

NÖVÉNYVÉDELLEM

A Földművelésügyi Minisztérium tudományos lapja

79 (54) 3. szám, 2018. március



A SÁRGARÉPA ÉS A PETREZSELYEM VÉDELME


HERMAN OTTÓ
INTÉZET
NONPROFIT RTK


MTA ATK
Növényvédelmi Intézet

A KÖRNYEZETBARÁT NÖVÉNYVÉDELMEÉRT ALAPÍTVÁNY

NÖVÉNYVÉDELEM

Megjelenik havonként

Előfizetési díj a 2018. évre ÁFÁ-val: 8000 Ft
A Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi
Társaság tagjainak 7500 Ft/év
Egyes szám ÁFÁ-val: 800 Ft + postaköltség
Diákoknak 5800 Ft/év

Szerkesztőbizottság:
Elnök: Eke István

Rovatvezetők:

Csóka György (erdővédelem)
Hartmann Ferenc (gyomszabályozási technológia)
Palkovics László (növénykórtan, virológia)
Petróczy Marietta (növénykórtan)
Ripka Géza (rovartan, akarológia)
Solymosi Péter (gyombiológia, botanika)
Szántóné Veszelka Mária (rovartan, technológia)
Szeőke Kálmán (rovartan, most időszakos)
Vétek Gábor (rovartan, technológia)
Vörös Géza (technológia, rovtan)

A Szerkesztőbizottság munkáját segítik:

Dzsudzsák Szilvia (HOI)
Dancsházy Zsuzsanna (angol nyelv)
Böszörményi Ede (angol nyelv)
Mihályi Krisztina (szerkesztőségi titkár)

Főszerkesztő: Balázs Klára

Szerkesztőség:

Budapest II., Herman Ottó út 15.
Postacím: 1525 Budapest, Pf. 102.
Telefon: (1) 391-8645
Fax: (1) 391-8655
E-mail: balazs.klara@agrar.mta.hu

Felelős kiadó: Bárányné Erdei Rita
a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

Kiadó:

A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány
1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

Együttműködő partner:

MTA Agrártudományi Kutatóközpont
Növényvédelmi Intézet

Megrendelhető a Szerkesztőség címén, illetve elő-
fizethető az Alapítvány K&H 10400054-00502306-
00000000 számú csekkzámláján.

ISSN 0133-0829

Készítette az AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft.
Felelős vezető: Stekler Mária
2018/6

PLANT PROTECTION

ÜTMUTATÓ A SZERZŐK SZÁMÁRA

A közlemények terjedelmét a mondanivaló jelle-
ge szabja meg, de ne legyen a kettes sortávolságra
nyomatott szöveg a mellékletekkel együtt 15 oldal-
nál hosszabb. A kéziratot bevezető, anyag és mód-
szer, eredmények (következtetések, köszönetnyil-
vánítás), irodalom fő fejezetekre kérjük tagolni és a
Szerkesztőség címére e-lektronikus levélben bekül-
deni. A közlemény címét a Szerző(k) neve, munkahelye és a rövid összefoglaló kövesse, a dolgozat az irodalommal fejeződjön be. A táblázatok és ábrák (címjegyzékkel együtt) a dolgozat végére kerüljenek. Csak jó minőségű, lasernyomtatóval készült ábrát, illetve fekete-fehér fotót fogadunk el. Színes diát és színes fotót csak a borítóra kérünk. Belső színes ábrák elhelyezésére közlési díj befizetése vagy szponzor anyagi támogatása esetén van lehetőség.

Az angol nyelvű összefoglaló új oldalon kezdődjön. Magyar és angol nyelven kulcsszavak közlése is szükséges.

A kéziratban csak a latin neveket kérjük kurzív-
val (egyszeri aláhúzás vagy italic nyomtatás) jelölni, egyéb tipizálás mellőzendő. A technológia részbe szánt kézirathoz összefoglalót nem kérünk. A Szerkesztőség csak az előírásoknak megfelelő eredeti kéziratot fogad el.

A Szerkesztő bizottság az internet honlapokról származó adatokra való hivatkozásokat nem tartja elfogadhatónak, ezért felhívja a Szerzők figyelmét, mellőzzék ezeket. Kivételt képeznek az interneten „on-line” elérhető tudományos folyóiratok, amelyek lektorált, szakmailag ellenőrzött dolgozatokat közölnek. Az ezekre történő hivatkozás esetén a szokásos bibliográfiai adatokat kell megadni.

A kézirat beadásával egyidejűleg kérjük a Szerző(k) személyi adatait (név, lakcím, munkahely, munkahely címe, telefon, fax, e-mail) megadni

CÍMKÉP:

Egészséges sárgarépa állomány
bakhátas termesztéstechnológiával

Fotó: Kerek Máté

Kapcsolódó cikk: 118. oldal

COVER PHOTO:

A healthy carrot field under ridge
management

Photo by: Máté Kerek

MÓDSZEREK A KÉMIAI ÖKOLÓGIÁBAN

Vuts József¹, Koczor Sándor², Imrei Zoltán², Jósvai Júlia Katalin², Lohonyai Zsófia², Molnár Béla Péter², Kárpáti Zsolt², Szócs Gábor² és Tóth Miklós²

¹Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ Egyesült Királyság

E-mail: jozsef.vuts@rothamsted.ac.uk

²MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, 1525 Budapest, Pf. 102

Cikkünkkel áttekintjük a kártevő rovarok kémiai ökológiájának kutatásában leggyakrabban használt módszereket. A legfontosabbnak tartott, főleg angol nyelvű irodalomra hivatkozva reméljük, hogy kiindulópontul szolgál majd mindazoknak, akik tanulmányaik vagy munkájuk során kapcsolatba kerülnek ezzel a tudományterülettel, és a magyar nyelvű szakirodalom jelenti számukra az első lépést.

Kulcsszavak: szemiokemikália, allelokemikália, feromon, kémiai kommunikáció, illatanyagok, integrált növényvédelem

A kémiai ökológia több tudományágat átölelő kutatási terület, amely a különböző vegyületeknek az élőlények egymással való kölcsönhatásaiban betöltött szerepét vizsgálja. Foglalkozik a jelmolekulák bioszintézisével (Morgan 2010, Dudareva és mtsai 2013), szerkezetük felderítésével és mesterséges előállításukkal (szintézisével) (Francke 2010), a szaglási ingert felfogó, az ingerületet létrehozó, továbbító és feldolgozó környéki és központi idegrendszer élettani folyamataival (Hansson 1999), illetve az illatanyagoknak a viselkedésre és egyedfejlődésre kifejtett hatásaival, s mindezek ökológiai és evolúciós következményeivel (pl. Steiger és mtsai 2011). A kémiai jelek útján történő üzenetváltás az egyik legősibbnek tekintett kommunikációs forma. A kémiai jelek érzékelésének egyik módja a szaglás, amely során az illatmolekulák – összefoglaló néven szemiokemikáliák – jellemzően a levegő közegén keresztül jutnak el a kibocsátótól a felfogó szervezet receptoraihoz (pl. Mollo és mtsai 2014). A centiméteres vagy ennél nagyobb távolságokra terjedő illatmolekulák információkódot jelenthetnek a táplálékkal, a fajtársakkal vagy éppen a szaporodóhellyel kapcsolatban. Az izleléses kémiai érzékeléssel a jelen áttekintésben nem foglalkozunk, mivel ott a jelátvitel nem egy külső közegen át történik, a jel nem távhatású.

Feltehetőleg minden ma ismert élőlény képes valamilyen szintű szaglásra, mégis a leginkább kutatott, ezért legjobban ismert csoport – az emlősök mellett – a rovarok osztálya. Ennek az az oka, hogy a legtöbb gazdasági szempontból fontos kártevő a rovarok közül kerül ki, így elsősorban gyakorlati szempontok befolyásolták a kémiai ökológia irányvonalát (Jermy és mtsai 2006, Szócs és Tóth 2010). Az alapmegközelítés szerint szintetikus szemiokemikáliákkal igyekszünk úgy befolyásolni az egyes kártevő fajok viselkedését és/vagy egyedfejlődését, hogy mindez megnövekedett hatékonyságú, célzott és ezen keresztül környezetkímélő növényvédelmi lépésekhez vezessen. Működési elvük szerint fajspecifikus, szelektív feromonokat (pl. Wyatt 2014) vagy kisebb szelektivitással rendelkező allelokemikáliákat használhatunk, utóbbiak különböző fajok egyedei között közvetítik az információt (pl. Schoonhoven és mtsai 1998). Az allelokemikáliák esetében ugyanaz az illatanyag több fajra is hatással lehet, akár oly módon is, hogy egyes fajokat vonz, míg másokat taszít. Egy-egy kártevő rovarfaj kémiai kommunikációjának a feltárása többlépcsős, különböző kísérleti módszereket alkalmazó folyamat, amely sokszor kutatóintézetek közötti, jellemzően nemzetközi együttműködést igényel. A tudományra új eredmények felmutatása mellett

olyan új ismeretek megszerzéséhez vezet, amelyeket a növényvédelmi gyakorlatban alkalmazhatunk, és amelyeket a természetstechnológiába illesztve hatékonyabban és környezettudatosabban gazdálkodhatunk.

Jelen munkában vázlatos áttekintést adunk a rovarok kémiai ökológiájának kutatásában használt módszerekről. A tudományterületnek kiterjedt, jellemzően angol nyelvű szakirodalmából a számunkra kézenfekvő munkákra hivatkozunk, amelyek közül talán legátfogóbbak a Millar és Haynes (1998), valamint Haynes és Millar (1998) szerkesztésében megjelent módszertani tanulmányok, míg a magyar nyelvű szakirodalomból az elválasztástechnika vonatkozásában Kremmer és mtsai (2005) egyetemi jegyzetét vettük alapul egyes fejezeteknél. Jó áttekintést ad a viselkedésről általában Csányi (2002), a rovarökológiáról Szentesi és Török (1997), a rovarok testfelépítéséről Steinmann és Zombori (1981), a statisztikáról pedig Reiczigel és mtsai (2007).

Kémiai kommunikációra utaló viselkedési mintázatok

A felületes szemlélő számára a kémiai ökológiában az információt hordozó illatanyagok állnak a figyelem középpontjában, míg véleményünk szerint a rovarok viselkedésében bekövetkező változások a meghatározóak, amelyek kiváltásához szükségesek bizonyos illatanyagok.

A szárazföldi ökológiai rendszerekben az illatanyagok a levegőben és különféle víztestekben terjednek, melyek közül a légneműek jellemzően közép-, illetve hosszútávon fejtik ki hatásukat, azaz viselkedési választ a felfogó szervezetből a kibocsátó egyedtől legalább néhány centiméterre, de eddigi ismereteink szerint legfeljebb száz méterre (Wyatt 2014).

Egy adott kártevő rovar kémiai ökológiájának megismerése felé tett első lépés olyan viselkedési minta felismerése, amely arra utal, hogy a fajtársak az egymás közötti kommunikációban feromonokat használnak párkeresés vagy tömeges összegyűlekezésük (aggregáció) során, illetve allelokemikáliákat a tápnövény felkutatásában és azonosításában. A kémiai kommu-

nikációra utaló viselkedési mintázatok kezdeti bizonyítékoknak (indikációknak) tekinthetők, amelyek felismerését különböző laboratóriumi és szabadföldi vizsgálatok segíthetik. Ezek szemléltetésére néhány példát mutatunk be.

1. A bundásbogár (*Epicometis hirta* Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae) tavasszal a gyümölcsstermő növények virágainak szétválásával károsító cserebogárfaj. Tömeges fellépésekor komoly károkat okozhat, mivel a kémiai védekezés a virágzási időszakban aktív, beporzó méhfajok miatt korlátozottan, csak méhkimélő technológiával lehetséges. Emiatt más, költséghatékony módszer alkalmazása jelentősen növelheti a termesztés eredményességét. A cserebogarak csoportjában elterjedt a feromonok használata, melyek a növényi illatanyagoknál specifikusabbak és optimalizált esetekben jellemzően nagyobb hatáserősségűek. A bundásbogár fajon belüli, tehát feromonos kommunikációját sejtető viselkedési mintázatot fedezett fel Imrei és mtsai (2012) szabadföldi csapdázásos kísérletekben. A kutatók nagy fogókapacitású csapdák csalátke helyére kis ketrecben nőstény bogarakat tettek, melyek több hím egyedet csalogattak, mint a hímekkel csalátkezett, illetve csalátke nélküli ellenőrző (kontroll) csapdák (Imrei és mtsai 2012 – *Epicometis hirta* ISCE poszter alapján). Az ebből levont következtetés az volt, hogy a bundásbogárnak nőstények által termelt, hímeket csalogató szexferomonja van.

2. Szentesi és mtsai (1975) laborban nevelt káposzta-bagolylepkéken (*Mamestra brassicae* L.) (Lepidoptera: Noctuidae) végeztek megfigyeléseket a faj feromon-összetételének azonosítása céljából, mely végül nagyban előmozdította a kártevő rajzáskövetésének (monitorozásának) a kidolgozását, így ezen keresztül a védekezéstechnológia fejlődését. A mesterséges táplálékon felnövő állatokat fordított napszakos körülmények között, pontosan szabályzott hőmérsékleten és magas páratartalom tartották. Először a hímekből készített afrodiziákum-kivonatokat (az afrodiziákum a nőstények pázásra való hajlandóságát növelő illatanyag) nőstényekre kifejtett hatását vizsgálták légáramhoz kapcsolt üvegbúraban,

illetve álló légtérben. Hasonló körülmények között került sor nőstény potrohvég-kivonatok ivari aktivitásának vizsgálatára hímeneken, mely során bizonyítást nyert a nőstény szexferomon megléte a válaszoló példányok száma alapján. Az aktivitásért felelős feromonösszetevőket (feromonkomponenseket) azonosították (Novák és mtsai 1979, Jacquin és mtsai 1991), és később a szintetikus szexferomonnal működő, pl. CSALOMON® csapdák alkalmazása a termesztéstechnológiák részévé vált.

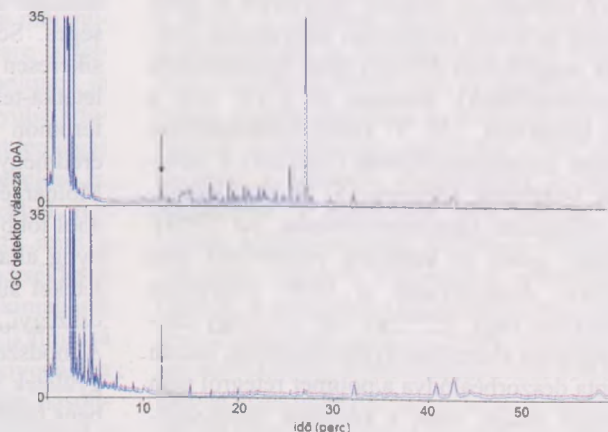
3. A kártevő német darázs (*Vespa germanica* Fabr.) és kecskedarázs (*Vespa vulgaris* L.) palearktikus elterjedésű társas redősszárnyú darázs fajok (Hymenoptera: Vespidae), amelyeket a világ számos pontjára behurcoltak és ott jó alkalmazkodó-képességüknek köszönhetően elterjedtek. A darazsak ellen való védekezésben használt csalétek fejlesztésénél táplálékkeresési viselkedésüket vizsgálva azonosítottak olyan szintetikus vegyületeket, amelyek nagy számban csalogatták őket. Kedvelt zsákmányaik közé tartoznak például a különböző légyfajok, melyekkel a fészkekben fejlődő lárváikat etetik. A házi légy (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) feromonját, a (Z)-9-trikozént az egyik legismertebb szintetikus darázscsalétekhez adva jelentősen megnövelték annak csalogatóképességét (Jósvai és mtsai, 2012). Új-Zélandon – ahová szintén behurcolták ezeket a fajokat – figyelték meg, hogy a darazsak nagy számban jelennek meg partra vetődött zöld kagyló (*Perna canaliculus* Gmelin.) (Mollusca: Mytilidae), erjesztett barnacukor és az ott jellegzetes *Nothofagus*-bükkösök mézharmattal borított törzsei körül. Az ezekből a forrásokból származó illatanyagokat azonosítva és összevegyítve fejlesztettek ki egy nagy hatású csalétket (Unelius és mtsai 2016).

Az illatanyagok kivonása

Ha van szemiokemikáliák megléte utaló viselkedési megfigyelés vagy valamilyen visel-

kedési mintázatot alátámasztó kísérleti adat, a soron következő lépés a viselkedési választ kiváltó illatanyagok kivonása az illatforrásból. Ez többféleképpen történhet, és maga az eljárás alapvetően meghatározza a szerkezetazonosítás irányába tehető további lépéseket.

Ellentétben a korábban használatos oldószeres mosással, manapság előnyben részesülnek a közvetlenül a vizsgálati alany légtéréből történő mintavételi eljárások. Ennek az egyik oka, hogy az oldószeres mosás az illékony vegyületek mellett általában sok más, kevésbé illékony összetevőt is kiold a szövetekből, melyektől meg kell tisztítani a kivonatot az elemzések előtt. E módszert használta Koczor és mtsai (2018) egy, a *Chrysopa formosa* Brauer (Neuroptera: Chrysopidae) fátyolkák által termelt riasztó illatanyag azonosítására. A vizsgálatokhoz 25 db kifejlett zöldfátyolka főbb testtájaiból (fej, tor, potroh) külön-külön készült kivonat hexán oldószerben való áztatással. A hexános torkivonatok tisztítása rövid szilikagél-állófázisú oszlopon történt, ahol az oszlopról hexánnal lemosott molekulák hányada (frakciója) már sokkal tisztább képet mutatott gázkromatográfias (GC) elemzés során, mint a kiindulási kivonat (1. ábra). Az oldószerben a polárosabbakkal való oszlopmosás polárosabb vegyületek leválasztását



1. ábra. *Chrysopa formosa* torkivonat tisztítása szilikagél-oszlopon. A felső gázkromatográfias futás a nyers kivonatot mutatja, míg az alsó annak hexánnal kinyerhető hányadát. A nyíl az azonosítandó illatanyagot jelöli

(deszorpcióját) eredményezte volna az alapvetően poláros gélről.

