

Néhány, növényvédelmi szempontból jelentős  
mezeipoloska- és zöldfátyolka faj kémiai  
ökológiájának vizsgálata

Doktori értekezés tézisei

KOCZOR SÁNDOR

Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológia Doktori Iskola

(vezető: Dr. Erdei Anna, az MTA rendes tagja)

Zootaxonómia, Állatökológia, Hidrobiológia Doktori Program

(vezető: Dr. Török János)

Témavezető: Dr. Tóth Miklós, az MTA levelező tagja

Belső konzulens: Dr. Szentesi Árpád

Budapest, 2013

## BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A kémiai ökológia olyan interdiszciplináris tudományterület, amely az élőlények közötti, kémiai úton közvetített viselkedési és ökológiai kölcsönhatásokat vizsgálja. Az ezen folyamatokban részt vevő vegyületeket gyűjtőnéven szemiokemikáliáknak, vagy más néven infokemikáliáknak hívjuk. Amennyiben két, ugyanazon fajba tartozó egyed között közvetítenek információt, vagy váltanak ki azokból viselkedési, vagy élettani választ, feromonokról beszélünk, ha pedig különböző fajokhoz tartozó egyedek között, akkor allelokemikáliákról. Az allelokemikáliákat tovább osztályozhatjuk aszerint, hogy a kibocsátó számára (allomon), a jelzést érzékelő számára (kairomon), vagy mindkettő számára (szünomon) hordoz előnyt az adott vegyület, vagy vegyületkombináció. A feromonokat is tovább csoportosíthatjuk a betöltött funkció alapján, így beszélhetünk többek között szex-, aggregációs-, vészjelző- és nyomjelző feromonokról is.

A szemiokemikáliáknak tudományos jelentőségük mellett gyakorlati felhasználása is lehetséges, elsősorban a szex- és aggregációs feromonokat alkalmazzák napjainkban széles körben a növényvédelem mindennapi gyakorlatában. Felhasználásuk kiterjed a kártevők előrejelzésétől a közvetlen védekezésig, tömegcsapdázásos, vagy légtértelítéssel módszer segítségével. Újabban számos kutatás foglalkozik annak lehetőségével is, hogy szemiokemikáliákkal növényvédelmi szempontból hasznos, ragadozó, vagy parazitoid fajokat csalogasson a védendő növénykultúrába.

Annak megállapítására, hogy egy adott vegyületet érzékel-e a vizsgált faj, az elektroantennográfiás vizsgálatok adhatnak választ, ezek során a berendezés a rovar csápján a stimulus hatására keletkező elektromos ingerületet erősíti fel, valamint ábrázolhatóvá, mérhetővé teszi. Természetesen arról is fontos meggyőződni, hogy az adott vegyület, vagy vegyületkombináció csakugyan kivált-e viselkedési választ, például csalogatja-e az adott fajt. Ennek megválaszolásában laboratóriumi viselkedési tesztek is segíthetnek, a leginkább azonban a szabadföldi vizsgálatok alkalmasak, hiszen azok az adott faj viselkedését nem leegyszerűsített laboratóriumi, hanem természetes körülmények között vizsgálják.

Két kártevő mezeipoloska fajjal, a molyhos mezeipoloskával (*Lygus rugulipennis* Poppius, 1911) és a lucernapoloskával (*Adelphocoris lineolatus* (Goeze, 1778)), végeztem laboratóriumi és szabadföldi vizsgálatokat. Laboratóriumban egyrészt elektroantennográfiás (EAG) berendezéssel azt vizsgáltam, hogy kiválasztott anyagok kiváltanak-e ingerületet a poloska fajok csápjain található receptorokból, másrészt a molyhos mezeipoloska párzási viselkedését tanulmányoztam bioakusztikai módszerrel (lézeres vibrométerrel). Zöldfátyolkákkal szabadföldi kísérletekben szintetikus virágillatanyag- és levéltetű szexferomon csalétkék hatását vizsgáltam.

