

IMREI ZOLTÁN – VUTS JÓZSEF – TÓTH MIKLÓS

Bogárferomonok a környezetkímélő növényvédelemért

A rovarok, így a bogarak nagyobb távolságokban való tájékozódásában, illetve a fajtársak egymásra találásában a szaglásnak elsődleges szerepe van más érzékekhez – köztük a látáshoz(!) – viszonyítva. Ez az oka annak, hogy a rovarok illatanyagok kommunikációjának tanulmányozása kulcsfontosságú a rovarvilág és azok más élőlényekkel való kapcsolatának megértése szempontjából.

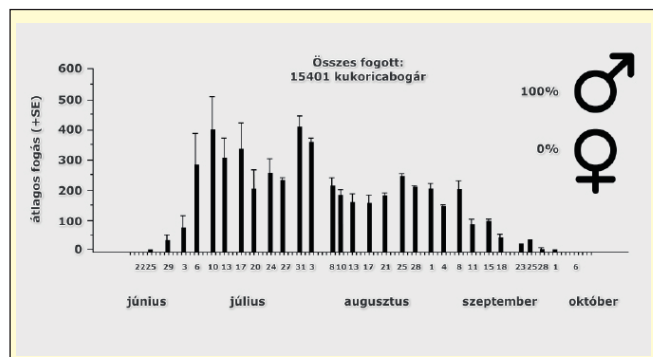
Mik is azok a feromonok?

A feromonok olyan vegyületek, amelyek a fajtársak számára közvetítenek valamilyen információt; a feromon kifejezést használjuk a fajon belüli kommunikációra szolgáló anyagok esetén az egész élővilágra. Például akkor, ha egy tengeri moszatfaj „üzen” vízben fajtársainak, ha egy szárazföldi gerinces egyedei finom légáramok segítségével juttat-

donságai praktikusán megfelelnek a célnak. Így a feromonok összetevői – merthogy a feromonok rendszerint többféle anyag keverékéből állnak – lehetnek nyílt vagy zárt láncúak, egy vagy több kettős kötést tartalmazók, alkoholok, aldehidek, ketonok, éterek vagy másféle funkciók csoporttal rendelkeznek.

A különböző vegyületek biológiai célú csoportosítása az élő szervezet számára betöltött szerepe alapján történik. Viszonylag könnyen belátható, hogy akár ugyanaz az illatanyag csalogathatja a növényevő rovarát a tápnövényhez, ami egy másik rovarfaj esetén a fajtársak között hordoz üzenetet. Így az egyik esetben növényi illatanyagról, míg a másik esetben rovarferomonról beszélünk, noha kémiai szempontból ugyanazt a vegyületet használják fel a kétféle kommunikációs út során.

Az alábbiakban felsorakoztatott példákban levegőben terjedő, illékony feromonkomponenseket bocsátanak ki a fajok, amellyel távolabb levő fajtársaiknak „üzennek”. A különbség – ahogy majd látni fogjuk – a stratégiában rejlik. A kutatók feladata – más kérdések vizsgálata mellett – ezen „üzenetek” megfigyelése. A gyakorlat



1. ábra. Kukoricabogár fogásainak szezonális lefutása

Korábbi cikkünkben (Természettudományi Közlöny 142. évf. 6. füzet) viráglátogató cserebogarak tápnövény-illatanyagokra, illetve vizuális (látási) ingerekre adott válaszárol írtunk, ami a különböző fajok – növények és állatok – közötti kommunikáció témaköre. Ezzel szemben mostani írásunkban a kémiai ökológia tudományának a fajon belüli kommunikációt vizsgáló területét mutatjuk be néhány, a mezőgazdaságban komoly szerepet játszó bogárcsoport példáján keresztül, mely séma tágabban más rovarfajokat, illetve taxonómiai egységeket tekintve is megállja a helyét. Cikkünk az alapkutatótól az alkalmazott fejlesztésen át a gyakorlati szaktanácsadásig ívelő eredményeket tartalmaz, amelyeket az MTA Agrártudományi Központ Növényvédelmi Intézete keretében működő csoportunk munkatársai értek el.

a tojásrakó hely már foglalt”.