„Koszorú” kivonatok tisztítása folyékony nitrogénnel hűtött vákum-desztillációval is lehetséges, melynél az illékony molekulák -195 °C alatt csapódnak le, így választhatók el (Al Abassi és mtsai 1998). A másik ok, amiért a légtérből való illatanyaggyűjtés előnyösebb lehet az, hogy jobban tükrözi az élőlény által ténylegesen kibocsátott elegy minőségi és mennyiségi összetételét. Példaként szolgál erre az *Agriotes proximus* Schwarz és *A. lineatus* L. pattanóbogarak esete (Coleoptera: Elateridae), melyeknél az egyik feromonvegyület, a geranilbutanoát csak nyomokban volt kimutatható mirigykivonatokban, míg légtérkivonatokban a mennyisége sokkal nagyobb volt (Tóth és mtsai 2003, Vuts és mtsai 2012).

Egy adott élőlény légtéréből többféleképpen lehet kivonatot készíteni. Először is léteznek ún. statikus eljárások, ahol nyugalomban lévő gőztérből veszünk mintát, ezzel szemben a dinamikus módszereknél a gőztér állandó áramlásban van. Az álló gőztérből történő mintavétel egyik sokat használt módszere a szilárdfázisú mikroextrakció (angol nevének kezdőbetűi után SPME), melynek fontos eleme egy olvasztott kvarcszál, melynek felületére kémiai kötással különböző polimer folyadékfilmet rögzítenek. A kifűtéses tisztítás után gőztérbe merített mintavevő felületén az illékony vegyületek az adott gőztérre jellemző megoszlási hányadosuk értékének megfelelően diffúzió útján megkötődnek (adszorbeálódnak), ahonnan pl. a GC erre a célra kialakított, 250 °C körüli hőmérsékletre felfűtött mintaadagolójában (injektor) a molekulák leoldhatók (deszorpció) és kromatográfias jellemzőik tanulmányozhatók. Az SPME módszer gyors és hatékony mintavételt tesz lehetővé, érzékenysége a többi eljáráshoz viszonyítva nagy hátránya viszont, hogy csupán egyetlen elemzésre nyílik lehetőség, hiszen a minta deszorbeálódva a polimer rétegről nem nyerhető vissza, mert a készülék érzékelőjének (lángionizációs detektorának) elérésekor elég. Egy másik, a közelmúltban kifejlesztett statikus mintavételezési módszer poli-dimetilsziloxán (PDMS) darabkák elhelyezése a minta

légtérében, ami mind működési, mind elemzési elvét tekintve hasonló az SPME-hez, de jóval olcsóbb. A polimer oldószeres mosással és kifűtéssel tisztítható, így újra felhasználható (Kallenbach és mtsai 2015).

Dinamikus mintavételezés során pumpák keltette légáram sodorja a kibocsátó ivar által a légtérbe juttatott molekulákat, melyek egy része az illatcsapdaként alkalmazott anyag felületén adszorbciónal megkötődik az adszorbens telítődéséig, illetve a vegyületre jellemző egyensúlyi állapot (equilibrium) eléréseig. A zárt rendszerű illatanyaggyűjtés (CLSA) (Boland és mtsai 1983) lényege, hogy az egységek (mintatároló lombik, keringető pumpa, áramlásmérő, adszorbens filter, csövezetékek) összeszerelése után egy légmentesen zárt, önmagába visszatérő rendszer keletkezik, amelyben a bezárt levegő a továbbiakban nem hígul a környezetből beszívott tiszta, de mintát nem tartalmazó levegővel. Az ilyen rendszer kémiaiailag mindenképpen közömbös (inert), nem kötő felületű, leggyakrabban teflon bevonatú pumpát és áramlásmérőket, illetve tefloncsöveket igényel, hiszen a folyamatosan körbeáramló levegő szennyezéseket vihet magával ezek felületéről, illetve maga a minta is megkötődhet ezek felületén. Ellentétben a nyílt rendszerű illatanyag-gyűjtéssel (lásd alább), a minta nem szárad ki, és a viszonylag zavartalan, zárt körülmények között hosszán tartó, akár 24 órás mintavétel is lehetséges. Schulz és munkatársai (2004) például sikeresen használták a CLSA technikát készletatka-telepek által kibocsájtott aggregációs feromon meghatározásához. Hasonlóképpen eredményes szexferomon gyűjtésről számolt be Molnár és mtsai (2009) CLSA használatával, ahol több mint 2000 darab nőstény gubacsszúnyog által a zárt légtérbe kibocsájtott vegyületeket sikerült az adszorbensen (orvosi szén) összegyűjteni a szerkezet-meghatározáshoz. A módszer további előnyeként említik a célvegyületek feldúsulásának lehetőségét az adszorbens felületén, köszönhetően a folyamatos, zárt körbeáramlásnak.

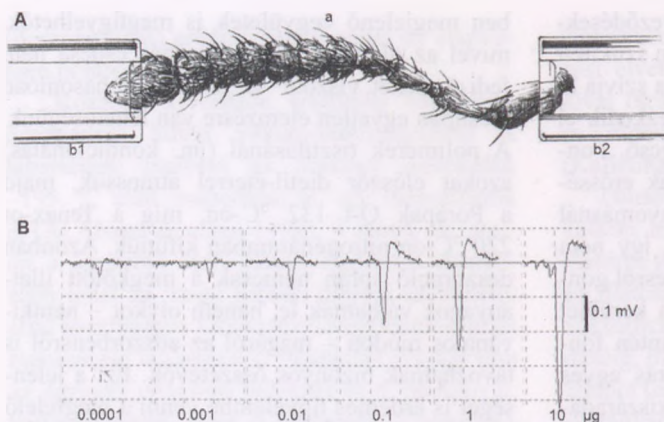
Nyílt rendszerű illatanyaggyűjtés (Agelopoulos és Pickett 1998) során az egyik pumpa a környezetből szívja be a levegőt, ami orvosi

szélen áthaladva megtisztul a szennyeződések-től, így érve el a minta légtérét. Innen szűkített kimeneten keresztül egy másik pumpa szívja ki a levegőt, ebben a kimenetben helyezkedik el a megkötő polimert tartalmazó üvegcső. Fontos, hogy a minta gőzterét a pumpák erősségének szabályzásával állandó, a légnyomásnál kissé nagyobb nyomás alatt tartjuk, így nem szükséges teljesen légmentes szigetelésről gondoskodni, mivel a környezetből nem kerülhet a rendszerbe szennyezett levegő. Szintén fontos figyelembe venni, hogy az eljárás egyes minták (élő növény vagy rovar) kiszáradását okozhatja az állandó légkeringetés miatt. Maga a polimer többféle lehet, és az elemzés célja határozza meg, hogy melyiket használjuk. A Sigma-Aldrich cég által forgalmazott Porapak Q polidivinilbenzén-egységekből felépített ún. kopolimer, mely egyforma méretű, porozitású és felületű gyöngyökből áll. Az egységes felépítés a nagy analitikai pontosságot, a nagyfokú porózusság ($150 \text{ m}^2/\text{g}$) a célvegyületekre való kimagasló érzékenységet biztosítja, növényekből, ill. rovarokból származó illatmolekulák széles tartományának gyűjtésére alkalmas (csökkenő polaritási sorban: szerves sav > alkohol > keton ~ aldehid > észter > éter > alkán). A mintavételezés végeztével a csövecskét szerves oldószerrel (általában tisztított dietil-éterrel vagy hexánnal) átmoszuk, ezáltal eltávolítva a Porapak Q polimeren megkötődött vegyületeket. A kapott folyadék minta mélyhűtőben tárolható, és többszöri elemzésre is felhasználható. A Tenax márkanevű polimer jó választás akkor, ha szintén széles vegyület-tartományban szeretnénk mintázni, viszont lényeges szempont kis tömegű molekulák érzékelése is. A 2,6-difenil-*p*-fenilén-oxid egységekből felépülő polimer ugyan kisebb felületű, mint a Porapak Q ($\sim 35 \text{ m}^2/\text{g}$), a magas hőmérsékleten ($350 \text{ }^\circ\text{C}$) is fennmaradó stabilitása és kimagasló adszorpciós/deszorpciós képessége alkalmassá teszi nagy illékonyságú vegyületek kivonására és kimutatására. Az SPME-módszerhez hasonlóan a Tenax-polimert tartalmazó üvegcsövet a GC felfűtött mintaadagolójába illesztve a megkötődött molekulák deszorbeálódnak. Oldószer használata híján a GC-futás első néhány percé-

ben megjelenő vegyületek is megfigyelhetők, mivel az oldószer kromatográfiás csúcsa nem fedi el ezeket, viszont – az SPME-hez hasonlóan – csupán egyetlen elemzésre van lehetőségünk. A polimerek tisztításánál (ún. kondicionálás) azokat először dietil-éterrel átmoszuk, majd a Porapak Q-t $132 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, míg a Tenax-ot $220 \text{ }^\circ\text{C}$ -on nitrogénáramban kifűtjük. Azonban deszorpció során nemcsak a megkötött illatanyagok válhatnak le, hanem olykor – nemkívánatos módon – magáról az adszorbensről is távozhatnak bizonyos összetevők. Ezt a jelenséget is érdemes figyelembe venni a megfelelő adszorbens kiválasztásánál. Manapság elterjedt az ún. Super Q polimer használata is.

Elektroantennográfia (EAG)

Azt, hogy az eddig említett módszerek valamelyikével sikeresen kivontuk-e a megfigyelt viselkedést kiváltó vegyülete(ke)t, becsülni tudjuk egy kifinomult műszer segítségével. Ugyan az elektroantennográfia (EAG) használatának elsajátítása némi gyakorlatot igényel, hosszabb távon értékes időt és erőforrásokat takaríthatunk meg vele. Mivel több áttekintő cikk is megjelent már ezzel kapcsolatban (pl. Schneider 1957, Roelofs 1977, Vuts és Tóth 2008, Szócs és Tóth 2010), ezért itt csak vázlatosan ismertetjük. Az eljárás a rovar környéki idegrendszere szagérzékeléséért felelős aegységeinek, a főként a csápokon elhelyezkedő szaglószőri érzékszetteknek az illatingerekre adott válaszait méri (*2A. ábra*). Mivel ezek az ingerek is elektromos jelekké alakulnak az érzékelő sejt dendritjének sejthártyáján, amelyeket a sejt axonja továbbít a központi idegrendszer feldolgozó aegységeibe, a sejthártyák által határolt terek közötti töltéseloszlások feszültség formájában mérhetők, erősítők segítségével érzékelhetővé tehetők. A levegőből az illatmolekulák a csápon lévő érzékszőrök (szenziillumok) pórusain jutnak be valószínű diffúzió útján a szőr belsejébe, melyet vizes oldat tölt ki, körbevéve a szőr alapján ülő érző idegsejtek ide benyúló dendritágait. A sejthártyába ágyazott receptorfehérjékhez az oldatban úszó illatanyagköti fehérjék (OBP)/ (PBP) szállítják a bejutott, javarészt hidrofób



2. ábra. Elektroantennográfia (EAG). A: Elektrodok közé illesztett, szaglászőrökkel borított élő csáp (a). A csáp csúcsi része az érzékelő elektródra húzott, méretre szabott üvegekappillárisban lévő elektromosan vezető folyadékba merül (b1), míg az alapi rész a vonatkoztatási elektróddal lép kapcsolatba hasonló módon (b2). A folyadék ionokat tartalmazó Ringer- vagy más oldat (pl. KCl) (Emma Joanne Thacker-Vuts alkotása). B: Ugyanazon szintetikus vegyület növekvő anyagmennyiségeire a csápon sok esetben növekvő amplitúdójú válasz gerjed egy bizonyos határértékig, melyet millivoltban (mV) mérünk

molekulákat. Az idegsejtek a megfelelő ingerre anyagcseréjük megváltoztatásával válaszolnak, bonyolult jelátviteli folyamatok révén ingerületi állapotba kerülnek. Ez a folyamat egy bioelektromos jelenség, amely a sejhártya két oldala közti ionok eltérő eloszlásából adódó potenciálkülönbség (nyugalmi potenciál) inger hatására történő megváltozásán alapul: a sejten kívüli tér egy pillanatig negatív töltésű lesz a sejt belsejéhez képest. Ha az inger kellő erősségű (energiájú), a kezdeti receptor-potenciálból egy küszöböt átlépve akciós potenciál ébred, mely ingerületként szétterjed az idegszövet rostjain. Ezt a pillanatnyi, a sejteken kívüli térben bekövetkező elektromos potenciál-csökkenést (depolarizációt) megfelelően elhelyezett elektródokkal mérni lehet az egész csáp mentén. Ha az érzékelő elektródot a csáp csúcsi, a vonatkoztatási (referencia) elektródot pedig az alapi részéhez csatlakoztatjuk, az EAG készülék áramköre a testfolyadékon keresztül zárul, és a megfelelő szaginger csápra juttatásakor összesített feszültségváltozást mérünk, mely valamilyen, az adott ingerre érzékeny idegsejt egyesített válasza (2B. ábra). Ez a válasz a feszültség

időbeni változását kifejező oszcillogrammal ábrázolható, melyet ma már számítógépes program segítségével mérünk, és a feszültség-idő függvény mérési pontjait digitálisan tároljuk. Fontos megjegyezni, hogy az EAG-válaszból nem következtethetünk az adott vegyület által kiváltott viselkedési válasz minőségére (pl. vonzás/taszítás), mégis, fontos információ, hogy az adott illatanyagot a szóbanforgó rovar érzékeli. Az Ockenfels Syntech GmbH cég (Kirchzarten, Németország) az egyik legismertebb gyártó, amely mind az EAG berendezést, mind a hozzá tartozó programokat forgalmazza.

Az elektródok közé helyezett élő rovarcsáp rendkívül érzékeny, a vizsgálati alany (pl. tápnövény vagy rovar) légtérből készített kivonat igen kis mennyiségével, általában már néhány mikroliterjével (μL) ingerelhető. A mintát kis darab szűrőpapírra csepentjük, majd ezt Pasteur-pipettába helyezük, és vagy kézi fecskendő, vagy szabályozható légáramot biztosító pedálos légfúvó (stimulus kontroller) által a pipettán levegőt fújunk át, egyenesen a csáppreparátum felé tartó pársított légáramba. A csáp egy idő után elveszti érzékenységét, ami az ugyanarra az ingerre (stimulusra) a kísérlet elején és végén adott válasz nagyságának csökkenéséből jól látható. Ennek valószínűleg a preparátum kiszáradása az oka, de egyes feltételezések szerint az időközben az érzékszőrök felszínén felhalmozódó, és ezáltal az illatmolekulák szőrökbe való bejutását akadályozó szénhidrogén-vegyületek felhalmozódása a felelős (Böröczky és mtsai 2013). Bárhogy is van, érdemes egy, a csápból ismert EAG-választ kiváltó szintetikus vegyülettel (standard) a kísérlet elején és végén is ingerelni, majd a többi választ a program segítségével a standard átlagára „szabványosítani” (normalizálni). Mivel némely esetben nem zárható ki, hogy maga az oldószer is EAG-

aktív, ellenőrzésképpen érdemes azt bevonni a vizsgálatokba (negatív kontroll). Általában öt-tíz független ismétlésben – azaz öt-tíz olyan csápon, amelyek más-más egyedről származnak – lefuttatott ingersorozat már megadja, mely kivonatok a legaktívabbak, melyekre érdemes a további azonosítási erőfeszítéseket összpontosítani. Növelheti az EAG-görbék nagyságának (amplitúdójának) összehasonlítására alkalmazható statisztikai próba erősségét, ha az illatanyagokat véletlenszerű sorrendben alkalmazzuk az ismétlések között. Szintén növeli mérésünk megbízhatóságát, ha a vizsgálandó vegyületek által kiváltott EAG választ több dózisban is mérjük (dózis-hatás görbék), és egy sorozatban mindig az azonos dózisban alkalmazott vegyületek hatását hasonlítjuk össze.

Gázkromatográfhoz kapcsolt elektroantennográfiás detektor (GC-EAD)¹

A kártevő rovarfajból vagy annak tápnövényéből készített illatminták általában több tucat összetevőből állnak. Azt, hogy ezek közül melyek váltanak ki bioelektromos csápválaszt, segít megválaszolni, ha az EAG-készüléket GC-vel kapcsoljuk össze (GC-EAD). A GC működési elvéről több kiváló munka készült (pl. Millar és Haynes 1998, Kremmer és mtsai 2005), itt most csak a gyakorlati alkalmazás szempontjából legfontosabb ismeretekre térünk ki röviden. A gázkromatográfia – mint a többi kromatográfia eljárás – összetett elegyek szétválasztására alkalmas, mely az összetevők két fázis közötti ismételt megoszlásán (adszorpció-deszorpció) alapul. A GC mozgófázisa egy megfelelően kiválasztott nagy tisztaságú vivőgáz (leggyakrabban hidrogén vagy hélium), mely nem lép kölcsönhatásba az állófázissal (vagyis kémiai szempontból nem aktív). Az állófázisok különböző folyadék fázisú szerves polimerek, melyek kapilláris üvegoszlop belső falához vannak rögzítve. A korábban már említett PDMS állófázisként való alkalmazásakor (pl. a HP-1

márkajelzésű oszlopoknál) az összetevők közül először a legkisebb molekulatömegűek jutnak végig a oszlopon, tehát elválásuk (eluálódásuk) sorrendjét elsősorban forráspontjuk sorrendje határozza meg. Az ilyen, ún. apoláros oszlopokkal szemben a polárosabbak (pl. DB-WAX) poli-etilénglikolt tartalmaznak állófázisként, melyek a molekulák áthaladási sebességét a funkciós csoportok között létrejövő másodlagos (nem-kovalens) kölcsönhatások útján is befolyásolják.