### **Kémiai ökológiai és bioakusztikai vizsgálatok a molyhos mezeipoloskával (*Lygus rugulipennis* Poppius, 1911)**

Vizsgálataim célja a molyhos mezeipoloska kémiai ökológiájával kapcsolatos eddigi ismeretek bővítése volt. Ezt részben különböző növényi illatanyagok elektrofiziológiai és szabadföldi vizsgálatával terveztem. Előzetes vizsgálataink arra mutattak, hogy egy a növényvilágban általánosan elterjedt virágillatanyag, a fenilacetaldehid csalogató hatású lehet a molyhos mezeipoloska kifejlett egyedeire, ezért a jelenséget szabadföldi kísérletekben vizsgáltam. Emellett szintetikus növényi illatanyagokat teszteltem elektrofiziológiai úton. A csápok által érzékelt, nagy választ adó vegyületek csalogató hatását szabadföldi kísérletekben ellenőriztem.

A faj szexferomon-vegyületeiről már született közlemény (Innocenzi és mtsai 2004, 2005), az összetevőket azonosító kutatócsoport (Natural Resources Institute, Chatham, Egyesült Királyság) az általa kifejlesztett csalétket rendelkezésemre bocsátotta, melyeket azután szabadföldi vizsgálatokban teszteltem. Ez azért is különösen fontos, mert a feromonokkal elért fogások a szabadföldi vizsgálatok során referenciaként szolgálhatnak ahhoz, hogy képet kapjunk más vegyületek (például növényi illatanyagok) csalogató hatásának mértékéről. A vizsgálatok távlati célja pedig az volt, hogy alapot teremtsen a számos növénykultúrában kártevőként számon tartott faj monitorozását elősegítő módszer kifejlesztésében.

A molyhos mezeipoloska szexuális viselkedésének alaposabb megismerése érdekében bioakusztikai vizsgálatokat végeztem egy erre szakosodott szlovéniai kutatócsoportban (National Institute of Biology, Ljubljana, Szlovénia), annak megállapítására, hogy a nemek közötti szexuális kommunikáció során van-e szerepe akusztikus, vagy aljzaton keresztül terjedő vibrációs jelzéseknek.

### **Kémiai ökológiai vizsgálatok a lucernapoloskával (*Adelphocoris lineolatus* (Goeze, 1778))**

A lucernapoloska kémiai ökológiájáról korábban igen kevés ismeret állt rendelkezésre. Mivel ezen faj esetében még nem közöltek adatokat illatanyagok viselkedésre gyakorolt hatásáról, az eredmények tudományos újdonságként alapot teremthetnek a további kutatásokhoz. A molyhos mezeipoloskával végzett szabadföldi kísérletek során a fenilacetaldehid a lucernapoloska számára is csalogatónak bizonyult. Elektroantennográfiái méréseket is végeztem, a csáp által érzékelt, nagy választ adó vegyületeket pedig szabadföldi vizsgálatokban is teszteltem annak megállapítására, hogy csalogató hatásúak-e. Ezen vegyületeket önmagukban és fenilacetaldehiddel együtt is vizsgáltam, annak eldöntésére, hogy nagyobb viselkedési választ vált-e ki a két különböző stimulus együttesen, mint külön-külön.

## **Kémiai ökológiai vizsgálatok zöldfátyolkákkal (Chrysopidae)**

A zöldfátyolkákkal kapcsolatos kutatásaim célja az volt, hogy újabb ismeretekkel szolgáljak a számos szipókás rovarkártevő ragadozójaként számon tartott csoport kémiai ökológiájának alaposabb megismeréséhez. Közelebbről, olyan csalogató hatású vegyületkombinációkat szándékoztam tesztelni, amelyekkel a zöldfátyolkák helyi abundanciája és ezzel populáció dinamikai hatásuk növelhető lenne. Ezzel a biológiai növényvédelemben való alkalmazásuk alapjait fektethetnénk le.

