., Francke, W. 1995. Novel type of sex pheromone structure identified from *Stigmella malella* (Stainton) (Lepidoptera: Nepticulidae). J. Chem. Ecol. 21: 13-27.
- Tóth, M., Szarukán, I., **Szőcs**, G. 1996. Előzetes vizsgálatok az akácmoly (*Etiella zinckenella* Tr.) (Lepidoptera: Phycitidae) rajzáskövetésére újonnan kifejlesztett feromoncsapdával. Növényvédelem 32:105-109.
- Tóth, M., Talekar, N.S., **Szőcs**, G. 1996. Optimization of blends of synthetic pheromone components for trapping male limabean pod borers (*Etiella zinckenella* Tr.) (Lepidoptera: Phycitidae): preliminary evidence on geographical differences. Bioorg. Medic. Chem. 4:495-497.
- Tóth, M., Répási, V., **Szőcs**, G. 2002. Chemical attractants for females of pest Pyralids and Phycitids (Lepidoptera: Pyralidae, Phycitidae). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 37:375-384.

7.5 Az értekezés témaköréhez nem, vagy nem közvetlenül kapcsolódó előadások, poszterek (válogatás)

- Dömötör, I., Kiss, J., **Szőcs**, G., 2010. Gyapottok-bagolylepke hernyók eltérő mértékű csőkártétele különböző tenyészidejű kukoricahibrideken: fenológiai egybeesés vagy rezisztencia? Növényvédelmi Tudományos Napok, 56: 10.
- Fodor, J., Köblös, G., Kárpáti, Z., Molnár, B.P., Dankó, T., Bozsik, G., **Szőcs**, G., Fónagy, A. 2015. Identification, transcriptional analysis and functional assays of Pheromone Biosynthesis Activating Neuropeptide (PBAN) in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* The 9th International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry, Krakow, Poland p.51.
- Lakatos, A., Molnár, B. P., **Szőcs**, G., Ifju, Z. 2011. A platánlevél-aknázómoly és a platán-csipkéspoloska fajtapreferenciája. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 21: 85.
- Molnár, B. P., Bodum, T., **Szőcs**, G., Hillbur Y., 2010. New faunistic records of the honey locust gall midge, by newly developed

- pheromone traps. 9th European Congress of Entomology, 22-27 August 2010, Budapest, Hungary, Programme and Book of Abstracts. P. 234-235.
- Poós, B., Szántóné-Veszélka, M. **Szőcs**, G. 2011. A darázs-szitkár feromoncsapdába repülésének napszaki ritmusa, valamint rajzásának nyomkövetése „Loch Ness” és „Thornfree” tüskétlen szeder ültetvényben. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 21: 113.
- Szántóné-Veszélka, M., **Szőcs**, G., 2009. An unusual shift to new host-plants: Raspberry and blackberry plantations in Nógrád, Hungary threatened by the yellow-legged clearwing, *Synanthedon vespiformis*. „Semio-chemicals without Borders” Joint Conf. Pheromone Groups IOBC WPRS – IOBC EPRS, Budapest, Abstracts, p. 63.
- Szántóné-Veszélka, M., Poós, B., **Szőcs**, G., 2010. Blackberry and raspberry, new hosts of the yellow leged clearwing moth, *Synanthedon vespiformis*: What can the recently developed sex attractant offer in monitoring and beyond? IOBC Working Group, Integrated Plant Protection in Fruit Crops Subgroup „Soft Fruits”, 7th Workshop on Integrated Soft Fruit Production, 20-23 September 2010, Budapest, Hungary, Programme, Abstracts and Delegates List, p. 11.
- Szántóné-Veszélka, M., **Szőcs**, G., 2010. Darázsszitkár málnásban is: tömeges előfordulás és rajzásmenet megfigyelés varsás feromoncsapdával. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 20: 147-148.
- Szőcs**, G. 2011. The *Ostrinia*-puzzle. 24th IWGO Conf. & 3rd Internatl. Conf. *Diabrotica* Genetics, Freiburg, Germany / IWGO Newsletter 31: 40.