Ha oldószeres (folyadék-) kivonatot elemzünk, 10 µL úrtartalmú ún. mikrofecskendővel pillanatszerűen juttatjuk be annak 1–2 µL-jét a GC mintaadagolójába, mely 350 °C-ig fűthető. Ha közvetlen oldószeres kivonatok elemzése a feladat, érdemes ún. split/splitless mintaadagolót használni „split” üzemmódban, amely a beállított magas hőmérséklet (250 °C) miatt a mintát rögtön gőzállapotba juttatja, majd az érkező vivőgáz a minta egy előre meghatározott arányú töredékét a kapillárisoszlopra sodorja. A megfelelő hőmérséklet megválasztásakor gondoljuk arra is, hogy egyes biológiailag aktív összetevők magas hőmérsékleten elbomolhatnak. A mintaadagolóba benyúló oszlopvég jóval alacsonyabb hőmérsékletű, ezáltal az odasodort minta lecsapódik, majd onnan az összetevők forráspontjának függvényében újra gőzfázisba kerül, s az oszlopba jut. Mivel a minta nagyobbik része szelepeken át eltávozik, ez a beállítás nyomelemzésre nem alkalmas, de például egy 10 m-es oszlophoz csatlakoztatva „koszos” mintákról előzetes képet kaphatunk. „Splitless” üzemmódban már nagyon kis mennyiségek elemzése is lehetséges, mivel itt az összes befecskendezett minta az oszlopra kerül. Hőérzékeny vagy nagy moláris tömegű vegyületek esetén a „cool on-column” mintaadagoló használata javasolt, amely kialakítása által lehetővé teszi, hogy a különleges kiképzésű fecskendővel a minta legfeljebb 4 µL-ét közvetlenül az alacsony hőmérsékletű (30–40 °C) oszlopra juttassuk.

¹A műszer-együttes magyar nevéként a „bioszenzoros gázkromatográf” megjelöléssel már találkozhattunk a hazai szakirodalomban (Szócs és Tóth 2010).

A GC hőszabályzó kályhájában (termosztát/oven) helyezkedik el maga a föltekert kapillárisoszlop, melyben a kromatográfias elválasztás folyamata végbemegy. A kályhában légkeringetés biztosítja az egyenletes hőeloszlást, így az eredmények precíz ismételtetését. A kályha hőmérséklete programozással szabályozható, egy elemzés tulajdonképpen egy hőmérsékletprogram alatt játszódik le. A leggyakrabban 0,25 és 0,32 mm belső átmérőjű kromatográfias oszlopban a vivőgáz 0,3–15 cm³/perc térfogati sebességgel áramlik, és az állófázissal különböző kölcsönhatásokat létesítő vegyületek végigsodorja az oszlop teljes hosszán. Azt az időtartamot, ami egy adott vegyület oszlopon történő áthaladásához szükséges, visszatartási (retenció) időnek (RT) nevezzük, melyet a rá jellemző megoszlási hányados határoz meg. Az oszlop összetevőkre nézett felbontásának ideális értékét az oszlophossz, a hőmérséklet és a vivőgáz nyomásának összehangolásával érhetjük el. A hőmérsékletprogram beállításánál fontos, hogy a mintában lévő összetevők hőstabilitásán túlmenően azt is figyelembe vegyük, hogy a kályhában lévő oszlop (vagy oszlopok) maximálisan hány fokot bír(nak) ki, ugyanis fennáll a veszélye annak, hogy olyan magas maximális hőmérsékleti értéket programozunk be, amely a hőérzékenyebb oszlopot „megsüti”, azaz tönkretesz. Hasonlóképpen figyelni kell arra, hogy a vivőgáz a vizsgálat (futás) közben ki ne fogyjon, mert ha enélkül fűtjük fel az oszlopot, akkor az állófázis károsodhat, az oszlop tönkremehet.

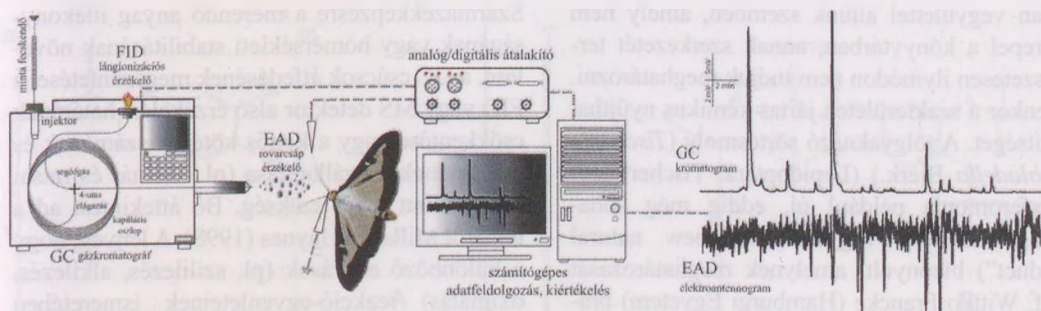
Az oszlopról elválasztódó összetevők a GC érzékelőjében (detektorában) a mennyiségükkel arányos elektromos jelet váltanak ki, melyet a csatlakoztatott adatfeldolgozó rendszer alakít át hasznos információvá, többek között a jelintenzitás idő függvényében való ábrázolásával kapott kromatogrammá. A fűthető detektor hőmérséklete általában 20–30°C-kal magasabb, mint az oszlop végső hőmérséklete a kedvezőtlen lerakódások megelőzése végett. A kémiai ökológiában az egyik leggyakrabban alkalmazott kémiai detektor a lángionizációs detektor (flame ionisation detector (FID)), ahol az oszlopon áthaladó vegyületek molekulái

egy kb. 2000–2500K hőmérsékletű hidrogén-levegő lángba jutnak [sokszor segédgázként nitrogént, vagy magából a vivőgázból egy löketet (make-up) használnak]. Itt a szerves vegyületek felbomlanak kisebb egységekre (fragmentálódnak) és egy részük ionizálódik, majd anyagmennyiségükkel arányos ionáramot, végül elektromos jelet eredményeznek.

A ChemStation programcsomag (Agilent Inc.) alkalmas a GC detektorából származó elektromos jelek feldolgozására. Kivonatunk összetevői ideális esetben Gauss-görbével leírható csúcsokként jelennek meg, melyek például retenció idejükkel, magasságukkal, szélességükkel vagy a szomszédos csúcsoktól való elválasztódásuk mértékével (szelektivitási tényező, α) jellemezhetők.

A GC-EAD (Am és mtsai 1975, Szöcs és Tóth 2010) egy mára már szinte nélkülözhetlenné vált módszer a kémiai ökológus számára. Mint láttuk, kivonataink általában bonyolult összetételűek, ami megnehezíti annak eldöntését, hogy mely összetevők lehetnek felelősek a megfigyelt viselkedésért, melyekre majd a soron következő szerkezetazonosítási lépéseket kell követtetnünk. Viszont ha a GC-t az EAG-műszerrel egy különleges fűthető csatoló elem (transfer line) keresztül összekapcsoljuk, a csáp válaszait mérhetjük a kivonat csúcsokként megjelenő egyes összetevőire, mivel a két futás időben megfeleltethető, szinkronizált (3. ábra). Az EAG-válaszok megmutatják, mely csúcsok hordoznak élettani aktivitást, melyek aztán esetleg viselkedési választ is kiváltanak. A GC-EAD lényege, hogy a GC-oszlop végén egy elágazás a kivonat egyik felét a GC érzékelőjére, a másik felét pedig a fűtött csatoló elem (transfer line) keresztül a csápérzékelő felé áramló párasított légáramba irányítja. Három-négy futás után már kijelölhetők azok a csúcsok, melyek ismételt csápválaszt váltottak ki, s így további figyelmet érdemelnek.

Elektromos válaszokat nemcsak egész csápból, hanem annak egyetlen érzékszőrőből is felvételezhetünk az ún. egyedi érzékszőrőből való mérés módszerével [single sensillum recording (SSR)]. Erről egy önálló cikk keretében lesz szó.



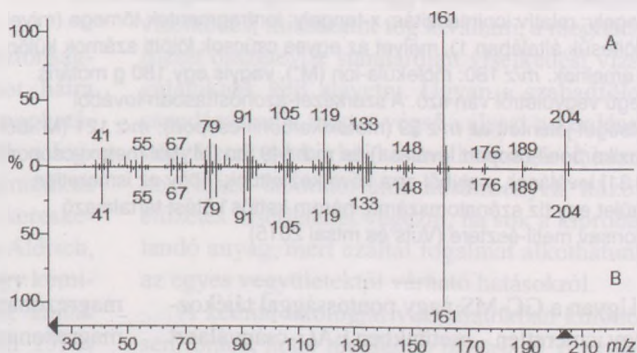
3. ábra. A GC-EAD vázlatos felépítése (Molnár B.P. nyomán)

Szerkezetazonosítás

Tömegspektrometria, gázkromatográfhoz kapcsolt tömegspektrométer

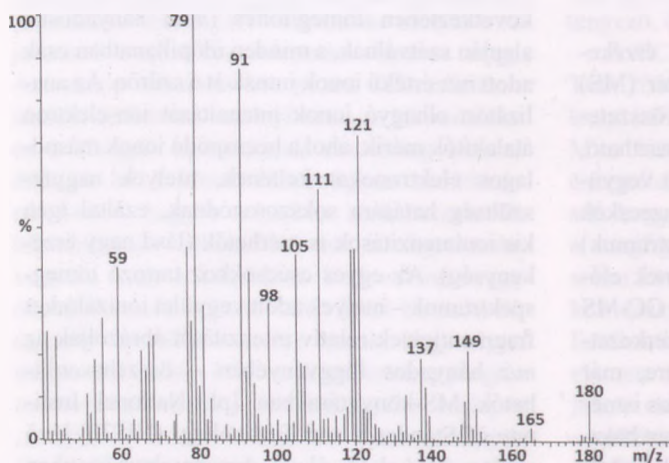
A gázkromatográfiában használt érzékelési módok között a tömegspektrométer (MS) a leghatékonyabb, mert minden olyan összetevőt érzékel, mely a GC oszlopán elválasztható, illetve mert az MS-ben a mérés során a vegyület széthasításakor képződő anyagi részecskék tömege, töltése és eloszlásuk (tömegspektrumuk) alapján az eredeti vegyület szerkezetének előzetes meghatározása lehetővé válik. A GC-MS nagy érzékenysége miatt a kezdeti szerkezetazonosítás leginkább használt módszere, már pikogrammmnyi mennyiségekről is hasznos ismeretekhez juttat. A mozgófázisként héliumot használó GC oszlopáról elválasztódó anyagok az MS ionforrásában molekulaszervezeti sajátosságainak megfelelően fragmentálódnak és részben ionizálódnak. A tömegspektrométerek belsejében a vizsgálandó vegyület széthasítása elektronnyaláb segítségével, vákumban (légüres térben) történik. Az ionok keltésére leginkább elterjedt módszer az ún. elektronütközési ionizáció (EI), melynél az izzó katódból kilépő, standard üzemmódban 70 elektronvolt (eV) energiájú (1.6×10^{-19} J) elektronokkal való ütközés következtében a molekulák darabolódnak és ionizálódnak. Ezeket ionoptikai lencsék

gyorsítják, fókuszálják és juttatják az analizátorba, melynek a legerjedtebb fajtája az ún. kvadrupól tömegszűrő. Itt az ionok a gerjesztett elektromágneses térrel való kölcsönhatásuk következtében tömeg/töltés (m/z) hányadosuk alapján szétválnak, s minden időpillanatban csak adott m/z értékű ionok jutnak át a szűrőn. Az analizátort elhagyó ionok intenzitását ion-elektron átalakítók mérik, ahol a becsapódó ionok másodlagos elektronokat keltenek, melyek nagyfeszültség hatására sokszorozódnak, ezáltal igen kis ionintenzitások is mérhetők (lásd nagy érzékenység). Az egyes csúcsokhoz tartozó tömegspektrumok – melyek adott vegyület ionizálódott fragmentjeinek relatív intenzitását ábrázolják az m/z hányados függvényében – összehasonlíthatók MS-könyvtárakban [pl. National Institute of Standards and Technology (NIST)] lévő spektrumokkal (4. ábra). Amennyiben azonban



4. ábra. γ -Kadinén csúcs meghatározása növényi olaj hexános frakciójában. Az m/z 161 és m/z 204 (M^+) értékű ionokra való célzott keresés az Agilent cég ChemStation programja által működtetett felületen megadta azt a csúcsot, melynek a tömegspektruma (A) jó egyezést mutatott a NIST-könyvtárban lévő γ -kadinén standardéval (B)

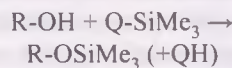
olyan vegyülettel állunk szemben, amely nem szerepel a könyvtárban, annak szerkezetét természetesen ilymódon nem tudjuk meghatározni. Ilyenkor a szakterületen jártas kémikus nyújthat segítséget. A tölgyaknázó sörtésmoly (*Tischeria ekebladella* Bjerk.) (Lepidoptera: Tischeriidae) szexferomonja például új, eddig még sohasem azonosított vegyületnek („new natural product”) bizonyult, amelynek meghatározását prof. Wittko Francke (Hamburgi Egyetem) bravúros szerkezet-rekonstrukciója tette lehetővé (Molnár és mtsai 2012). Ráadásul sok esetben maga a molekula-ion (M^+) is érzékelhető, amely viszont az adott csúcs által képviselt ismeretlen vegyület tömegét adja meg (5. ábra).



5. ábra. A metil-(2E,4Z,7Z)-2,4,7-dekatrienoát tömegspektrumra. Y-tengely: relatív ionintenzitás, x-tengely: ionfragmentek tömege (mivel a z töltésük általában 1), melyet az egyes csúcsok fölötti számok külön ki is emelnek. m/z 180: molekula-ion (M^+), vagyis egy 180 g moláris tömegű vegyületről van szó. A szerkezet-azonosításban további segítséget jelentett az m/z 59 (metoxikarbonil-csoport), m/z 121 (M^+ -ből metoxikarbonil-csoport leválása) és m/z 149 ion (M^+ -ből metoxi-csoport [m/z 31] leválása), melyből arra következtettünk, hogy az ismeretlen vegyület egy tíz szénatomszámú, három kettős kötést tartalmazó karbonsav metil-észtere (Vuts és mtsai 2015)

Ugyan a GC-MS nagy pontossággal tájékoztat egy ismeretlen – esetünkben EAG-csápválaszt kiváltó – kivonat-összetevő szerkezeti sajátosságairól, sok esetben nem elégséges a vegyület végleges meghatározásához. Előfordul, hogy ún. származékképzési eljárásokkal kell tovább boncolnunk az ismeretlen szerkezet sajátosságait.

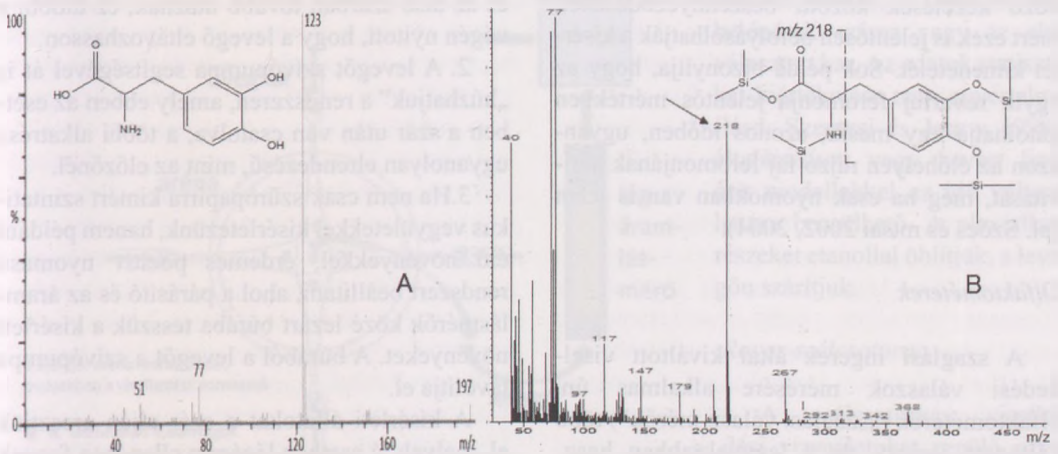
Származékképzésre a mérendő anyag illékony-ságának vagy hőmérsékleti stabilitásának növe- lése, a GC csúcsok átfedésének megszüntetése, a FID vagy MS detektor alsó érzékelési határának csökkentése vagy a kettős kötések számának és helyzetének megállapítása (pl. Molnár és mtsai 2009) miatt lehet szükség. Bő áttekintést ad a témáról Millar és Haynes (1998). A lényeg, hogy a különböző eljárások (pl. szililezés, alkilezés, oximálás) reakció-egyenleteinek ismeretében megjósolhatunk egyes várt kromatográfiai (pl. GC retenciós idő) vagy tömegspektrometriai (jellegzetes ionok feltűnése) jellemzőket. Példának álljon itt az L-3,4-dihidroxi-fenilalanin (L-DOPA) nevű aminosav szililezhetőségét vizsgáló kísérletünk, melytől az anyag jobb megfigyelhetőségét vártuk GC-MS-ben. Az L-DOPA az alábbi egyenlet szerint reagál a szililező reagenssel, ami N-metil-N-trimetilszilil-trifluoracetamid (MSTFA):



A számunkra érdekes termék az egyenlet jobb oldalának első vegyülete, ami azt mutatja, hogy a kiindulási anyag összes hidroxilcsoportja szilileződik, így GC-MS-ben jellegzetes jelet ad (6. ábra).

Mágneses magrezonancia spektroszkópia

Az ismeretlen molekula szerkezetéről további ismeretekhez juthatunk spektroszkópiai (infra-vörös-, ultraibolya-, mágneses magrezonancia-) módszerekkel. A mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) hatalmasat lendített a kémiai szerkezet-azonosítás területén, nagyban felgyorsítva az ismeretlen, biológiai aktivitással bíró vegyületek meghatározását. Az NMR-spektrum felvételéhez magára a tiszta vegyületre van szükség, amit emiatt el kell



6. ábra. L-DOPA szililezés előtt (A) és után (B). Az ábra B részén látható származék jól megfigyelhető GC-MS ionfragmentje a nyíllal jelölt m/z 218. A termék illékonyabb, mint a kiindulási anyag, így GC-MS-ben könnyebben elemezhető

különíteni a kivonatból. Ez leggyakrabban elválasztó (preparatív) kromatográfias eljárásokkal [GC, ill. nagynyomású folyadékkromatográfia (HPLC)] történhet (Zuo és mtsai 2013, Keeling és mtsai 2001, Sperling és mtsai 2015). Az NMR előnye, hogy mintánk az elemzés után nem vesz el – ellentétben a GC-vel vagy a GC-MS-sel –, viszont viszonylag nagy mennyiségek (néhány tíz μg fölött) szükségesek ahhoz, hogy elegendő adathoz jussunk.