Kísérleteimben levéltetű szexferomon csalétket (Hooper és mtsai 2002) zöldfátyolkákra gyakorolt csalogató hatását teszteltem. Mivel korábban a vegyületek csalogató hatásáról csak távol-keleti és nyugat-európai adatok álltak rendelkezésre, a hazai kísérletek újabb, érdekes adatokkal szolgálhattak. Szintén szabadföldi körülmények között teszteltem a közönséges zöldfátyolkák csalogatására az MTA ATK Növényvédelmi Intézetében kifejlesztett három összetevőjű virágillatanyag csalétket (Tóth és mtsai 2009). A levéltetű szexferomon csalétket, illetve a virágillatanyag csalétek hatását együtt is kívántam vizsgálni, annak megállapítására, hogy a két különböző stimulus együttes alkalmazása befolyásolja-e az egyes zöldfátyolka fajok csalogatott egyedeinek számát.

## **ALKALMAZOTT MÓDSZEREK**

### **Elektroantennográfiái vizsgálatok**

Az elektrofiziológiai vizsgálatokat elektroantennográfiás (EAG) berendezéssel végeztem (Syntech, Hilversum, Hollandia) az MTA ATK Növényvédelmi Intézetének Julianna-majori Ökológiai Kutatóhelyén. A berendezés működésének alapelve az, hogy a két elektród közé rögzített rovarcsápon illatanyag hatására keletkező elektromos ingerületet felerősíti és az ingerület erősségét millivoltban mérhetővé teszi. Az elektromos jelet IDAC-232 típusú nagy impedanciájú DC erősítő (Syntech, Hilversum, Hollandia) erősítette fel és digitális jelként továbbította a számítógéphez.

A válasz során a csápon lévő, az adott illatanyagot érzékelő szenzillumok válasza összegződik, ezáltal ha az adott vegyület érzékelésére több szenzillum képes, nagyobb választ kapunk. A vizsgálatok során kontroll stimulusként oldószert és levegőt, referenciaként pedig egy olyan vegyületet használtam, amely az előzetes vizsgálatok alapján az oldószernél nagyobb, de nem kiemelkedően nagy, inkább közepes nagyságú választ ad. A stimulusok kiválasztásánál a rendelkezésre álló növényi illatanyagok közül főleg olyan virágillatanyagokat választottam, melyek a természetben gyakoriak. Ezek tesztelését az indokolta, hogy mind a molyhos mezeipoloska, mind a lucernapoloska előszeretettel táplálkozik virágzó növényeken. Az előbbieken kívül úgynevezett zöldlevél-illatanyagokat is (pl. cisz-3-hexenil acetát) teszteltem, amelyek a sértett/rágott növényi szövetekből szabadulnak fel nagyobb mennyiségben és sok herbivor rovarral vonzó hatást gyakorolnak.

Egy rovar egyeden egyetlen mérést végeztem. A mérés során a stimulusokat egyenként, speciálisan erre a célra átalakított fecskendő segítségével, 1 ml-es légtérfogatban továbbítottam a csápra.

Az elektroantennográfiás jeleket az EAG 2000 (Syntech, Hilversum, Hollandia) szoftver segítségével rögzítettem és elemeztem.

### **Szabadszíri csapdázások**

A szabadszíri kísérletek során több különböző csalétektípust használtam. A növényi illatanyagokat tartalmazó csaléteket polietilén zacskó (PEbag) formulációban helyeztem ki. A molyhos mezeipoloska szexferomon csalétekeit készen kaptam Prof. David Hall-tól (Natural Resources Institute, Chatham, Egyesült Királyság), aki korábban a feromonvegyületek azonosítását végezte. A zöldfátyolkákon végzett vizsgálatokhoz a levéltetű szexferomon csaléteket ((4aS,7S,7aR)-nepetalakton és (1R,4aS,7S,7aR)-nepetalakton) Prof. John Pickett és Dr. Michael Birkett (Rothamsted Research kutatóintézet, Harpenden, Egyesült Királyság) biztosították.