Értelemszerűen másféle vegyületek alkalmazása különböző viszonyok között az üzenet közvetítésére. A levegőben nagy illékonyaságú, aránylag kis molekulatömegű anyagokkal juttatható el hatékonyabban az információ, míg a kis távolságra vagy érintéssel közvetítő feromonok többnyire kisebb illékonyaságú, nagyobb molekulából állnak. A feromonok tehát sokfélék és bármilyen szerves vegyületcsoporthoz tartozhatnak, feltéve, hogy a molekula tulaj-

2. ábra. Hím kukoricabogár-fogás a CSALOMON® PAL feromoncsalétkes csapdában (Tóth M. felvétele)



száma hasznosítható értelmet pedig az ad a kutatásoknak, hogy mezőgazdasági kártevő fajokról van szó, így minden ismeret a termést veszélyeztető rovarokról (itt bogarakról) hasznos lehet az ellenük való korszak, környezetkímélő védekezés kidolgozásában, ami egy kis építőköve a fenntartható termelési technológiák fejlesztésében. Más esetekben a távoli tájakról behurcolt fajok észlelésében és fokozatos elterjedésének a követésében felhasználható ismeretek forrása, vagy egyéb, itt nem tárgyalt módon segíthet bennünket.

Szexferomonok

A kifejlett egyedként rövid életű rovarfajok imágóinak többnyire egyetlen célja a párosodás, így sok esetben ezek már alig vagy egyáltalán nem táplálkoznak; ilyenek például egyes cserebogárfajok (tavaszvégi csaja, keleti cserebogár). A rövid imágóéletű fajok olyan távhátasú feromonokat termelnek, amelyek kizárólag a két különbözőivar egymásra találását szolgálják. A feromonok ezen fajtáit hívjuk szexferomonoknak. Legtöbb esetben a nőtények csalogatják a hímeket, de ebben nem lehetünk addig teljesen biztosak, amíg meg nem vizsgáljuk a kérdéses faj viselkedését.

Egy tipikus levélbogár, az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Coleoptera: Chrysomelidae) nappal aktív imágói június közepétől kelnek ki, és július elejétől találkozhatunk velük nagyobb egyedszámban országszerte a kukoricásokban (1. ábra). A nőtény bogár szexferomon segítségével csalogatja a levélről levélre rövid, gyors repülésekkel mozgó hímeket, melyek egyetlen célja, hogy minél több nőténnyel párosodjanak. A többször pázott nőtények a

károkat, ami nyomán hiányos lesz a termésnyúlás, „foghíjas” lesz a kukoricacső. A hatványak-tünetet mutató kukoricánövényeket akár többméteres korokban is könnyedén kihúzhatjuk a talajból.



4. ábra. Vetési pattanóbogár
(Forrás: www.eol.org)

A gyenge tápanyagellátás miatt az erősebben fertőzött növények fejletlen csöveket nevelnek. A kukoricaszár a szél hatására és a csövek súlya alatt elfekszik a talajon, így lehetetlenítve el a gépi betakarítást. A kukoricabogár mára megakadályozta a monokultúras kukoricatermesztést és szükségessé tette a vetésváltást, illetve a biztonságos kukorica-termesztéshez a talajinszekticidek alkalmazását, ami a környezetet terheli és a termesztési költségeket jelentősen megnöveli.

A kukoricabogár egy Európában újnak számító, úgynevezett invazív faj, amely a kilencvenes évek első felében – minden valószínűség szerint – katonai repülőgépekkel jutott az amerikai kontinensről Szerbiába, Belgrád környékére, ahonnan elterjedt Európa nagy részén. A feromoncsapdák ragyogóan alkalmasak az első egyedek megfogására, így Európa-szerte az általunk kifejlesztett palást alakú, ragacsos felületű csapdát használják a tagállamok a kártevő elterjedésének a követésére egy EU-s ajánlásnak megfelelően (2. ábra).