A szerkezet-meghatározás helyességének ellenőrzése gázkromatográfiával

Ha sikerült a lehető legnagyobb biztonsággal azonosítanunk az ismeretlen csúcsot, hátra van még az ún. teljeskörű (abszolút) meghatározás, ami abból áll, hogy beszerezzük a legbiztosabbnak vélt szerkezet tiszta, szintetikus változatát (standardját). Jó esetben ez kereskedelmi forgalomban elérhető (pl. Sigma-Aldrich, Bedoukian, TCI), előfordul viszont, hogy kémikusok együttműködésére van szükség annak szintézisére. A bevett módszer (Pickett 1990) az, hogy először az ismeretlen csúccsal megegyező mennyiségű standardot fecskendezünk a GC-be két különböző polaritású oszlopon (pl. HP-1 és DB-WAX), és a retenciós mutatókat [pl. Kováts-index (KI), Kováts 1958]

összevetjük. Ha ezek egyeznek, a kivonatot és a standardot együtt juttatjuk a GC-be (ún. standard addíciós módszer), s ha a meghatározandó csúcs magassága megkétszereződik mindkét oszlopon, viszont a szélessége nem változik, a szerkezet-azonosítás minden bizonnyal sikerült. Az „i”-re a pontot azonban a viselkedési vizsgálat teszi fel (lásd a következő fejezetet).

Viselkedési vizsgálatok

Mivel EAG-válaszok alapján nem lehet eldönteni egy adott vegyületről, hogy milyen viselkedési mintázatot fog kiváltani, a meghatározott összetevők standardjait viselkedési vizsgálatoknak kell alávetni. Ugyan a szabadföldi csapdázás adja meg a végső választ a kérdéses vegyületek gyakorlati használhatóságáról, hasznos lehet laboratóriumi körülmények között előzetes kísérleteket végezni, ha sok a kipróbálandó anyag, mert ezáltal fogalmat alkothatunk az egyes vegyületektől várható hatásokról.

A kémiai ökológiai vizsgálatokban különösen fontos, hogy megfelelő tisztaságú vegyületekkel dolgozzunk, ugyanis – főleg szexferomos kísérletek esetében – a szennyeződések jelentős mértékben gátolhatják a csalogató hatást. Szintén alapvető fontosságú a megfelelő kísérleti előírások betartása, hogy elkerüljük a külön-

böző kezelések közötti beszennyeződéseket, mert ezek is jelentősen befolyásolhatják a kísérlet kimenetelét. Sok példa bizonyítja, hogy az egyik rovarfaj feromonja jelentős mértékben gátolhatja egy másik, azonos időben, ugyanazon az élőhelyen rajzó faj feromonjának aktivítását, még ha csak nyomokban van is jelen (pl. Szöcs és mtsai 2002, 2004).

Olfaktométerek

A szaglási ingerek által kiváltott viselkedési válaszok mérésére alkalmas ún. olfaktométerek („szaglási válasz-mérők”) több változata ismert, de a leggyakrabban használt a kétutas (ipszilon, Y-tube) és négyutas (négykarú/4-arm) olfaktométer. Mindkétben folyamatos légáram sodorja az illatmolekulákat a forrástól a kísérleti állat(ok) által bejárható térrészbe, melyek mozgását a kísérlet időtartama alatt folyamatosan figyelemmel kísérjük és felvételezzük. Haynes és Millar (1998) kimerítően tárgyalja a különböző módszereket. A kísérleteket elsötétített, szellőztető berendezéssel ellátott szobában, egy belülről fekete falú dobozban végezzük, ahol az egyetlen fényforrás a berendezés fölé elhelyezett neoncső. Ennek vibrálási frekvenciája a rovar által érzékelhető érték fölött van (Shields 1989), s amely alá áttetsző papírlapot helyezünk, ami a fényt szétszórja, egyenletes megvilágítást biztosítva ezáltal. Végül hogy a sztatikus elektromosság hatását csökkentjük, földelt gumilap kerül az olfaktométer alá. A kétutas olfaktométer (McIndoo 1926, Skelton és mtsai 2009, Molnár és mtsai 2010) légáramlását többféleképpen meg lehet oldani.

1. Egy pumpa kemencében előzőleg kifűtött (aktivált) orvosi szén-szűrőn, majd desztillált vizen átnyomja a levegőt. A tisztított és párasított légáram kettősztűra jut áramlásmérőkhöz, ahol a sebességet lehet szabályozni. Innen tefloncsöveken az ipszilon két karjába ömlik, melyek bevezető szakaszában vannak elhelyezve a kipróbálandó illatanyagok, többnyire egy darab szűrőpapírra mérve. A levegő végig-sodorja az olfaktométer karjaiban az illatmolekulákat, melyek azok tövénél összekeverednek

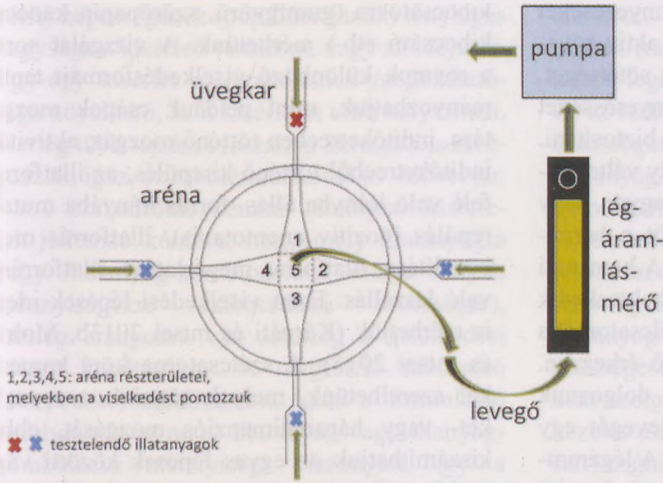
és az alsó szárban tovább utaznak, ez utóbbi a végén nyitott, hogy a levegő eltávozhasson.

2. A levegőt szívópumpa segítségével át is „húzhatjuk” a rendszeren, amely ebben az esetben a szár után van csatolva, a többi alkatrész ugyanolyan elrendezésű, mint az előzőnél.

3. Ha nem csak szűrőpapírra kimért szintetikus vegyületekkel kísérletezünk, hanem például élő növényekkel, érdemes pozitív nyomású rendszert beállítani, ahol a párasító és az áramlásmérők közé lezárt búrába tesszük a kísérleti növényeket. A búrából a levegőt a szívópumpa távolítja el.

A kísérleti állatokat a szár alján eresztjük el, melyek jó esetben légáram ellenében fognak elindulni, s a karok találkozásánál választanak, hogy melyik stimulus felé fordulnak. Ha szintetikus vegyületekkel dolgozunk, kontrollként a hígításhoz használt oldószert használjuk, ugyanolyan térfogatban. A kísérlet hossza fajtól függ, némelyiknek szükséges valamennyi idő, hogy megszokja az új környezetet (aklimatizálódjon), s csak ezután mutat kereső viselkedést. Egyesével vagy csoportosan is vizsgálhatjuk a rovarokat, melyek válasza magányos állatok esetében lehet az elsőként választott kar (pl. az utolsó kétharmadnyi szakaszt elérte-e), vagy a kar, melyben a kísérlet végén a rovar található. Csoportosan tesztelt fajoknál az egyedek megoszlása a karok között lehet a mérendő változó. Minden egyes ismétléshez tiszta olfaktométert használunk, és az ismétlések között váltogatjuk a karok helyzetét, hogy kizárjuk az esetleg befolyásoló látási (vizuális) vagy más nem ellenőrzött (kontrollált) ingereket. Általában khi-négyzet-próbát használunk az eredmények kiértékelésére. Az üvegalkatrészek tisztítása meleg mosogatószeres vízzel, acetonos öblítéssel, majd kemencében való kifűtéssel történik.

A négyutas olfaktométer (Pettersson 1970, Vet és mtsai 1983, Vuts és mtsai 2015) (7. ábra) esetében általában egy kísérleti állatot vizsgálunk egyszerre, melynek négy választási lehetősége van. Működési elve hasonló az előző típushoz, a különbségek az alábbiakban foglalhatók össze: a térrészt, amiben az állat mozog, három plexikorong fogja közre, melyeket műanyag csavarok préselnek össze, hogy a



7. ábra. Négyutas olfaktométer vázlatos felépítése. Csalogató hatású illatanyagok esetében csak az egyik karba helyezünk illatanyagot, míg a másik három karba oldószerrel kezelt kontrollt. Taszító (repellens) hatású illatanyagok esetén csak egy kontroll van

minél jobb légmentességet biztosítsák. A kipróbálható vegyületeket hordozó szűrőpapírdarabokat az üvegkarokba tesszük, melyeken egy pumpa szívja át a levegőt, egyenesen a belső térrészbe – ebben az esetben nincs légtisztítás. (Amennyiben egész növényt tesztlünk, a felépítés hasonló a kétutas olfaktométeréhez.) Az olfaktométert szabályos időközönként (pl. 16 perces kísérlet esetén 4 percenként) 90°-kal elforgatjuk, hogy bármilyen fényforrás vagy egyéb látási inger okozta hatást csökkentsünk. Méréndő változó lehet az egyes karokban eltöltött

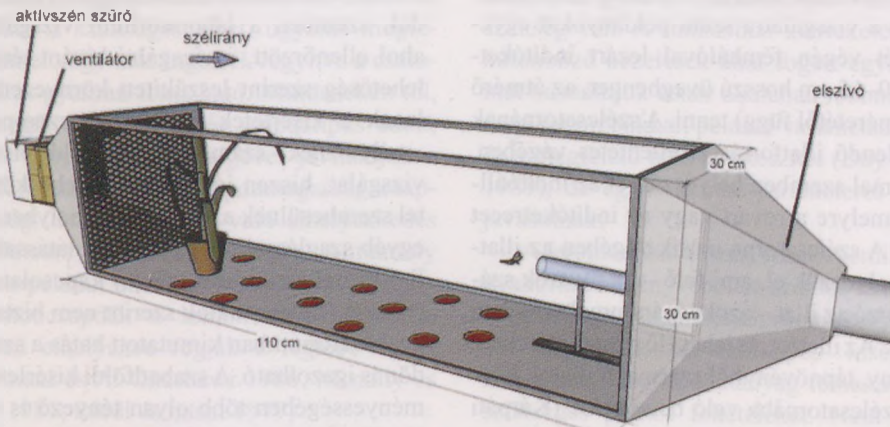
tölt idő hossza, a karokba való belépések száma vagy az első választott kar. Az adatok statisztikai kiértékelése nem egyértelmű (lásd: Szentesi és Jermy 1999), általánosított vagy kevert lineáris modellekkel az idő változó hatása becsülhető. A plexialkatrészeket etanollal öblítjük, s levegőn szárítjuk.

Rovar-szélcsatorna

A szélcsatornás viselkedési vizsgálatokat repülő rovarok esetében lehet alkalmazni. A mérések során nagyon közel kerülhetünk az illatanyagok szabadföldi hatásvizsgálatához, mivel ilyen körülmények között

a rovarok anemotaxisát, az illatanyagok felé való repülését tanulmányozhatjuk laboratóriumi körülmények között. A vizsgálat segítségével megtudhatjuk, hogy a kérdéses vegyületek vagy azok keverékei csalogató vagy taszító hatással bírnak-e.

A rovar-szélcsatornáknak több típusa létezik, melyek között méret- és alakbeli különbségek lehetnek, illetve szívó, vagy fújó elven működő légáramlással üzemelhetnek (8. ábra). A szélcsatornát szellőztető rendszerrel ellátott helyiségben üzemeltetjük, hogy a szobában



8. ábra. Rovar-szélcsatorna vázlatos felépítése

esetlegesen felgyülemelő illatszennyezéseket eltávolítsuk. Ezenkívül az éjszaka aktív rovarok tanulmányozása esetében teljes sötétséget, vagy holdfényvel egyenértékű fényerősséget és megfelelő páratartalmat kell biztosítani. Egy szabályozható ventilátor, amely változtatható áramlási sebességet biztosít nagyon nagy pontossággal, áramoltatja a levegőt a berendezés egyik végéből a másik felé. A bemeneti nyílásnál egy aktív szén-szűrő helyezkedik el annak érdekében, hogy a szélcsatornába csak tiszta, illatanyagmentes levegő érkezzon. Általában lamináris légáramlással dolgozunk (10–100 cm/s), ezért a beáramló levegőt egy sűrű szövésű fémhálón vezetjük át. A légáramlás sebességét és az örvénylés (turbulencia) mértékét titán-tetraklorid (TiCl_4), vagy egyéb (kevésbé mérgező) füstképző anyaggal mérhetjük. Fontos, hogy a szélcsatorna kivezető végéhez elszívó-berendezést kössünk, hogy az illatokkal szennyezett, eltávozó levegő ne a laboratórium légtérében keringjen. A rovarokat legalább 1 órával a kísérlet megkezdése előtt be kell helyezni abba a helyiségbe, ahol a szélcsatorna van, hogy akklimatizálódjanak a szoba hőmérsékletéhez, páratartalmához és fényerősségéhez. Különösen ügyelnünk kell arra, hogy a fotoperiódus megegyezzen azzal a fotoperiódussal, amelyen a rovarokat előzőleg tartottuk, ugyanis ellenkező esetben azok biológiai órája miatt elmaradhat a stimulusra várt viselkedési válasz. Hogy közvetlenül a mérés előtt ne zavarjuk meg a rovarokat, már ekkor érdemes a vizsgálatra szánt példányokat egyesével két végén fémhálós lezárt indítóketrecbe (10–15 cm hosszú üveghenger, az átmérő a rovar méretétől függ) tenni. A szélcsatornának a tesztelendő illatforrással ellentétes végében, légárammal szemben helyezük el az indítóállványt, amelyre a rovart vagy az indítóketrecet tesszük. A szélcsatorna másik végében az illatforrást helyezük el, ami felé – ha rovarok számára vonzó az illat – azok légárammal szemben repülnek. Az illatforrás lehet élő rovar ketrecben, tápnövény, tápnövényből származó illatok közvetlen szélcsatornába való bevezetése (Kárpáti és mtsai 2013a) vagy szintetikus illat (feromon, kairomon) és keverékük, melyeket különböző

kibocsátókra (gumigyűrű, szűrőpapír, kanócos kibocsátó stb.) mérhetünk. A vizsgálat során a rovarok különböző viselkedésformáit tanulmányozhatjuk, mint például: csápok mozgatása, indítóketrecben történő mozgás, aktivitás, indítóketrecből történő kirepülés, az illatforrás felé való irányba állás, forrás irányába mutató repülés (pozitív anemotaxis), illatforrás megközelítése, illatforrás megérintése, illatforrásra való leszállás. Ezen viselkedési lépések idejét is mérhetjük (Kárpáti és mtsai 2013b, Molnár és mtsai 2015). A szélcsatorna köré kamerákat szerelhetünk, melyek rögzítik a rovarok két- vagy háromdimenziós mozgását, ebből kiszámíthatjuk az egyes lépések közötti vagy az átlagsebességet, illetve a rovarok elfordulási szögét az illatforráshoz képest (Witzgall és Arn 1990, Kárpáti és mtsai 2013b). A mérések során ügyelni kell a tisztaságra, mivel bármilyen kis szennyeződés, mely a szélcsatorna falán marad, eredménytelen méréshez vezethet, ezért mérés után erős légárammal esetenként 97%-os alkohollal kell tisztítani a berendezést és a hozzá tartozó kiegészítőket.

Szabadföldi viselkedés-vizsgálatok

Egy vegyület vagy vegyületkeverék (kombináció) csalogató, vagy épp riasztó hatásáról a leghitelesebb eredményt a szabadföldi vizsgálatok adják, amelyekben az adott stimulust olyan nem szabályozott környezetben vizsgáljuk, ahol a rovar természetes körülmények között előfordul, szemben a laboratóriumi vizsgálatokkal, ahol ellenőrzött, a vizsgálni kívánt tényezőkre lehetőség szerint leszűkített környezetben zajlanak a kísérletek. A kísérlet szempontjából „mélyvíznek” számít a szabadföldi viselkedés-vizsgálat, hiszen jóval összetettebb környezettel szembesülnek az egyedek, amelyben számos egyéb szaglással (olfaktórikus), látással (vizuális) és hallással (akusztikus) kapcsolatos inger éri őket. Tapasztalatok szerint nem biztos, hogy a laboratóriumban kimutatott hatás a szabadföldön is igazolható. A szabadföldi kísérletek eredményességében több olyan tényező is szerepet játszik, amelyeket a leg gondosabb előkészületek esetén sem lehet befolyásolni, mint például a

célfaj népességének (populációjának) tényleges nagysága a kísérleti területen, vagy az időjárás. Egy-egy kísérlet eredményeinek megbízhatósága növelhető, ha a kísérletet több helyszínen, esetleg több rajzási időszakon keresztül is elvégezzük, igaz, ez többletmunkával és -idővel jár.

A szabadföldi kémiai ökológiai kísérletek jellemző kérdése, hogy mely illatanyagra vagy illatanyag-kombinációra, illetve milyen mennyiségekre (kibocsátási sebességre), esetleg arányokra van szükség a viselkedési válasz kiváltásához. A megfelelő kibocsátó (diszpenzer) alkalmazása, azaz a formuláció befolyásolja az adott illatanyag vagy illanyag-kombináció mennyiségi viszonyait, így a kibocsátott illatanyagok arányát, kibocsátási sebességét (időegység alatt kibocsátott mennyiség) vagy éppen a kibocsátás teljes időtartamát. Mind a túl alacsony, mind pedig a túl magas kibocsátott mennyiség csökkentheti a csalogatás hatékonyságát. Csapdázásos kísérletek esetén alapvető fontosságú olyan csapdaforma választása, amely a célfaj viselkedési mintázatát kihasználva minél nagyobb arányban fogja meg a csalétket megközelítő egyedeket. Így pl. mászó rovaroknál talajcsapda, repülő rovaroknál ragacos vagy varsás csapdatípus lehet megfelelő (Knodel and Agnello, 1990, Lewis and Macaulay 1976, Muirhead-Thomson 1991, www.csalomoncsapdak.hu). A szemiokemikáliák mellett a vizuális vagy más, pl. vibrációs ingerek is fontos szerepet játszhatnak a táplálékkeresésben, ez utóbbiak vizsgálata is szükséges lehet, ugyanis megfelelő színnel vagy más ingerrel egyítve a csalogató hatás gyakran fokozható. Mindezekon túl, ha a megfelelő csalétek és csapdatípus adott, további vizsgálatok segítségével javíthatjuk a csapdák fogóhatását (pl. csapdamagasság, csapdasűrűség, lombkoronában való elhelyezkedés stb.) (Jutsum és Gordon, 1989). Almamoly esetében például általános következtetés, hogy a feromoncsapdák a lombkorona magasabb részeiben elhelyezve fogják a legtöbb egyedet (Ahmad és Al-Gharbawi 1986, McNally és Barnes 1981, Riedl és mtsai 1979).