A fenilacetaldehid csalogató hatását a mezeipoloskákon három ismétlésben teszteltem és a legkedvezőbb hatás elérésére különféle csapdatípusokat hasonlítottam össze (RAG, KLP+ és VARL+). A megfigyelések alapján a továbbiakban a VARL+ csapdatípust alkalmaztam.

Öt ismétlésben teszteltem a fenilacetaldehid és más, a lucernapoloska csápján nagy választ adó vegyületeket (eugenol, metil-antranilát, transz-fahéjaldehid) önmagukban és a fenilacetaldehiddel kombinálva Pusztazámoron, egy lucernatábla szegélyében. Szintén vizsgáltam a fenilacetaldehid és a transz-fahéjaldehid különböző arányú elegyeit öt ismétlésben, valamint a két vegyület különböző dózisait négy ismétlésben annak megállapítására, tapasztalható-e dóziszfüggés a csalogató hatásban.

A molyhos mezeipoloska szexferomon-vegyületeinek csalogató hatását több kísérletben és különböző csalétektípusokkal teszteltem Halásztelken és Julianna-majorban. Szintén vizsgáltam a feromonvegyületek és a fenilacetaldehid együttes hatását, hogy megállapíthassam, a két különböző stimulus befolyásolja-e egymás hatását. A kísérleteket öt, nyolc, illetve tíz ismétléssel végeztem.

A zöldfátyolkákkal kapcsolatos kísérletek Halásztelken és Érd-Elviramajorban folytak, minden esetben VARL+ csapdatípussal és öt ismétlésben. A vizsgálatok során a virágillatanyag-csalétek és a levéltetű szexferomon-vegyületek hatását külön és kombinációban is vizsgáltam. A levéltetű szexferomon csalétekhez használt hordozó és kibocsátó anyaghoz méretben hasonló, üres gumicsövek hatását is megvizsgáltam annak eldöntésére, hogy vajon a csalogatott közönséges zöldfátyolkák egyedszámában tapasztalt csökkenés egyszerű fizikai okokra vezethető-e vissza. A zöldfátyolkák határozását Dr. Szentkirályi Ferenc végezte.

## **Bioakusztikai vizsgálatok**

A molyhos mezeipoloska szexuális kommunikációjában – a feltételezésem szerint – szerepet játszó hangképzés felderítésére kifejlett egyedeken bioakusztikai vizsgálatokat is folytattam a szlovéniai National Institute of Biology intézetben, Prof. Andrej Cokl irányítása mellett. A méréseket PDV-100 típusjelzésű, Doppler-elven működő lézer vibrométerrel végeztem. A berendezés működési elve az, hogy arra a felületre, amelyen a rovar tartózkodik, lézernyalábot irányít, majd a visszaverődő hullámok segítségével a rovar által képzett rezgések következtében jelentkező elmozdulásokat képes érzékelni és hangjelekké alakítani, amely azután elemezhető. A vizsgálatok során laboratóriumban nevelt, szűz, valamint szabadföldön fogott hím és nőstény egyedeket teszteltem annak megállapítására, hogy csakugyan adnak-e ki hang- illetve vibrációs jelzéseket a szexuális viselkedés során.

Bioakusztikai vizsgálatokat természetes, növényi felületen (rezonáló felület), valamint mesterséges, nem-rezonáló felületen (hangszóró membrán) is végeztem. A felvételek utólagos elemzését a Sound Forge 6.0 (Sonic Foundry Inc., Madison, WI, USA) programmal végeztem. A hangminták elemzésénél a következő változókat vettem fel: a jelzésekre jellemző domináns frekvenciát, az egyes jelek hosszát, a jelcsoportok elemszámát, valamint a jelcsoportokon belül az ismétlés idejét, vagyis az adott jel kezdete és az az után következő jel kezdete között eltelt időt. A jelzéseket akkor vettem egy csoportba tartozónak, ha hasonló ismétlési idővel rendelkeztek (monoton ismétlődtek) és nem volt köztük szünet. A jelzésekre jellemző domináns frekvencia megállapításánál kizártam az alapzaj domináns frekvenciakomponensét.