Könnyű felmérni a kukoricabogár jelentőségét, ha tudjuk, hogy Magyarországon több mint 1 millió hektár kukoricát vetnek évről évre, ami a vetésterület ötöde és az ország teljes területének több mint 10%-a (!). Egy másik bogárcsoport, ahol a nőtények a hímek csalogatására szexferomonokat bocsátanak ki, a pattanóbogarak családja (Coleoptera: Elateridae). Nevüket arról a tulajdonságukról kapták, ho-

gy hátukon fekvé is képesek az aljatról fölpattanni és elmenekülni. A hímeknek fonalas, fűrészes vagy 11 ízű ágas csápjában van a fajtárs nőtények által termelt feromonmolekulák érzékeléséért felelős szaglószőrökkel (3. ábra). Kutatócsoportunk egyik legújabb felfedezése, hogy a nőtények termelte feromonokat nemcsak a hímek, hanem a nőtények is képesek érzékelni, aminek a pontos okát még nem sikerült tisztázni, viszont új távlatokat nyithat a nőtények fogására alkalmas illanyagcsapdák fejlesztésében. A mezőgazdasági szempontból legfontosabb *Agriotes* genus európai kártevő fajainak feromonjai mindössze egy vagy két összetevősek, és kivétel nélkül mind észter típusú vegyületeket tartalmaznak (Tóth és Furlan, 2005).

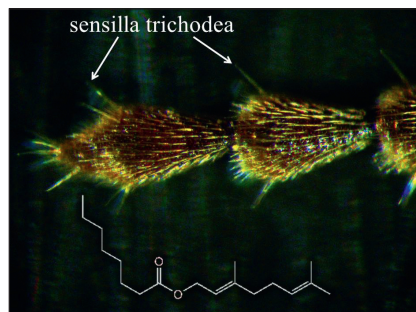
Magyarországon a szántóföldi és kertészeti kultúrákat elsősorban az *Agriotes*-fajok lárvái veszélyeztetik, az összes pattanóbogár-lárva, azaz drótféreg mintegy 88%-át kiteve. Mezőgazdasági szempontból legjelentősebb fajaik a mezei (*A. ustulatus* Schaller), a réti (*A. sputator* L.), a vetési rövid (*A. brevis* Candeze), a sziki (*A. rufipalpis* Brullé), a sötét (*A. obscurus* L.) és a vetési pattanóbogár (*A. lineatus* L., 4. ábra). Többéves fejlődésű lárváik polifágok, sokféle haszonnövény (pl. répa, burgonya, dohány, gabonafélék, napraforgó, sőt fiatal gyümölcsfák) gyökerét károsítják (5. ábra). A kifejlett bogarak pollenel, gyomnövények és fűfélék leveleivel és virágaival táplálkoznak, kárt nem okoznak.

A kukoricabogárhoz hasonlóan, a szintetikusan előállított nőtény feromont egy, a bogarak viselkedésének alapos kutatása eredményeként kifejlesztett csapdaalakba téve (6. ábra) a pattanóbogaraknál is hatékonyan nyomon követhetjük a rajzásmenetet egész szezonon át (Furlan és Tóth, 2007). Fontos tudni, hogy – mivel a csapda nem a kárt okozó fejlődési alakot, tehát a drótférget fogja meg, hanem a kifejlett bogarakat – a pattanóbogár-csapda nem al-



5. ábra. A pattanóbogarak
lárváinak, a drótférgeknek a
kártétele burgonyában (Forrás:
www.agriculture.purdue.edu)

kalmas a kártétel közvetlen csökkentésére. Viszont a fajspecifikus feromoncsapdákat leolvasva nagyon fontos ismeretekhez juthatunk az adott faj népességszámának alakulásáról, ami a jól időzített, környezettudatos növényvédelmi intézkedések meghozatalában létfontosságú! A felsorolt fajok mindegyikére rendelkezésre áll már fajspecifikus csapda.



3. ábra. A vetési pattanóbogár csápjának utolsó két ízéről készült fénymikroszkopos felvétel, nyilakkal jelölve a faj fő feromon-összetevőjének, a geranil-oktanoát nevű vegyületnek az érzékeléséért felelős érzékszőröket (sensilla trichodea) (Molnár B. felvétele, preparátum: Vuts J.)