Szabadföldi kísérletekben mindenképp célszerű a kezeléseket több ismétlésben kihelyezni,

általában véletlen réteges (blokkos) elrendezésben (randomised blocks design), a csapdák között legalább 5–10 méteres távolságot tartva. A következtetéseket a különböző kezelések által fogott egyedek számának egymáshoz és illatanyag-kezelést nem tartalmazó kontroll csapdákéhoz való viszonyításával vonhatjuk le. A kezeletlen kontroll csapda szerepe különösen fontos azokban a kezdeti kísérletekben, ahol semmilyen, szabadföldi csalogató hatást kiváltó illatanyag-keverék nem ismert, de általában is szükségesek, hiszen fontos vonatkoztatási pontként szolgálnak. Akkor mondhatjuk, hogy egy kezelés csalogatja az adott rovarfajt, ha jelentősen (szignifikánsan) több egyedet csalogat, mint a kontroll csapdák. A későbbi vizsgálatokban a csalogató hatású illatanyagok szintén referenciaként szolgálhatnak (pozitív kontroll), ezekhez mérhetjük például újabb (szinergista) vegyületek hozzáadásának hatását. A csapdák fogásait célszerű rendszeresen (pl. hetente kétszer, de egyes, kis testméretű és tömegesen rajzó faj esetében ennél gyakrabban, akár naponta), hasonló idő elteltével ellenőrizni, de megjegyezzük, hogy az ellenőrzések között nem szükséges pontos időközöket hagyni, mivel számos tényező, úgymint a hőmérséklet vagy a légnyomás változása jóval nagyobb hatással bír a csapdázás eredményére, mint 10–30%-os eltérés az ellenőrzések között eltelt időben. Egyes fajok esetében a faji szintű azonosítás és az ivar megállapítása a helyszínen megtörténhet, de gyakran mikroszkópos vizsgálatra is szükség van. A statisztikai kiértékelés során a különböző kezelések által fogott egyedek számát hasonlítjuk össze általában többmintás statisztikai próbákkal, például varianciaanalízissel és a megfelelő post hoc-teszttel (Day és Quinn 1989), de egyesek nem-paraméteres próbákat javasolnak.

A feromonokat és más szemiokemikáliákat a gyakorlati növényvédelem számos területen felhasználhatja (Jutsum és Gordon 1989), melyekkel kapcsolatosan célirányos kísérletekben határozzák meg az illatanyag felhasználásához szükséges pontos feltételeket. Nem mindegy például, hogy egy faj szintetikus szexferomonösszetevőit előrejelzésre vagy légtértelítésre

szeretnék felhasználni. Légtértelítési eljárásnál a jóval kisebb tisztaságú szintetikus feromonkomponenseket olyan kibocsátóba adagolják, amely nagy mennyiségben hosszú időn (akár egész évadon) keresztül képes egyenletesen kibocsátani a hatóanyag(ka)t (Heuskin és mtsai 2011, Knight és mtsai 2008), míg ha a csalétket csapdában tervezik használni, akkor jóval nagyobb tisztaságú és nagyságrendekkel kisebb anyagmennyiséget kibocsátó diszpenzerekre van szükség. Természetesen a csapdákhoz alkalmazott diszpenzerek esetében is követelmény, hogy vonzókéességüket huzamosabb ideig (legalább egy rajzás teljes időtartamára) megtartsák, az ne csökkenjen számottevő mértékben. A kibocsátó minőségén túl légtértelítés esetében még számos befolyásoló tényező vizsgálata szükséges, azonban jelen cikk ezeket nem veszi sorra.

A csapdák általában a tömeges rajzáskezdet, azaz a néhány egyednél nagyobb fogások megállapítására használhatóak (Tóth és mtsai 2000, 2005a). Noha ragacsos és nem ragacsos csapdaformák esetén egyaránt összehasonlítjuk a fogott mennyiségeket, lényeges megjegyezni, hogy a ragacsos, illetve más telítődő csapdatípusok kevéssé vagy nem alkalmasak mennyiségi viszonyok mérésére, mert fogási teljesítményük (fogókapacitásuk) időben nem állandó. Rajzásokövetésre alkalmas, nagy fogókapacitású csapdatípusokban (általában varsás, folyadékot használó, illetve talajcsapdák) a fogott egyedek számát rendszeresen feljegyezve lehet a célkárttevő adott területen lévő populáció-nagyságának változását nyomonkövetni.

A csapdák fogásait kártevőcsoportonként, illetve fajonként más módon használhatjuk a növényvédelmi döntéshozatalban. Így jellemzően a sodrómolyok esetén a tömeges rajzáskezdettől (Tóth és mtsai 2005a) számított biológiai null pont felett hőösszeget használhatunk a kártevő egyes alakjai elleni védekezés időzítéséhez, míg a pattanóbogaraknál a teljes éves fogás csapdánkénti átlagából vonhatunk le következtetést (Imrei és Tóth 2012). A mindenkori növényvédelemmel kapcsolatos döntéshozatal nemcsak biológiai, hanem gazdasági természetű összefüggéseket is magában foglal,

így standardizálása túlmutat a kémiai ökológia, illetve növényvédelem szűkebben vett tudományterületén.

Látás és szaglás kölcsönhatása

Noha a rovarok látása optikailag rendkívül fejlett, számos tekintetben nagyságrendekkel fejletlenebb a gerincesek vagy az ember látásánál. Amit mi körvonalazott mintázatként látunk, azt például a méhek vagy a nappali lepkék a jóval kifinomultabb színárnyalat-érzékelésük segítségével ismerik fel. Különböző fénytani tulajdonságaik révén a rovarporozta virágok a rovarok számára sokkal inkább elütnek a környezetüktől, így „leszállópályaként” irányítják a rovar a táplálékforráshoz (Kevan és Baker 1983). A következő példák a táplálékhoz köthető viselkedési válaszokon keresztül mutatják be a vizuális és illatanyagok tájékozódás egyes eseteit.

Az érzékelés során jelentőséggel bíró vizuális, kémiai és más ingereket a rovar párhuzamosan fogja fel és dolgozza fel, melyek együttesen váltanak ki viselkedési választ, akár egymást erősítve. Az aranyos rózsabogár (*Cetonia aurata aurata* L.) és a rezes virágbogár (*Potosia cuprea* Fabr.) (Coleoptera: Scarabaeidae) esetében a háromféle szintetikus virágillatanyagot tartalmazó csalétek csalogató hatása kék színű csapdákban alkalmazva jelentősen megnövekszik, megjegyezve, hogy e két fajnál csak a kémiai inger jelenlétében lehet kimutatni színpreferenciát (valamely szín előnyben részesítését) (Tóth és mtsai 2005b). Ezzel szemben a rokon bundásbogár (*Epicometis hirta* Poda) esetében a megfelelő két összetevőjű szintetikus virágillat-keverék a megfelelő árnyalatú kék színnel együtt vonzó hatású, de a kék és más élénk színek akár kémiai inger nélkül is nagy számban csalogatják a bogarakat (Schmera és mtsai 2004). A hasonló sokpettyes virágbogár (*Oxythyrea funesta* Poda) csalétek nélkül leginkább a zöldessárga színre érzékeny, amelyhez adva az illatanyag-keverék fogásemelkedést eredményez (Tóth és mtsai 2005b). Ezeket a szín- és virágillatanyag-társításokat egyre szélesebb

termesztői körben használják a cserebogarak Cetoniinae alcsaládjába tartozó fajainak rajzáskövetésére vagy akár az egyedyszámok csökkentésére (Voigt és mtsai 2005, Tóth és mtsai 2006).

Vannak olyan fajok, melyeknél a vizuális inger hatása önmagában is elegendő a gyakorlati felhasználásra. Így a lucernacincért (*Plagionotus floralis* Pallas) (Coleoptera: Cerambycidae) a zöldessárga szín önmagában erőteljesen csalogatja (Imrei és mtsai 2014), míg ugyanez a legközelebbi rokon fajok, a bársonyos (*P. arcuatus* L.) és a sárgafarú darázscincér (*P. detritus* L.) esetén nem kimutatható (Imrei Z. nem közölte). Joggal feltételezhetjük, hogy nem az érzékelés képességében van különbség a közeli rokonságban álló cincérfajok között, hanem az adott ingerre adott magasabb szintű, központi idegrendszeri működésben, amely a viselkedési válaszokban mutatkozik meg.

A díszbogarak (Coleoptera: Buprestidae) esetében nem a táplálkozással kapcsolatos tájékozódás, hanem a fajtársak felismerése irányította a figyelmet a vizuális kulcsingerek vizsgálatára. Az ameríkába behurcolt *Agrilus planipennis* Fairmaire (Lelito és mtsai 2007), de számos hazai faj, így az *A. biguttatus* Fabr., *A. sulcicollis* Lacordaire és *A. angustulus* Illiger esetében is a levegőben lebegő hímek egy méter körüli távolságból jellegzetes puskagolyószerű alakjuk és szárnyfedőjük fénytani tulajdonságai alapján ismerik fel a fajtársaknak vélt egyedeket (Domingue és mtsai 2011). A bogarak színét és a fény jellegzetes „színváltó” szórását a szárnyfedő nanométer nagyságrendű rétegezetttségéből adódó fénytörés hozza létre (Domingue és mtsai 2014). A levegőben kereső egyedek lecsapnak a lombzaton üldögélő fajtársakra emlékeztető testekre, amelyek lehetnek más fajhoz tartozó egyedek, de a kísérletek tanúsága szerint akár műbogarak is. A kémiai kommunikáció minden valószínűség szerint már a lehetséges társ testén vagy annak közelében történt leszállás után kap csak szerepet. Néhány másodperc elegendő annak eldöntésére, hogy valóban

fajtársat talált-e a kereső – többnyire hím – egyed, illetve hogy megállapítsa a megtalált egyed ivarát, amelyben a közelre ható vagy csak tapintással érzékelhető (kontakt) illatanyagok adhatnak támaszt.

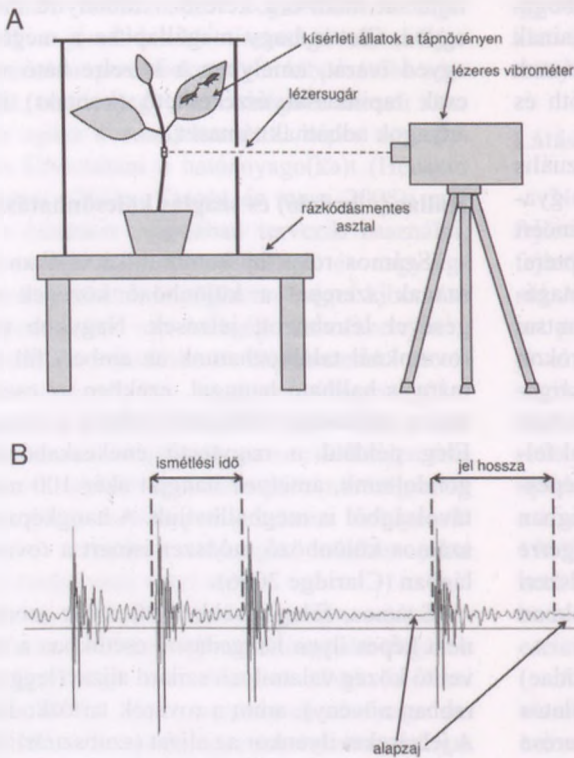
Hallás (vibráció) és szaglás kölcsönhatása

Számos rovarfaj kommunikációjában játszanak szerepet a különböző közegek rezgésével létrehozott jelzések. Nagyobb testű rovaroknál találkozhatunk az emberi fül számára is hallható hanggal, ezekben az esetekben a jelzéseket közvetítő közeg a levegő. Elég például a nagytestű énekeskabócákra gondolnunk, amelyek hangját akár 100 méter távolságból is meghallhatjuk. A hangképzésre számos különböző módszer ismert a rovarvilágban (Claridge 2006).

Számos, főleg kisebb testű rovar azonban nem képes ilyen hangadásra, esetükben a közvetítő közeg valamilyen szilárd aljzat (leggyakrabban növény), amin a rovarok tartózkodnak. A jelzéseket ilyenkor az aljzat (szubsztrát) közvetíti, mely hangok az emberi fül számára általában nem hallhatók. A növényen tartózkodó faj másik egyede viszont érzékeli a rezgést és válaszol rá, a jelzések alapján pedig megtalálják egymást.

Vannak olyan rovarcsoportok, ahol a hangokkal vagy rezgéssel végzett kommunikáció a jellemző, ezeknél olykor nem is ismert olyan feromon, ami a pártalálásban szerepet kapna. Más esetekben azonban mind a feromonok, mind a vibrációs jelzések szerepet játszanak a párkeresésben. Erre példa a zöld vándorpoloska (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera: Pentatomidae), amely fajnál a hím szexferomon segítségével csalogatja a nőtényt a növényre, ahol aztán vibrációs jelzésekkel találják meg egymást (Gogala 2006).

A szubsztráton keresztül terjedő vibrációs jelzések vizsgálatára az egyik legkiválóbb módszer a lézeres vibrométer, amely a felület elmozdulásait rögzíti és azokat mérhetővé, ábrázolhatóvá teszi. A berendezés használatát a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra A: lézeres vibrométer működési elve. B: a lézeres vibrométerrel mért jelek néhány, a mérések során fontos változóval

Rövidítések jegyzéke

- CLSA: zárt rendszerű illatanyaggyűjtés (closed-loop stripping apparatus)
 EAG: elektroantennográfia
 EI: elektronütközési ionizáció
 FID: lángionizációs érzékelő (flame ionisation detector)
 GC: gázkromatográfia
 GC-EAD: bioszenzoros gázkromatográf (coupled GC-electroantennographic detector)
 HPLC: nagynyomású folyadékkromatográfia (high-pressure liquid chromatography)
 KI: Kováts-index
 MS: tömegspektrométer (mass spectrometer)
 NMR: mágneses magrezonancia spektroszkópia (nucleic magnetic resonance spectroscopy)
 OBP/PBP: illatanyag-/feromonkötő fehérje (odour/pheromone-binding protein)

- PDMS: poli-dimetil-sziloxán
 RT: visszatartási (retenciós) idő (retention time)
 SPME: szilárdfázisú mikroextrakció (solid-phase microextraction)
 SSR: egyedi érzékszörből való mérés (single sensillum recording)

Köszönetnyilvánítás

A munka részben a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K 124680, NN 123892 és PD 115938 nyilvántartási számú pályázatainak, valamint a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával valósult meg.

IRODALOM

- Agelopoulos N.G. and Pickett J.A. (1998): Headspace analysis in chemical ecology: effects of different sampling methods on ratios of volatile compounds present in headspace samples. *Journal of Chemical Ecology*, 24: 1161–1172.
- Ahmad T. and Al-Gharbawi Z. (1986): Effects of pheromone trap design and placement on catches of codling moth males. *Journal of Applied Entomology*, 102: 52–57.
- Al Abassi S., Birkett M.A., Pettersson J., Pickett J.A. and Woodcock C.M. (1998): Ladybird beetle odour identified and found to be responsible for attraction between adults. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 54: 876–879.
- Arn H., Städler E. and Rauscher S. (1975): The electroantennographic detector - a selective and sensitive tool in the gas chromatographic analysis of insect pheromones. *Zeitschrift für Naturforschung*, 30: 722–725.
- Boland W., Ney P., Jaenicke L. and Gassmann G. (1983): A "closed-loop-stripping" technique as a versatile tool for metabolic studies of volatiles. In: *Analysis of Volatiles: Methods. Applications. Proceedings, International Workshop Würzburg, Federal Republic of Germany, September 28-30., 1983.*
- Böröczky K., Wada-Katsumata A., Batchelor D., Zhukovskaya M. and Schal C. (2013): Insects groom their antennae to enhance olfactory acuity. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 110: 3615–3620.