## SAJÁT EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

1. Szabadföldi kísérletekben igazoltam, hogy két általánosan előforduló virágillatanyag, a fenilacetaldehid és a transz-fahéjaldehid csalogatja a molyhos mezeipoloska és a lucernapoloska kifejlett hím és nőtény egyedeit. Ezen vegyületek csalogató hatása egyik faj esetén sem volt ismert, az utóbbi fajra nézve ez az első közlés illatanyag viselkedést befolyásoló hatásáról. Az eredmények egyben azt is mutatják, hogy illat stimulusok fontos szerepet játszhatnak mindkét faj táplálékkeresése során. A vizsgálatok során a két illatanyag együttes alkalmazása nem befolyásolta az odacsalogatott egyedek számát, tehát együtt nem jelentettek erősebb stimulust, mint külön-külön. A vegyületekre adott válasz dóziszfüggést mutatott.
2. Elsőként készítettem bioakusztikai felvételeket a molyhos mezeipoloska párzási viselkedésével összefüggésben. A felvételek során kiderült, hogy mind hím, mind nőtény egyedek adnak vibrációs jelzéseket potrohuk felülethez ütésével. A hímek és a nőtények jelzései között a felvett változóknak nem mutatkozott statisztikailag szignifikáns különbség. A vibrációs jelzések arra utalnak, hogy a molyhos mezeipoloska párkeresése és párválasztása a korábban feltételezettől összetettebb folyamatokat foglal magába, ezek során a növényen, mint médiumon keresztül terjedő jelek is fontosak lehetnek.
3. A zöldfátyolkákon végzett szabadföldi vizsgálatokban a *Chrysopa formosa* Brauer, 1850 és *C. pallens* Rambur, 1833 kifejlett hím egyedeket csalogatták a levéltetvek által termelt szexferomon-vegyületek. Ezt a hatást a virágillatanyag csalétek nem befolyásolta. Arra nézve, hogy nőtény egyedeket miért nem csalogattak a vegyületek, egyelőre nincs egyértelmű válasz, elképzelhető, hogy a levéltetű szexferomon-vegyületek és a fátyolka fajok (eddig nem ismert) feromonvegyületei közötti hasonlóság áll a jelenség hátterében.
4. A *Chrysoperla carnea* fajkomplex egyedeket a virágillatanyag csalétek csalogatták, a levéltetű szexferomon-vegyületek nem, sőt, kombinációban alkalmazva jelentősen csökkentették az odacsalogatott egyedek számát. Ez utóbbi jelenség rendkívül érdekes, különösen, hogy ezen fajok lárvakorban éppenhogy jelentős levéltetű fogyasztók. Lehetséges magyarázat, hogy nem maguk a levéltetű szexferomon-vegyületek, hanem azok *Chrysopa* fajoknál feltételezett feromonvegyületekhez való hasonlósága, vagy az odacsalogatott *Chrysopa* imágók és azok jellegzetes, zavarás esetén kibocsátott, erőteljes szagú anyagai állnak a jelenség hátterében.

## A TÉZISEKBEN IDÉZETT IRODALMAK HIVATKOZÁSAI

- HOOPER, A. M., DONATO, B., WOODCOCK, C. M., PARK, J. H., PAUL, R. L., BOO, K. S., HARDIE, J., PICKETT, J. A. (2002): Characterization of (1*R*,4*S*,4a*R*,7*S*,7a*R*)-dihydronepetalactol as a semiochemical for lacewings, including *Chrysopa* spp. and *Peyerimhoffina gracilis*. – *Journal of Chemical Ecology* 28: 849-864.
- INNOCENZI, P. J., HALL, D. R., CROSS, J. V., MASUH, H., PHYTHIAN, S. J., CHITTAMARU, S., GUARINO, S. (2004): Investigation of long-range female sex pheromone of the European tarnished plant bug, *Lygus rugulipennis*: chemical, electrophysiological, and field studies. – *Journal of Chemical Ecology* 30: 1509-1529.
- INNOCENZI, P. J., HALL, D., CROSS, J. V., HESKETH, H. (2005): Attraction of male European tarnished plant bug, *Lygus rugulipennis* to components of the female sex pheromone in the field. – *Journal of Chemical Ecology* 31: 1401-1413.
- TÓTH M., SZENTKIRÁLYI F., VUTS J., LETARDI, A., TABILIO, M. R., JAASTAD, G., KNUDSEN, G. K. (2009): Optimization of a phenylacetaldehyde-based attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l.). – *Journal of Chemical Ecology* 35: 449-458.