talajra rakják le tojásaikat. Több mint egy hónapon át kelnek ki az imágók, így elhúzódik a rajzás, míg végül ősszel az utolsó bogarak is elpusztulnak. Csak a tojások telelnek át, hogy a következő évben a kukorica kelését követően, májusban kis lárvák jelenjenek ki, amelyek a kukorica, illetve a tápnövénynek alkalmas gyomok gyökerén táplálkoznak. A lárvák a gyökereket visszarágják, amitől az erősebben fertőzött kukorica eldőli, és egy, a föld közelében levő, talaj feletti szárcsomóból gyökeresedik csak újra, így kialakítva a jellegzetes hatványakra emlékeztető kárképet. A kikelő bogár a kukorica „bajuszát”, azaz a női ivarú virágzat bibeszálait rágcsálva okoz érzékeny

Aggregációs feromonok

Szemben az amerikai kukoricabogár és a pattanóbogarak példájával, más bogárcsoportok esetében a kommunikáció stratégiája nem egyszerűen az ellentétes ivarú fajtársak egymásra találását szolgálja, hanem a foltosan előforduló táplálékforrás felderítése és kolonizálása biztosítja a populáció egyedei számára az evolúciós előnyt. Ilyen foltos elhelyezkedési táplálékforrás lehet egy-egy legyengült fa a szűbogar (Coleoptera: Scolytidae) számára egy erdőben vagy a pillangós tápnövényen benőtt folt az ormányosbogarak (Coleoptera: Curculionidae) közé tartozó csipkészbarkóknak (*Sitona* spp.), amelyek 'u' alakú berágásait könnyen megfigyelhetjük a here, borsó és a rokon növényfajok levelein. A táplálékforrás foltos elhelyezkedése miatt az első pillanatban ellentmondásosnak látszó csalogatási módszer alakulhatott ki, ahol a távolabbi felderítő utakat tevő hímek nemcsak a nőstényeket csalogatják, hanem a párzásért egyébként velük versengő, megegyező ivarú fajtársaikat is. A mindkét ivart csalogató távhatású feromonokat aggregációs feromonoknak hívjuk.

A táplálékforrás foltos elhelyezkedése miatt az első pillanatban ellentmondásosnak látszó csalogatási módszer alakulhatott ki, ahol a távolabbi felderítő utakat tevő hímek nemcsak a nőstényeket csalogatják, hanem a párzásért egyébként velük versengő, megegyező ivarú fajtársaikat is. A mindkét ivart csalogató távhatású feromonokat aggregációs feromonoknak hívjuk.

A táplálékforrás foltos elhelyezkedése miatt az első pillanatban ellentmondásosnak látszó csalogatási módszer alakulhatott ki, ahol a távolabbi felderítő utakat tevő hímek nemcsak a nőstényeket csalogatják, hanem a párzásért egyébként velük versengő, megegyező ivarú fajtársaikat is. A mindkét ivart csalogató távhatású feromonokat aggregációs feromonoknak hívjuk.

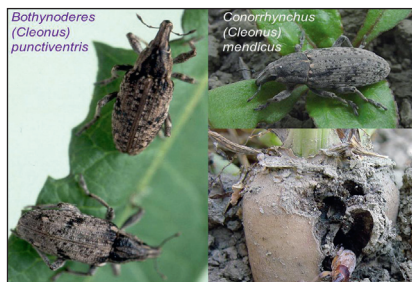
A bemutatott sémát idézi egy gyakorlati jelentőségű aggregációs csalogatóanyag (attraktáns), amely az ormányosbogarak családjába tartozó lisztes répbarkó (*Bothynoderes punctiventris* Germar) és a rokon *Conorrhynchus mendicus* Germar hímjeit és nőstényeit (7–8. ábra) egyaránt csalogatja (Tóth és mtsai, 2002, 2007).

A lisztes répbarkó Közép-, Kelet- és Délkelet-Európában, míg a *C. mendicus* Dél- és Délnyugat-Európában a frissen kelő cukorrépa kulcskártevője (9. ábra). Ha a gyalog, az előző évi cukorrépatábla irányából migráló bogarak meglepik a frissen kelő cukorrépatáblát,

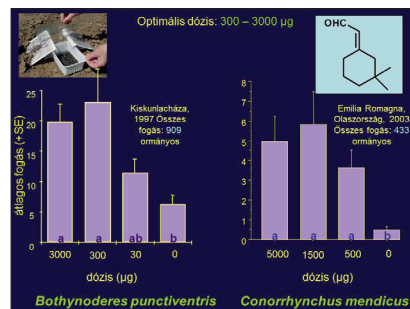
akkor egy-egy bogár több csíranövényt is képes elpusztítani, ami a tábla megsemmisülésével fenyegethet. Ahogy a cukorrépa fejlődik, és teljesen kifejlődött levelei megjelennek, a barkók már nem tudnak nagyobb mennyiségű zöldtömeget elfogyasztani. Erre mondják a termesztők, hogy „kinő a répa a barkó foga alól”, a lárvák azonban később még így is károsíthatják a répatestet.