- Claridge M.** (2006): Insect sounds and communication – an introduction. In: Insect sounds and communication: physiology, behaviour, ecology, and evolution. Eds.: Drosopoulos S, Claridge MF. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, pp. 3–10.
- Csányi V.** (2002): Etológia. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest.
- Day R.W. and Quinn G.P.** (1989): Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. *Ecological Monographs*, 59: 433–463.
- Domingue M.J., Csóka Gy., Tóth M., Véték G., Péntes B., Mastro V. and Baker T.C.** (2011): Field observations of visual attraction of three European oak buprestid beetles toward conspecific and hetero-specific models. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 140: 112–121.
- Domingue M.J., Lakhtakia A., Pulsifer D.P., Hall L.P., Badding J.V., Bischof J.L., Martín-Palma R.J., Imrei Z., Janik G., Mastro V.C., Hazen M. and Baker T.C.** (2014): Bioreplicated visual features of nanofabricated buprestid beetle decoys evoke stereotypical male mating flights. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 111: 14106–14111.
- Dudareva N., Klempien A., Muhlemann J.K. and Kaplan I.** (2013): Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist*, 198: 16–32.
- Francke W.** (2010): Structure elucidation of some naturally occurring carbonyl compounds upon coupled gas chromatography/mass spectrometry and micro-reactions. *Chemoecology*, 20: 163–169.
- Gogala M.** (2006): Vibratory signals produced by Heteroptera — Pentatomorpha and Cimicomorpha. In: Insect sounds and communication: physiology, behaviour, ecology, and evolution. Eds.: Drosopoulos S, Claridge MF. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, pp. 275–295.
- Hansson B.S.** (1999): Insect olfaction. Springer, Berlin–Heidelberg.
- Haynes K.F. and Millar J.G.** (1998): Methods in chemical ecology II. Bioassay methods. Kluwer, Boston/Dordrecht/London.
- Heuskin S., Verheggen F.J., Haubruge E., Wathelet J.-P. and Lognag G.** (2011): The use of semiochemical slow-release devices in integrated pest management strategies. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 15: 459.
- Imrei Z. és Tóth M.** (2012): A kártevőészlelés és a védekezéssel kapcsolatos döntéshozatali illatanyagok csapdákra alapozott legújabb lehetőségei szántó-területen. Kleffmann Group. Gazdanapló 2012–2013. Budapest: Kleffmann és Partner Kft., 2012: 6–9.
- Imrei Z., Vuts J., Woodcock C.M., Birkett M.A., Pickett J.A. and Tóth M.** (2012): Evidence of a female produced pheromone in a cetoniiin chafer, *Epicometis hirta* (Coleoptera, Scarabaeidae). 28th Annual Meeting, International Society of Chemical Ecology (Vilnius, Litvánia, 2012. július 22–26.), 229.
- Imrei Z., Kováts Zs., Toshova T.B., Subchev M., Harmincz K., Szarukán I., Domingue M.J. and Tóth M.** (2014): Development of a trap combining visual and chemical cues for the alfalfa longhorn beetle, *Plagionotus floralis*. *Bulletin of Insectology*, 67: 161–166.
- Jacquin E., Nagnan P. and Frérot B.** (1991): Identification of hairpencil secretion from male *Mamestra brassicae* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae) and electroantennogram studies. *Journal of Chemical Ecology*, 17: 239–246.
- Jermy T., Szentesi Á., Tóth M. and Szöcs G.** (2006): Pest control: from chemical ecology to evolution. A Hungarian perspective. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 41: 121–135.
- Jósvai J.K., Szarukán I. and Tóth M.** (2012): Chemical communication of predator-prey interactions: an example for practical application in improving attractants for yellowjackets (Hymenoptera: Vespidae). Semiochemicals: the essence of green pest control IOBC/WPRS Working Group „Pheromones and other semio-chemicals in integrated production” (Bursa, Törökország, 2012. október 1-5.), 91–92.
- Jutsum A.R. and Gordon R.F.S.** (1989): Insect pheromones in plant protection. Wiley, New York.
- Kallenbach M., Veit D., Eilers E.J. and Schuman M.C.** (2015): Application of silicone tubing for robust, simple, high-throughput, and time-resolved analysis of plant volatiles in field experiments. *Bio-protocol*, 5: e1391.
- Kárpáti Z., Knaden M., Reinecke A. and Hansson B.S.** (2013a): Intraspecific combinations of flower and leaf volatiles act together in attracting hawkmoth pollinators. *PLoS ONE*, 8(9): e72805.
- Kárpáti Z., Tasin M., Cardé R.T. and Dekker T.** (2013b): Early quality assessment lessens pheromone specificity in a moth. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 110: 7377–7382.
- Keeling C.I., Ngo H.T., Benusic K.D. and Slessor K.N.** (2001): Preparative chiral liquid chromatography for enantiomeric separation of pheromones. *Journal of Chemical Ecology*, 27: 487–497.
- Kevan P.G. and Baker H.G.** (1983): Insects, as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28: 407–453.
- Knight A.L., Larson T.L., Ketner K., Hilton R. and Hawkins L.** (2008): Field evaluations of concentrated spray applications of microencapsulated sex pheromone for codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 37: 980–989.
- Knodel J.J. and Agnello A.M.** (1990): Field comparison of nonsticky and sticky pheromone traps for monitoring fruit pests in western New York. *Journal of Economic Entomology*, 83: 197–204.
- Koczor S., Szentkirályi F., Vuts J., Caulfield J.C., Withall D.M., Pickett J.A., Birkett M.A. and Tóth M.** (2018): Conspecific and heterogeneric lacewings respond to (Z)-4-tridecene identified from *Chrysopa formosa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Chemical Ecology*, doi:10.1007/s10886-017-0920-2
- Kováts E.** (1958): Characterization of organic compounds by gas chromatography. Part 1. Retention indices of aliphatic halides, alcohols, aldehydes and ketones. *Helvetica Chimica Acta*, 41: 1915–1932.

- Kremmer T., Torkos K. és Szókán Gy.** (2005): Elválasztástechnikai módszerek elmélete és gyakorlata. Kromatográfia, elektroforézis, centrifugálás-ultra-centrifugálás. Eötvös Kiadó, Budapest.
- Lelito J.P., Fraser I., Mastro V.C., Tumlinson J.H., Böröczky K. and Baker T.C.** (2007): Visually mediated 'paratrooper copulations' in the mating behavior of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), a highly destructive invasive pest of North American ash trees *Journal of Insect Behavior*, 20: 537–552.
- Lewis T. and Macaulay E.** (1976): Design and elevation of sex-attractant traps for pea moth, *Cydia nigricana* (Steph.) and the effect of plume shape on catches. *Ecological Entomology*, 1: 175–187.
- McIndoo N.E.** (1926): An insect olfactometer. *Journal of Economic Entomology*, 19: 545–571.
- Menally P.S. and Barnes M.M.** (1981): Effects of codling moth pheromone trap placement, orientation and density on trap catches. *Environmental Entomology*, 10: 22–26.
- Millar J.G. and Haynes K.F.** (1998): Methods in chemical ecology I. Chemical methods. Kluwer, Boston/Dordrecht/London.
- Mollo E., Fontana A., Roussis V., Polese G., Amodeo P. and Ghiselin M.T.** (2014): Sensing marine biomolecules: smell, taste, and the evolutionary transition from aquatic to terrestrial life. *Frontiers in Chemistry*, 2: 92.
- Molnár B., Kárpáti Zs., Szócs G. and Hall D.R.** (2009): Identification of female-produced sex pheromone of the honey locust gall midge, *Dasineura gleditchiae*. *Journal of Chemical Ecology*, 35: 706–714.
- Molnár B.P., Szócs G., Hillbur Y. and Hall D.R.** (2010): Megfelelő-e a racém elegy a lepényfa-gubacs-szűnyog (*Dasineura gleditchiae*) szexcsapdázásához? *Növényvédelem*, 46: 101–108.
- Molnár B.P., Tröger A., Toshova Th.B., Subchev M., van Nieukerken E. J., Sjaak-Koster J. C., Szócs G., Tóth M. and Francke W.** (2012): Identification of the females-produced sex pheromone of *Tischeria ekebladella*, an oak leafmining moth. *Journal of Chemical Ecology*, 38: 1298–1305.
- Molnár B.P., Tóth T., Fejes-Tóth A., Dekker T. and Kárpáti Z.** (2015): Electrophysiologically-active maize volatiles attract gravid female European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 41: 997–1005.
- Morgan E.D.** (2010): Biosynthesis in insects. Advanced edition. RSC Publishing, Cambridge.
- Muirhead-Thomson R.** (1991): Trap responses of flying insects. The influence of trap design on capture efficiency. Academic Press, San Diego.
- Novák L., Tóth M., Balla J. and Szántay Cs.** (1979): Sex pheromone of the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae* – isolation, identification and stereocontrolled synthesis. *Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 102: 135–140.
- Pettersson J.** (1970): An aphid sex attractant I. Biological studies. *Entomologia Scandinavica* 1: 63–73.
- Pickett J.A.** (1990): GC-MS in insect pheromone identification: three extreme case histories, in *Chromatography and Isolation of Insect Hormones and Pheromones*, ed. by McCaffery AR and Wilson ID. Plenum Press, New York/London, pp. 299–309.
- Reiczigel J., Harnos A. és Solymosi N.** (2007): Biostatistika nem statisztikusoknak. Pars Kft., Nagykovácsi
- Riedl H., Hoying S.A., Barnett W.W. and Detar J.E.** (1979): Relationship of within-tree placement of the pheromone trap to codling moth catches. *Environmental Entomology*, 8: 765–769.
- Roelofs W.L.** (1977): The scope and limitations of the electroantennogram technique in identifying pheromone components. In: Crop protection agents – their biological evaluation. Ed.: McFarlane NR. Academic Press, New York, pp. 147–165.
- Schmera D., Tóth M., Subchev M., Sredkov I., Szarukán I., Jermy T. and Szentesi Á.** (2004): Importance of visual and chemical cues in the development of an attractant trap for *Epicometis (Tropinota) hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae). *Crop Protection*, 23: 939–944.
- Schneider D.** (1957): Elektrophysiologische Untersuchungen von Chemo- und Mechanorezeptoren der Antenne des Seidenspinners *Bombyx mori* L. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 40: 8–41.
- Schoonhoven L.M., Jermy T. and van Loon J.J.A.** (1998): Insect-plant biology. Garland Science, New York.
- Schulz S., Fuhlendorff J., Steidle J.L.M., Collatz J. and Franz J-T.** (2004): Identification and biosynthesis of an aggregation pheromone of the storage mite *Chortoglyphus arcuatus*. *ChemBioChem*, 5: 1500–1507.
- Shields E.J.** (1989): Artificial light: experimental problems with insects. *Bulletin of the Entomological Society of America* 35: 40–44.
- Skelton A.C., Birkett M.A., Pickett J.A. and Cameron M.M.** (2007): Olfactory responses of medically and economically important mites (Acari: Epidermoptidae and Acaridae) to volatile chemicals. *Journal of Medical Entomology*, 44: 367–371.
- Sperling S., Kühbandner S., Engel K.C., Steiger S., Stökl J. and Ruther J.** (2015): Size exclusion high performance liquid chromatography: re-discovery of a rapid and versatile method for clean-up and fractionation in chemical ecology. *Journal of Chemical Ecology*, 41: 574–583.
- Steiger S., Schmitt T. and Schaefer H.M.** (2011): The origin and dynamic evolution of chemical information transfer. *Proceedings of the Royal Society B*, 278: 970–979.
- Steinmann H. és Zombori L.** (1981): Rovaralaktani kifejezések. Magyarország állatvilága XVII/D. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Szentesi Á., Tóth M. and Dobrovolszky A.** (1975): Evidence and preliminary investigations on a male aphrodisiac and a female sex pheromone in *Mamestra brassicae* (L.). *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 10: 425–429.
- Szentesi Á. és Török J.** (1997): Állatökológia. Egyetemi jegyzet. Kovasznai Kiadó, Budapest.
- Szentesi Á. és Jermy T.** (1999): A preferencia értékelésének problémái. *Állattani Közlemények*, 84: 3–19.

- Szöcs G. és Tóth M. (2010): A nagyítőlencsétől a bioszenzoros gázkromatográfígi: a magyar feromonkutatás három évtizede. *Növényvédelem*, 46: 645–653.
- Szöcs G., Kárpáti Zs., Imrei Z. és Tóth M. (2002): Néhány százalék „szennyezés”: siker vagy kudarc a feromoncsapdázásnál. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, 48: 56.
- Szöcs G., Tóth M., Kárpáti Zs., Zhu J., Löfstedt C., Plass E. and 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.
- Tóth M., Imrei Z. és Szöcs G. (2000): Ragacsmentes, nem telítődő, nagy fogókapacitású új feromonos csapdák kukoricabogárra (*Diabrotica virgifera virgifera*, Coleoptera: Chrysomelidae) és gyapottokbagolylepkére [*Helicoverpa (Heliothis) armigera*, Lepidoptera: Noctuidae]. *Integrált természetés kertészeti és szántóföldi kultúrákban*, 21: 45–49.
- Tóth M., Furlan L., Yatsynin V.G., Ujváry L., Szarukán I., Imrei Z., Tolasch T., Francke W. and Jossi W. (2003): Identification of pheromones and optimization of bait composition for click beetle pests (Coleoptera : Elateridae) in Central and Western Europe. *Pest Management Science*, 59: 417–425.
- Tóth M., Kádár F. és Imrei Z. (2005a): Ragacsos és varás feromoncsapda-típusok hatékonyságának összehasonlítása a gyapjaslepké (*Lymantria dispar* L.) fogására. *Növényvédelem*, 41: 267–271.
- Tóth M., Imrei Z., Szarukán I., Voigt E., Schmera D., Vuts J., Harmincz K. és Subchev M. (2005b): Gyümölcs- ill. virágkárokat okozó cserebogár-félék kémiai kommunikációja: egy évtized kutatási eredményei. *Növényvédelem* 41: 581–588.
- Tóth M., Voigt E., Imrei Z., Szarukán I., Schmera D., Vuts J., Harmincz K., Subchev M. and Sivec I. (2006): Semiochemical- baited traps for scarab pests damaging fruits and blossoms. Abstracts of the 58th Int. Symp. Crop. Prot., Gent, Belgium, 23 May, 2006.
- Unelius C.R., Suckling D.M., Brown R.L., Jósvai J.K. and El-Sayed A.M. (2016): Combining odours isolated from phylogenetically diverse sources yields a better lure for yellow jackets. *Pest Management Science*, 72: 760–769.
- Vet L.E.M., van Lenteren J.C., Heymans M. and Meelis E. (1983): An air-flow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiological Entomology*, 8: 97–106.
- Voigt E., Tóth M., Imrei Z., Vuts J., Szöllös L. és Szarukán I. (2005): A zöld cserebogár és az aranyos rózsabogár növekvő kártétele és a környezetkímélő védekezés lehetőségei. *Agrofórum*, 16: 63–65.
- Vuts J. és Tóth M. (2008): Elektroantennográfiás választék spektrumok: mire jók és mire nem? *Növényvédelem*, 44: 377–384.
- Vuts J., Tolasch T., Furlan L., Bálintné Csonka É., Felföldi T., Márialiget K., Toshova T., Subchev M., Xavier A. and Tóth M. (2012): *Agriotes proximus* and *A. lineatus* (Coleoptera: Elateridae): a comparative study on the pheromone composition and cytochrome c oxidase subunit I gene sequence. *Chemoecology*, 22: 23–28.
- Vuts J., Francke W., Mori K., Zarbin P.H.G., Hooper A.M., Millar J.G., Pickett J.A., Tóth M., Chamberlain K., Caulfield J.C., Woodcock C.M., Tröger A.G., Bálintné Csonka É. and Birkett M.A. (2015): Pheromone bouquet of the dried bean beetle, *Acanthoscelides obtectus* (Col.: Chrysomelidae), now complete. *European Journal of Organic Chemistry*, 2015: 4843–4846.
- Witzgall P. and Arn H. (1990): Direct measurement of the flight behavior of male moths to calling females and synthetic sex pheromones. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 45: 1067–1069.
- Wyatt T.D. (2014): Pheromones and animal behavior: chemical signals and signatures. Cambridge University Press, New York.
- Zuo H-L., Yang F-Q., Huang W-H. and Xia, Z-N. (2013): Preparative gas chromatography and its applications. *Journal of Chromatographic Science*, 51: 704–715.

METHODS IN CHEMICAL ECOLOGY

J. Vuts¹, S. Koczor², Z. Imrei², J. K. Jósvai², Zs. Lohonyai², B. P. Molnár², Zs. Kárpáti², G. Szöcs² and M. Tóth²

¹ Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ United Kingdom
e-mail: jozsef.vuts@rothamsted.ac.uk

² Plant Protection Institute CAR HAS, Pf. 102, Budapest, H-1525 Hungary

This article reviews some of the commonly used methods in insect chemical ecology, aiming to be a starting point for those who encounter this interdisciplinary research area.

Keywords: semiochemical, allelochemical, pheromone, chemical communication, volatiles, Integrated Pest Management

Érkezett: 2018. január 5.

A NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK HATÓANYAGOKON KÍVÜLI ÖSSZETEVŐIRŐL

Pethő Ágnes

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság,
1118 Budapest, Budaörsi út 141–145.

PethoA@nebih.gov.hu

A Növényvédelem folyóirat 2017, 78 (53):8. számában megjelent „Körkép az EU-ban engedélyezett növényvédő szer hatóanyagokról” (Pethő 2017) c. cikk a hatóanyagokkal foglalkozott. Egy növényvédő szer azonban a legkritikább esetben áll csupán hatóanyagból. A hatóanyagokhoz egyrészt a növényvédő szerek formázása során, másrészt pedig kijuttatásuk során különböző vegyi anyagokat adnak. Már a kémiai növényvédelem fellendülésekor (az 1950–60-as években) a készítményekhez a vízen – mint oldószeren – kívül legalább a permetezés során bizonyos adalékanyagokat adtak, hogy fokozni lehessen biológiai hatásukat, vagy azért, hogy felhasználásukat gazdaságosabbá (azaz a kezelést hatékonyabbá) és biztonságosabbá tegyék. Ez a gyakorlat továbbra is fellelhető, de a növényvédő szert gyártó cégek ma már igyekeznek olyan komplex készítményeket előállítani, amelyek sokféle egyéb anyagot is tartalmaznak, így legfeljebb a vízzel történő hígításukra van szükség a permetezés előtt. Tehát a tendencia az ún. adalékanyagokat minél inkább beépíteni a készítménybe, vagy legalább 'egybe csomagolni' azokat.

Ez azért is fontos, mert a növényvédő szerek engedélyezésekor a benyújtott dosszié értékelése alapján a készítmények összetételét és ajánlott felhasználási technológiáját vesszük figyelembe és nem tudjuk figyelembe venni a különböző, utólag hozzáadott esetleg nem ismert – anyagok együttes hatása folytán fellépő kockázatokat.

A növényvédő szereket vegyi anyagok alkotják. Az Európai Parlament és a Tanács a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról szóló 1907/2006/EK rendelete (*Registration,*

Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals – a továbbiakban **REACH-rendelet**) arra kötelezi a gyártókat, hogy az egy tonnánál nagyobb mennyiségben gyártott vagy importált veszélyes anyagokat regisztrálják. A legveszélyesebb 3000 vegyi anyag kiváltására a gyártóknak tervet kell kidolgozniuk. Ez a jogszabály minden típusú vegyi anyagra vonatkozik, legyen az gyártott, importált, értékesített, önmagában, keverékként vagy termékekben használt. A REACH-rendelet az „anyag” alatt a természetes állapotban előforduló vagy gyártási folyamatból származó kémiai elemeket és azok vegyületeit érti. A REACH-rendelet körébe már 2008. decembere előtt 143 000 vegyi anyagot regisztráltak. (Azóta eltelt 10 év). Az Európai Vegyianyag-ügynökséghez (a továbbiakban ECHA) 2010-ig 2,7 millió elő-regisztrációt jelentettek be. Tudni kell azonban, hogy a REACH-rendelet által kielégítően ismert hatású vegyi anyagok száma nem több mint 60 000 és az átfogóan vizsgált (tesztelt) és ismert vegyi anyagok száma alig pár ezer. Vagyis a létező vegyi anyagoknak csak töredéke került görcső alá. A REACH-rendelet hatálya alá tartoznak a növényvédő szerekben levő kémiai hatóanyagok és egyéb vegyi anyagok is.