## A TÉZISEK ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

### Tudományos cikkek

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., BIRKETT, M. A., PICKETT, J. A., VOIGT E., TÓTH M. (2010): Attraction of *Chrysoperla carnea* complex and *Chrysopa* spp. lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to aphid sex pheromone components and a synthetic blend of floral compounds in Hungary. – *Pest Management Science* 66: 1374-1379.

KOCZOR S., VUTS J., TÓTH M. (2012): Attraction of *Lygus rugulipennis* and *Adelphocoris lineolatus* to synthetic floral odour compounds in field experiments in Hungary. – *Journal of Pest Science* 85: 239-245.

KOCZOR S., COKL, A. (in press): Percussion signals of *Lygus rugulipennis* Poppius (Heteroptera: Miridae). – *Central European Journal of Biology*

### Konferencia-absztraktok

KOCZOR S., VUTS J., TÓTH M. (2009): Szintetikus csalogatóanyagok két hazai kártevő poloskafajra (Heteroptera: Miridae). – *XIX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum előadóülése, február 4-6., Keszthely*

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., VOIGT E., BIRKETT, M., TÓTH M. (2009): Különböző típusú szintetikus fátyolka csalétek hatásának összehasonlító szabadföldi vizsgálata (Neuroptera: Chrysopidae). – *55. Növényvédelmi Tudományos Napok előadóülése, február 23-24., Budapest*

KOCZOR S., VUTS J. és TÓTH M. (2009): Synthetic attractants for two pest bug species. – *5th European Hemiptera Congress, augusztus 31-szeptember 4., Velence*

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., BIRKETT, M., PICKETT, J., VOIGT E., TÓTH M. (2009): Field attraction of beneficial chrysopids to floral compounds and aphid sex pheromone components in Hungary. – “*Semiochemicals without borders*” *Joint Conference of the Pheromone Groups of IOBC WPRS – IOBC EPRS, november 15-20., Budapest*

KOCZOR S., VUTS J., TÓTH M. (2009): Attraction of *Lygus rugulipennis* and *Adelphocoris lineolatus* to synthetic floral scent compounds in field experiments in Hungary (Heteroptera: Miridae). – “*Semiochemicals without borders*” *Joint Conference of the Pheromone Groups of IOBC WPRS – IOBC EPRS, november 15-20., Budapest*

## A DOLGOZAT TÉMÁJÁBAN MEGJELENT TOVÁBBI PUBLIKÁCIÓK

### **Tudományos cikkek**

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., BIRKETT, M. A., PICKETT, J. A., VOIGT E., TÓTH M. (2012): Szintetikus zöldfátyolka csalétek szabadföldi vizsgálata (Neuroptera: Chrysopidae). – *Növényvédelem* 48: 501-506.

### **Konferencia-absztraktok**

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., BIRKETT, M., PICKETT, J., TÓTH M. (2012): Study of attractive and possibly repellent stimuli on adult green lacewings (Chrysopidae). – *28th Annual Meeting of the International Society of Chemical Ecology*, július 22-26., Vilnius, Litvánia

KOCZOR S., SZENTKIRÁLYI F., BIRKETT, M., PICKETT, J., TÓTH M. (2013): Investigation of the behavioral response of green lacewings to aphid sex pheromones and other green lacewing species: results from field experiments. – *International Chemical Ecology Conference*, augusztus 19-23., Melbourne, Ausztrália