A csapda nemcsak a bogarak jelzésére kitűnő, hanem a barkók egyedszámának a szabályozására is. Tíz csapda üzemeltetése hektáronként már a populációt jelentősen csökkentheti, míg harminc csapda már a közepesenél nagyobb egyedsűrűségnél is közel az egész populációt megfoghatja, ami több mint 120 000 (!) bogarat jelenthet hektáronként. A tömeges csapdázás csak egyes speciális esetekben vezet a kártétel jelentős csökkentéséhez. Ennek lényeges elemei, hogy a nagy erősségű csalogatóanyag mindkét ivart csalogassa viszonylag nagy testméretű, tehát arányaiban kisebb egyedsűrűségben élő kártevő esetén, ahol maga a megfogott alak (itt: a kifejlett bogár) okozza a kárt. Mindezek a feltételek itt szerencsésen teljesülnek! Mindamelllett a módszer hétköznapi alkalmazása egyelőre nem látszik reálisnak, hiszen több száz hektáros cukorrépatáblákat figyelembe véve, jóval drágább és élőmunka-igényesebb a csapdák üzemeltetése, mint egy nagy teljesítményű permetezőgéppel az arányaiban olcsóbb és jóval gyorsabb permetezés. A gyakorlati alkalmazáshoz vagy a módszer további fejlesztésére és egyszerűsítésére, vagy a termesztési gyakorlat megváltozására lesz szükség.

7. ábra. A lisztes répbarkó (*Bothynoderes punctiventris*), a *Conorrhynchus mendicus* és a két faj jellemző lárvakártétele *Bothynoderes punctiventris* (balra) – Nagy Z. felvétele, *Conorrhynchus mendicus* (jobbra), – G. Campagna felvétele

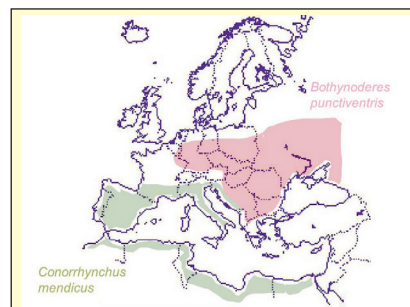


6. ábra. A pattanóbogarak fogására legalkalmasabb csapda, a Yatorf



8. ábra. A két cukorrépa-kártevő ormányost hasonlóan hatékonyan csalogatja ugyanaz az aggregációs csalogatóanyag (attraktáns). Az azonos betűvel jelölt oszlopok nem különböznek egymástól szignifikánsan (ANOVA, Games-Howell, P=5%)

9. ábra. A lisztes répbarkó (*Bothynoderes punctiventris*) és a *Conorrhynchus mendicus* faj elterjedése Európában és Észak-Afrikában (Hoffmann, 1966 nyomán)



A cikk megjelenését az OTKA K81494 számú pályázata támogatta.

Irodalom

- Furlan, L., Tóth, M., Cooperators 2007, *IOBC/WPRS Bulletin* 30: 19-25.
- Hoffmann, A. 1966, Sous-famille des Cleoninae. In: A.S. Balachowsky (ed.), *Entomologie appliquée à l'agriculture*, vol. 1. Masson et Cie Éditeurs, Paris pp. 953–981
- Tóth, M., Sivcev, I., Tomasek, I., Szarukán, I., Imrei, Z. és Újváry, I. 2002, *Növényvédelem* 38: 145-151.
- Tóth, M., Furlan, F., Campagna, G., Imrei, Z., Sivchev, I., Tomasev, I. és Újváry, I. 2007, *Insect Pests IOBC/WPRS Bulletin* 30: 125-131.
- Tóth, M. és Furlan, L. 2005, *IOBC/wprs Bulletin* 28: 133-142.