Ismert tény, hogy a növényvédő szerekben levő vegyi anyagok általában különböző vegyületek keverékei. No és mennyit tudunk ezekről a különböző kereskedelmi néven futó keverékekről? Az alkalmazott számukhoz képest szinte semmit. Az ipar ugyanis nem az elővigyázatosság elve alapján, hanem a hatékonyság és a jövedelmezőség alapján fejleszti ki azokat a készítményeket, melyek aztán a mezőgazdaságban felhasználásra kerülnek. Tulajdonképpen mindent kipróbálnak, ami hatásos lehet a

kívánt célra, összetételük pedig ipari titok, így a „fogyasztók” (lakosság) számára ismeretlen. Sok esetben még az engedélyező hatóságok sem kapnak kielégítő információt.

Mennyi lehet a növényvédő szerekben a hatóanyagokon kívüli egyéb vegyi anyagok száma? Ha azt állítjuk, hogy számuk legalább 10–50-szerese is lehet az ismert növényvédő szer hatóanyagok (1360 db) számának – akkor nem mondunk sokat.

A növényvédő szer összetevők főbb csoportjai és jogszabályi háttérük

A növényvédő szerek legfontosabb alkotói természetesen a hatóanyagok, de most az egyéb összetevőről szeretnénk szólni. A hatóanyagokról szóló cikkben megemlítettük, hogy az Európai Parlament és a Tanács 1107/2009/EK rendelete a növényvédő szerek forgalomba hozataláról (a továbbiakban **R.**) kibővítette a R. alá tartozó anyagok körét. A hatóanyagokon kívül a következő anyagokra is kell alkalmazni a rendeletet (a R. 2. cikke szerint):

- a) *védőanyagok* [antidótum, széfener]: a növényvédő szerhez abból a célból hozzáadott anyagok vagy készítmények, hogy kiküszöböljék vagy csökkentsék a növényvédő szer által egyes növényekre gyakorolt fitotoxikus hatásokat.
- b) *kölcsönhatás-fokozók* [szinergisták]: olyan anyagok vagy készítmények, melyeknek nincs, vagy csak kis mértékben van növényvédelmi hatásuk, de amelyek fokozhatják a növényvédő szerben lévő hatóanyag(ok) hatását;
- c) *segédanyagok* [koformulánsok]: olyan anyagok vagy készítmények, amelyeket növényvédő szerben vagy hatásjavítóban használnak, de amelyek nem hatóanyagok, nem védőanyagok, és kölcsönhatás-fokozók sem;
- d) *hatásjavítók* [adjuvánsok]: olyan anyagok vagy készítmények, amelyek egy vagy több segédanyagból állnak. Forgalmazásuk azzal a céllal történik, hogy hozzákeverve valamely növényvédő szerhez, képesek fokozni a szerek hatá-

sosságát vagy egyéb növényvédelmi tulajdonságait javítják.

A R. 25. cikke szerint a védőanyagokat (a) és kölcsönhatás-fokozókat (b) a hatóanyagok jóváhagyási kritériumai szerint lehet engedélyezni a kifejezetten ezekre összeállított teljes és egy összefoglaló dosszié alapján (4. cikk). Engedélyezésükhöz azonban a részletes adatkövetelmények még nem születtek meg. A R. 26. cikke szerint elvileg 2014.12.14-ig kellett volna a rájuk vonatkozó rendeletet és a munkaprogramot megalkotni. Ennek elfogadását követően a tagállamok öt évre engedélyezhetik a munkaprogramban szereplő, de még jóvá nem hagyott védőanyagokat és kölcsönhatás fokozó anyagokat.

A segédanyagok (c) és az adjuvánsok (d) kritériumrendszerét azonban még nem fogadták el, illetve ki sem dolgozták. A részletes adatkövetelmények elkészítéséig a tagállamok nemzeti hatáskörben engedélyezhetik a felsorolt összetevőket (a→d).

Tekintsük át e négy csoportba (a→d) sorolható uniós listán található anyagokat. Az uniós peszticid adatbázisban ezek az anyagok többnyire „nem-növényvédő szer” (Not a plant production product) megnevezéssel szerepelnek. Az adatbázis elérhetőségét alább közöljük: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

A „nem-növényvédő szerek” közül 8 *védőanyag* (a) (1. táblázat 1. oszlop). A listán szereplő két védőanyag (1. táblázat 1. oszlop, 9., 10.) nem jóváhagyott hatóanyagként szerepel az uniós listán, de éppen ez a két széfener – a ciproszulfamid (4 készítményben) és az izoxadifen-etil (5 készítményben) – fordul elő a hazánkban engedélyezett készítményekben. A növényvédő szerekbe épített ilyen anyagok a készítmények engedélyezése során kerülnek értékelésre. Nálunk önálló készítményként védőanyag nem engedélyezett.

Az uniós listán öt *kölcsönhatás-fokozó* (b) kémiai anyag szerepel, valamennyi „nem-növényvédő szer”-nek jelölve (1. táblázat 2. oszlop), melyek közül egy anyag, a piperonil-

butoxid található meg egy hazai készítményben szinergistaként.

Az uniós listán segédanyagok (c) és hatásjavítók (d) nem szerepelnek. A nem engedélyezhető *segédanyagokról* (c) a R. 27. cikke szerint egy lista készül, mely a R. III. mellékletét képezi majd. Ez egy negatív lista lesz, mely azokat a segédanyagokat tartalmazza, amelyek nem lesznek engedélyezhetőek növényvédő szerekben. A növényvédő szerek forgalomba hozatalának egyik feltétele (R. 29. cikk), hogy a növényvédő szer ne tartalmazzon a III. mellékletben szereplő segédanyagokat.

1. táblázat

Az uniós listán szereplő védőanyagok és kölcsönhatás-fokozók

	Védőanyagok	Kölcsönhatás-fokozók
1.	AD-67	Ammónium tiocianát
2.	Benoxakor	Extender
3.	Kloquintocet mexil	N-octil bicikloheptén dikarboximid
4.	Fenklorazol-etil	Piperonil butoxid**
5.	Fenklorim	Sulfaquinoxalin
6.	Flurazol	
7.	Mefenpir-dietil	
8.	N,N-Diallil-2,2-dikloroacetamid	
9.	Ciproszulfamid*	
10.	Isoxadifen-etil*	

*EU-ban nem jóváhagyott, de Magyarországon engedélyezett

** EU-ban és Magyarországon engedélyezett

A *hatásjavító*kra (d) vonatkozó részletes szabályokat szintén külön rendeletben kell meghatározni (R. 58. cikk), ennek hatályba lépéséig azonban nemzeti szinten megállapított feltételek szerint engedélyezhetők.

Mind a négy csoportra fennáll, hogy anyagai külön is engedélyezhetők, de részei is lehetnek a növényvédő szereknek. Alkalmazásuk alapvető feltétele azonban az, hogy a helyes növényvédelmi gyakorlat betartása mellett ne jelentsenek humán- vagy környezet-egészségügyi kockázatot. Ennek kizárása érdekében a R. 31. cikke előírja, hogy mind a 4 csoport anyagáról naprakész biztonsági adatlapot kell benyújtani

az engedélyező hatóságához, akár önállóan, akár egy készítmény részeként szerepelnek. Vagyis egy készítmény engedélyezéséhez be kell nyújtani minden egyes összetevő biztonsági adatlapját (safety data sheet= **SDS**). A biztonsági adatlapoknak pedig meg kell felelnie az Európai Parlament és a Tanács az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló 1272/2008/EK rendelete (a továbbiakban **CLP-rendelet**) szerinti besorolásnak.

A növényvédő szerek engedélyezési követelményrendszerét tartalmazó 284/2013/EU rendelet szerint a növényvédő szer részét alkotó *védőanyagokat, kölcsönhatás-fokozókat és a segédanyagokat* – a CLP-rendelet VI. mellékletének 3. részében megadottak szerint – a kémiai nevüknek megfelelően kell azonosítani és szerkezeti képletüket is meg kell adni. Amennyiben az ilyen anyagok többféle összetevőből állnak, minden összetevőre meg kell adni – ha van – a vonatkozó EK-számot, CAS-számot és maximális mennyiségüket. Be kell nyújtani az összetevők kereskedelmi nevét, rendeltetését (pl. felületaktív anyag stb.) és az adott kereskedelmi néven futó vegyi anyag pontos összetételét is.

Amennyiben a szolgáltatott információ nem teszi lehetővé teljes mértékben az összetevők azonosítását, a keverékre, vagy az egyre vonatkozó kémiai specifikációt kell benyújtani.

A részletes uniós követelményrendszer hiányában az említett anyagok engedélyezését hazánkban a növényvédő szerek forgalomba hozatalának és felhasználásának engedélyezéséről, valamint a növényvédő szerek csomagolásáról, jelöléséről, tárolásáról és szállításáról szóló 89/2004 FVM (V. 15.) rendelet (a továbbiakban: **FVM-rendelet**) szabályozza nemzeti szinten, de az uniós rendeletekkel összhangban. A FVM rendelet 11. § szerint a növényvédő szerek nem minősülő növényvédelmi hatású termékek, *védőanyagok, kölcsönhatás-fokozók, segédanyagok, hatásjavítók*, továbbá növényvédelmi célú eszközök és anyagok, makroszervezetek engedély iránti kérelmé-

hez az FVM rendelet 9. számú melléklete szerinti adatokat kell megadni. A FVM rendelet a következők szerint határozza meg az *adalékanyagok* fogalmát: a növényvédőszerhatóanyagok előállításához használt, azok tulajdonságait befolyásoló anyagok. Vagyis a jogszabály az adalékanyag kifejezést gyűjtőfogalomként alkalmazza a növényvédő készítmény formatálására felhasznált anyagokra.

Alapvető elvárás, hogy a védőanyagok, a kölcsönhatás-fokozó anyagok, továbbá a hatóanyagok melletti segédanyagok és adjuvánsok ne növeljék a készítmény veszélyességét sem összetevőként, sem permetlé készítés során hozzáadva.

Az FVM rendelet 7.§ (14) szerint, amennyiben egy védőanyag, kölcsönhatás-fokozó, segédanyag, hatásjavító vagy a hatóanyaghoz adott adalékanyag, illetve ezek szennyező anyagai – a Kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény (a továbbiakban **Kbtv.**) alapján – veszélyes anyagnak minősülnek, meg kell adni a veszélyes anyag magyarországi jegyzékben felvett számát, biztonsági adatlapját, veszélyességi osztályba sorolását, meghatározott veszélyességi- (H) és elővigyázatossági- (P) szabványmondait, továbbá a veszély-piktogramokat. Szükség esetén az engedélyező hatóság kérésére el kell végezni rájuk vonatkozólag az összes olyan vizsgálatot, amely a biztonságos felhasználásukat bizonyítja.

Amennyiben bármely anyagról bebizonyosodik, hogy növeli a felhasználás kockázatát és a hatóanyaggal alkalmazva aggályos a felhasználóra, vagy a környezetre nézve, nem engedélyezhető, illetve mint segédanyag, a tiltott segédanyagok listájára kerülhet.

Mi lehet az előnye, vagy hátránya az említett négy csoportba sorolható növényvédő szer összetevők önálló engedélyezésének növényvédelmi hatású termékeként? A hatóság ez esetben az FVM rendelet 9. mellékletének megfelelő, kifejezetten a termékre benyújtott dossziét értékeli. A termék a dosszié megfelelése esetén önálló engedélyt kap, ami azért előnyös, mert így az és a növényvédő szerektől függetlenül külön is kereskedelmi

forgalomba hozható. Ezáltal több – már engedélyezett – növényvédő szerhez lehet hozzáadni. Azonban éppen a külön engedélyeztetés miatt, ha egy növényvédő szerhez utólag adagolják, már nem kerül értékelésre a hatóanyaggal történő kölcsönhatás, ami biztonsági szempontból hátrányt jelent. Amennyiben ezen anyagok egy konkrét növényvédő szer készítmény összetevői, akkor a növényvédő szerre benyújtott dosszié zonális szakterületi értékelése során, az összetevők együttes hatása is értékelésre kerül, hiszen a szakterületi értékelések a növényvédő szer egészére vonatkoznak. Vagyis biztonsági szempontból célszerűbb eleve a növényvédő szerbe építeni a külön engedélyezett anyagokat is, bár ezzel elvesz annak a lehetősége, hogy a felhasználás során rugalmasan válasszák meg azok típusát és mennyiségét (pl. a szükséges adjuváns-koncentrációt).

A németek felállítottak egy listát (BVL, 2016) a náluk alkalmazott segédanyagokról. Ez a lista kb. 1820 kereskedelmi nevet tartalmaz. A német hatóság egyébként már 2011-ben betiltott hat olyan adalékanyagot, melyek polietoxilált faggyúamint tartalmaztak. Ennek az anyagcsoportnak a CAS 61791-26-2 számú képviselőjét az EU többi tagállamában is betiltották 2016 nyarán a glifozát-tartalmú készítményekben, mivel növelte azok veszélyességét.

Az USDA (Young és mtsai 2016) szintén kiadott egy jegyzéket az engedélyezett gyomirtó adjuvánsokról, mely csak a herbicidekre vonatkozólag kb. 779 forgalomban levő terméket tartalmaz 38 cégtől. Ez a szám 1992-ben még csak 76 adjuváns volt 22 cégtől.

A forgalomban levő kémiai segédanyagok száma azonban jóval több, mint amennyit önállóan engedélyeztek, vagy várhatóan engedélyeznek a jövőben. A segédanyagok nagy többsége a formázott készítmények által – azokba beépítve – kerül a környezetbe, ezért mindenképpen több figyelmet szükséges fordítani rájuk mind humán-, mind környezettoxicológiai szempontból. Erre kötelezik majd a korábban említett, jelenleg készülő jogszabályok az EU és a tagállamok engedélyezési hatóságait.

Kizáró kritériumok alkalmazása a segédanyagokra

A bevezetőben hivatkozott „Körkép az EU-ban engedélyezett növényvédő szer hatóanyagokról” c. cikk taglalta azokat a kizáró kritériumokat, melyeket a R. II. melléklete a hatóanyagokra, a védőanyagokra és kölcsönhatás-fokozó anyagokra megállapított, a CLP rendelet szerint, így most erre ismételtelen nem térünk ki. Az adalék- és segédanyagokra vonatkozólag viszont egy kidolgozás alatt álló útmutató (2016), segítségével ismertetjük a kizáró kritériumok várható alkalmazását. Az útmutató alapvetően segédanyagokra készült, de az adalékanyagokra is indokolt alkalmazásuk, mivel ezek többféle segédanyagból állnak. A kizáró kritériumok hasonlóak, de nem azonosak a hatóanyagokra, a védőanyagokra és kölcsönhatás-fokozó anyagokra vonatkozó besorolással, azaz eltér a R. II mellékletében megfogalmazottaktól.

A rendelkezésünkre álló ismeretek alapján megkülönböztethetjük azokat a veszélyesnek tekinthető segédanyagokat, amelyek akár kockázatbecslés nélkül is kizáró kritériumnak minősülnek, ezáltal felkerülhetnek a R. III. mellékletébe. Ezeket az anyagokat három csoportba sorolhatjuk.

1. Aggodalomra okot adó (critical concern) segédanyagok kizáró kategóriái

Az 1. csoportba azok a segédanyagok tartoznak, melyek alkalmazása a jelenlegi tudományos ismereteink alapján rendkívül nagy humán- és környezet-egészségügyi kockázattal jár (aggodalomra okot adó segédanyagok), ezért eleve nem engedélyezik felhasználásukat.

- CMR 1A és 1B anyagok, azaz egyértelműen karcinogén, mutagén, vagy reprodukciót károsító anyagok:
 - 1A vagy 1B kategóriájú karcinogén anyag – C1A és C1B
 - 1A vagy 1B kategóriájú mutagén anyag – M1A és M1B
 - 1A vagy 1B kategóriájú reprodukciót károsító anyag- R1A és R1B
- ED (hormonháztartást kedvezőtlenül befolyásoló) anyagok,

- POP (perzisztens szerves szennyező) anyagok,
- PBT (perzisztens+ bioakkumulatív + toxikus) anyagok,
- vPvB (a környezetben sokáig le nem bomló és hosszasan felgyülemelő) anyagok,
- a REACH rendelet XVII. függelékében nevesített anyagok,
- a REACH-rendelet 59. cikk (10) alapján listára jelölt anyagok

2. Aggályosnak tekinthető (concern) segédanyagok kizáró kategóriái

A 2. csoportba sorolt segédanyagokról azok értékelése és alkalmazása során bizonyosodik be, hogy felhasználásuk jelentős humán- és környezet-egészségügyi kockázattal jár (aggályosnak tekinthető segédanyagok), ezért nem javasolják felhasználásukat.

- Karcinogén, mutagén, vagy reprodukciót károsító 2. osztályba sorolt anyagok – C2, M2, R2 anyagok,
- célszervi toxicitást mutató anyagok egyszeri, vagy ismételt expozíció után – STOT SE 1,2, vagy STOT RE 1,2 jelölésű anyagok,
- ha a PBT-anyagként való besorolás során a PBT 3 kritériumból kettő teljesül (PB, PT vagy BT anyagok),
- amennyiben a segédanyagok a bőrre, vagy a légzőrendszerre érzékenyítő (szenzitizáló) hatásúak, és ezért a készítmények Skin sens 1A/1B, vagy Resp sens 1A/1B veszélyességi kategóriába soroltak,
- amennyiben a segédanyagok olyan aggodalomra okot adó szennyezőanyagot /adalékanyagot/összetevőt tartalmaznak, melynek hatásai túllépi a CLP-rendeletben meghatározott limitált koncentrációkat, amelyeket a készítmény veszélyességi besorolásán és címkén is fel kell tüntetni.

3. Egyéb potenciálisan elfogadhatatlan segédanyagok

A 3. csoportba olyan segédanyagok sorolhatók, melyekről a gyakorlati tapasztalatok alapján bebizonyosodik, hogy felhasználásuk

kockázatos, vagy olyan kémiai csoportnak a tagjai közé sorolhatók, melyeknek több tagja jelentős humán- és környezet-egészségügyi kockázattal rendelkezik, ezért potenciálisan az adott segédanyagot is elfogadhatatlannak minősítik addig, míg be nem bizonyosodik ártalmatlanságuk.

- Amennyiben a segédanyag humán toxicitása vagy ökotoxicitása nagyobb a hatóanyagénál, ami a készítmény toxikológiai besorolását tovább fokozza, így a készítmény értékelését a segédanyagok adataira kell alapozni,
- amennyiben bebizonyosodik, hogy a segédanyagokkal együtt a hatóanyag humán- vagy ökotoxicitása nő, a hatóanyag-segédanyag, illetve a segédanyagok közötti kölcsönhatások folytán,
- ha a segédanyagok felhasználói expozíciója túllépi a 2000/39/EK* irányelvben szereplő határértéket,
- amennyiben az adott segédanyag tagja egy olyan nevesített csoportnak vagy kategóriának, mely R. a III. mellékletében szerepel.

*A Bizottság 2000/39/EK irányelve (2000. június 8.) a munkájuk során vegyi anyagokkal kapcsolatos kockázatoknak kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről szóló 98/24/EK tanácsi irányelv végrehajtásával kapcsolatban a javasolt foglalkozási expozíciós határértékek első listájának létrehozásáról

Segédanyagok jelölése a Rendelet III. mellékletébe

Az EU-n belül bármely tagállam kezdeményezheti egy adott segédanyag felvételét a R. III. mellékletébe. Ehhez a segédanyagról be kell nyújtani egy szakmailag megalapozott összefoglaló tanulmányt. A jelölésre benyújtott adatok bizalmasnak minősülnek. Különös figyelmet kell fordítani azon anyagokra, melyeket még nem regisztráltak vagy nem jelöltek a REACH-rendeletbe, vagy nem hagytak biocidként jóvá.

A III. mellékletbe jelöléshez a következő adatokat kell benyújtani:

- a segédanyag beazonosítása (kémiai név, CAS szám, kereskedelmi név, keverékekben az összetétel, a javaslat szempontjából releváns szennyezők)
- a REACH-rendelet szerinti határozatokat a segédanyagra, vagy az azt tartalmazó anyagra (pl. SVHC, korlátozásra jelölt anyag)
- különböző besorolások áttekintése (harmozított EU-, vagy a CLP-rendeletnek megfelelően)
- a segédanyag rendeltetése
- az adott tagállamban aggodalomra okot adó növényvédő szer neve;
- a III. mellékletbe jelölés igazolása, beazonosítást alátámasztó adatok;
- annak figyelembe vétele, ha a segédanyag a III. mellékletben jelölt csoporthoz tartozik.

A jelölési javaslatot meg kell küldeni a Bizottságnak, az EFSA-nak és a többi tagállamnak, valamint az engedélytulajdonosoknak is. Célszerű jelölni, hogy a kizáró kritériumok szerinti 1., 2., vagy 3. csoportba jelölik-e. A jelölés hitelesítése után a kockázateértékelés (risk assessment) alapján döntenek a segédanyag sorsáról. Az értékelési folyamatban törekedni kell a kombinált toxikológiai és ökotoxikológiai hatások feltárására.

Az a törekvés, hogy a növényvédelemben használt készítmények minél kisebb kockázatot jelentenek az emberre és a környezetre, az uniós értékelési rendszer a növényvédő szerek értékelését egyre alaposabb – a szerekben előforduló minden összetevőre kiterjedő –, elemzésnek vetik alá. Az értékelés alapvetően hatóanyagokkal és a készítményekkel végzett vizsgálatokon alapul, de egyre nagyobb figyelem fordul a készítményekben lévő hatóanyagok közötti, a hatóanyagok és az egyéb összetevők közötti, valamint az egyes összetevők egymásra hatásának értékelésére. Az együttes hatások erősíthetik, de gyengíthetik is egy készítmény hatékonyságát.

A növényvédő szerek hatásmechanizmusának – ezen belül a készítményeket alkotó összetevők kölcsönhatásainak – ismerete egyre fontosabbá válik a kémiai növényvédelem kockázatának minimalizálása céljából, a környezet, a felhasználó és a fogyasztó érdekében egyaránt.

Érkezett: 2017. október 30.

RÖVID KÖZLEMÉNY

IDEGENHONOS KELTIKE (*PSEUDOFUMARIA*) FAJOK MEGJELENÉSE A BUDAI- HEGYSÉG DÉLKELETI RÉSZÉN

Solymosi Péter

MTA Agrártudományi Kutatóközpont,
2462 Martonvásár, Pf. 19.

2016-ban, Nagykovácsi és Budapest-Ady-
liget területén, két keltikefaj (*Pseudofumaria*
lutea és *P. alba*) megjelenését figyeltük meg,
kőfalakon. Közülük a *Pseudofumaria alba*
Magyarországra nézve új adventív faj!

Szubspontán előforduló xenofitonok a Budai-hegységben

Az idegenhonos növényfajok kutatása hosz-
szú múltra tekint vissza. Az elődök sorából
messze kiemelkedik Péntes Antal (1936–1937)
és Priszter Szaniszló (1997) munkássága.
A Budai-hegység „kedvenc vadászterületük”
volt. Nem véletlen, hogy e sorok írója is évti-
zedek óta kutatja a Budai-hegység adventív-
flóráját. 1992 és 2016 között a következő
xenofitonok megjelenését sikerült kimutatni.

Datura innoxia, *D. metel*; *Euphorbia*
lathyris (Solymosi 1992)

Salvia coccinea (Solymosi 2013)

Onopordum illyricum, *Scabiosa atropur-
purea* (Solymosi 2013)

Sedum ellacombianum, *S. rupestre* subsp.
glaucum (Solymosi 2014)

Pseudofumaria lutea (L.) Borkhausen

(Sárga keltike) (1. ábra)

Syn.: *Corydalis lutea* (L.) DC.

Jellemző jegyei megtalálhatók a Király-féle
(2009) növényhatározóban. Szubmediterrán



1. ábra. Sárga keltike

faj, melyet széles körben ültetnek Európában.
Gyakran elvadul.

Pseudofumaria alba (L.) Borkhausen

(Vajsárga keltike) (2. ábra)

Syn.: *Corydalis ochroleuca* Koch

A Füstikefélék (*Fumariaceae*) családjába
tartozik. 10–40 cm magas, elágazó gyöktörzsű
faj. Leveli 10–25 cm hosszúak, tojásdadok,
kétszeresen, háromszorosan összetettek, egyen-
lőtlenül csipkések vagy bevágottak. A levélkék
elliptikusak, többnyire ék alakúan elkeske-
nyedők. A levélnyel az alapja felé keskeny,



2. ábra. Vajsárga keltike
Fotók Solymosi Péter

szárnyas szegélyű. Virágzata csúcsállású fűt. A zigomorf virágok színe a fehértől a vajsárgáig változhat, csúcsuk sötétebb sárga. A két külső szíromlevelük közül a felső, ajakká alakult, hátrafelé és lefelé hajló sarkantyút visel. A csészelevelek fogasak 2–3 mm hosszúak. Balkáni faj, amely Európa hegyvidéki területein terjedt el. Árnyékkedvelő. Nyirkos sziklákon, kőfalakon, köves-kavicsos helyeken fordul elő (Godet 1991).

Megjegyzés:

Az olvasóban felvetődhet a kérdés, hogy a szóban forgó keltikefajok felbukkanása a Budai-hegység területén, nem hozható-e összefüggésbe Nagy Barnabás *passzív növényvédelmi* tevékenységével? Válaszunk határozott nem! Ezt a két dolgot (Solymosi 2016, Nagy 2017) erősíti meg.

IRODALOM

- Godet J.-D. (1991): Pflanzen Europas. Arboris Verlag, Hinterkappelen-Bern
- Király G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő
- Nagy B. (2017): Passzív növényvédelem: növény – áttelepítési kísérleteim Budapest körzetében. Növényvédelem, 78 (53) 3: 110–119.
- Pénzes A. (1936–1937): Budapest természetvilága. I. II. III. Budapest, 19–31; 165–173; 284–291.
- Priszter Sz. (1997): A magyar adventívflóra kutatása. Botanikai Közlemények, 84: 25–32.
- Solymosi P. (1992): Meghonosodott és újabban behurcolt jövevény (adventív) növények Magyarországon. Növényvédelem, XXVII (1): 9–20.
- Solymosi P. (2013): Skarlátsálya [*Salvia coccinea* (L.) Juss.] Solymáron. Növényvédelem, 49 (8): 381.
- Solymosi P. (2013): Idegen flóraelemek efemer elvadulási Budapest. Növényvédelem, 49 (9): 413–414.
- Solymosi P. (2014): Szubszontán terjedő adventív varjúháj (*Sedum*) fajok Budapest. Növényvédelem, 50 (7): 349–350.
- Solymosi P. (2016): Szépség-orientált florisztika – In honorem Nagy Barnabás. Növényvédelem, 77 (52) 8: 427–429

APPEARANCE OF *PSEUDOFUMARIA* SPECIES IN SOUTH-EASTERN PART OF BUDA-HILL

P. Solymosi

Agricultural Research Center of the Hungarian Academy of Sciences, 2462 Martonvásár, P. O. Box 19

We have found two xenophytes *Pseudofumaria* species (*P. lutea* and *P. alba*) in Buda-hill, in Nagykovácsi and Budapest-Adyliget settlements, on stone-wall, in 2016. One of two species of *Pseudofumaria alba* is a new adventive in Hungary.

A NÖVÉNYVÉDELMI KLUB

2018. április 9-én 14,30 órától várja az érdeklődőket a Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság (1118 Budapest, Budaörsi út 141–145.) előadótermében.

A klubdelutánon **DR. PINTÉR CSABA**
ny. egyetemi adjunktus

„MIKROSZKÓPPAL MÁS A VILÁG...”
(a természet- és mikrofotózás titkai)

címen tart előadást.

VÁRJUK A FIATAL ÉRDEKLŐDŐKET ÖSSZEJÖVETELEINKEN!

Dr. Tarjányi József és **Zsigó György**
a Klub elnöke a Klub titkára

TECHNOLÓGIA

A SÁRGARÉPA ÉS A PETREZSELYEM NÖVÉNY- VÉDELMI TECHNOLÓGIÁJA

Kerek Máté¹ és Hartmann Kata²

¹Monsanto Hungária Kft.,
1133 Budapest, Váci út 96–98.

²Kwizda Agro Hungary Kft.,
1138 Budapest Váci út 135–139.

Magyarországon a gyökérzöltségeket 5000 hektár felületen termesztik, ezek közül a legjelentősebb a sárgarépa vetés területe. Hazánkban nagy jelentősége van a gyökérzöltségeknek, mivel nemcsak friss piaci fogyasztásra termesztenek, hanem feldolgozásra is, többek között konzervipari, hűtőipari és fűszerek előállítására céljából.

A gyökérzöltségek termesztésénél a legfontosabb feladat a megfelelő gyomirtás, a kórokozók és kártevők elleni okszerű védekezés pedig egyszerűbben, néhány kezeléssel megoldható. A rossz minőségű termék előállításának második legfontosabb tényezője a helytelen termesztéstechnológia. Fontos odafigyelni az aprómorzás szerkezetű talajra, az őszi mélyszántásra, az egyenletes vetésre, valamint az öntözés technológiájára.

GYAKORI, JELENTŐS BETEGSÉGEK

A gyökérzöltségek kórokozói két nagy csoportra oszthatók: a termesztés során megbetegedést előidéző, valamint a tárolás során fellépő kórokozókra. A lombon megjelenő kórokozók jelentőségét befolyásolja a termesztett gyökérzöltség és a betakarítás módja. A betakarítás történhet nyűvő, vagy ásó rendszerű géppel. A nyűvő rendszerű betakarítógépek erős, kórokozóktól mentes, jó állapotban lévő lombot

igényelnek. A petrezselyemnél minden esetben kiemelten fontos tényező a lomb minősége is, hiszen ez is felhasználásra kerül.

VÍRUSOS BETEGSÉGEK

A sárgarépa és a petrezselyem tarkalevelősége

Carrot mottle virus

Sárgarépa vöröselevelősége

Carrot red leaf virus

A vírusok az *Apiaceae* családba tartozó növényeket fertőzik. A tünetek változatosak lehetnek. A tarkalevelőség vírusnál a leveleken a sárgászöld tarkázottság jelenhet meg, a levélnyel alapi része gyakran meggörbül, a növények vontatottan fejlődnek, súlyos esetben törpülnek. A vöröselevelőség vírus esetében a levelek csúcsán, majd később az egész levéllemezen vöröses elszíneződés jelenik meg. Fertőzési forrás a sárgarépa és a petrezselyem karógyökere, valamint az *Apiaceae* családba tartozó természet- és gyomnövények. A vírusokat a zöld sárgarépa levéltetű (*Cavariella aegopodii*) és a hamvas sárgarépa levéltetű (*Semiaphis dauci*) terjesztheti.

Védekezés:

- a vektorok gyérítése,
- a tüneteket mutató tövek eltávolítása.

BAKTÉRIUMOS BETEGSÉGEK

Ervíniás lágyrothadás

Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey, Harrison, Breed, Hammer and Huntoon

A betegség tárolás során léphet fel. A baktérium nyálkás, kellemetlen szagú rothadást okoz (1. ábra). Gyakori, hogy a karógyökérben a rothadás eleinte csak a fatestben látható. A kórokozó a termőhelyről a gyökerek felszínén kerül a tárolóba. Magasabb hőmérsékletű légtérben kártétele jelentőssé válhat, főleg ha a répatest felülete vizes. Alacsony hőmérsék-

leten a kórokozó csak sebeken keresztül képes fertőzni, azonban magasabb hőmérsékleten sérülés sem szükséges a bejutáshoz. Megelőzőképpen a répatestek betárolásánál alapvető szempont, hogy a felületük ne legyen nedves, és a karógyökerek sérülésektől mentesek legyenek. Tárolás során a megfelelő körülmények betartásával megelőzhető a probléma.



1. ábra. *Erwinia carotovora* okozta rothadás a tárolás során. Fotó: Kerek Máté

Védekezés:

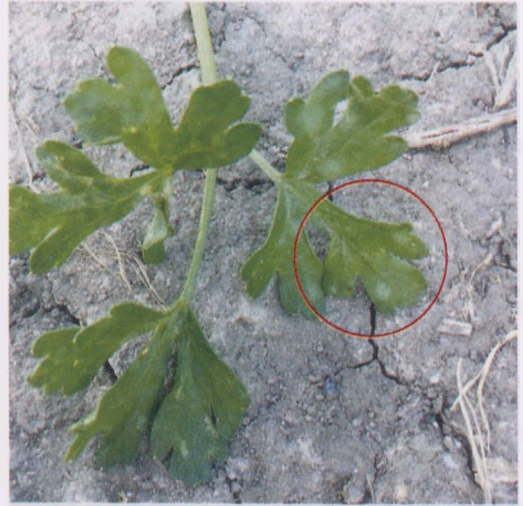
- kíméletes betakarítás
- alacsony hőmérsékletű tárolás
- szellőztetés

GOMBÁS BETEGSÉGEK

Sárgarépa és petrezselyem lisztharmat

Erysiphe heraclei DC.

A betegség főleg száraz nyarakon és ősszel válhat jelentőssé. A tünetek megjelenhetnek a levélen, levélnyélen, esetleg a magszáron is. Kezdetben foltszerűen (2. ábra), majd az egész felületet beboríthatja a szürkésfehér epifita micélium, amelyen később megjelennek a konídiumláncok. A tenyészidőszak végére pedig az ivaros képletek, apró, fekete kazmotéciumok képződnek a micéliumba ágyazva, amelyek a következő vegetációban a fertőzési források lesznek. Erős fertőzés következtében a teljes lomb elszáradhat, amely a gyenge gyökérképződés eredményeképpen, kedvezőtlenül befolyásolja a termés mennyiségét, továbbá a lombszáradás miatt a nyűvő rendszerű betakarítást lehetetlenné válhat.



2. ábra. *Erysiphe heraclei* kezdeti tünete petrezselyemen. Fotó: Kerek Máté

Védekezés:

- *agrotechnikai*: 4 éves vetésforgó betartása, a fertőzött növénymaradványok megsemmisítése (házi kertben),
- *kémiai*: száraz nyarakon és ősszel az első tünetek megjelenésekor kell védekezni, csapadékos időjárás esetén védekezés nem szükséges.

A sárgarépa és a petrezselyem szklerotíniás betegsége

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary

A *Sclerotinia sclerotiorum* nagyon sok gazdanövényvel rendelkező, polifág kórokozó. A sárgarépa különösen fogékony a tenyészidőszak végén és a tárolás során. A kórokozó jelen lehet a talajban és a tárolókban is. A tünetek a répatesten mutatkoznak meg, melyeken kezdetben vizenyős, gyorsan növekvő foltok alakulnak ki. Felületükön megjelenik a fehér, vattaszerű micélium bevonat, amelybe a nagy, fekete szkleróciumok ágyazódnak (3. ábra). Ezek a kitaróképletek nagyon ellenállóak, a talajban több évig életképesek maradnak. A kórokozó szabadföldön sérüléseken, sebeken át jut be a növénybe, majd a tárolóba kerülve, könnyen, sebzés nélkül is átfertőzheti a többi karógyökereket.



3. ábra. Nagy méretű szklerócium egy károsított petrezselyem gyökerén, melyekből csak a rostok maradtak. Fotó: Hartmann Kata

Védekezés:

- *agrotechnikai*: a gyökérszőldség a vetésforgó olyan szakaszába kerüljön, ahol az elővetemény egyszikű volt; kerülni kell a nitrogén túlsúlyos tápanyag utánpótlást,
- *tárolás* során az Ervíniás lágyrothadásnál említett irányelvek érvényesek,
- *biológiai*: *Coniothyrium minitans* hiperparazita gombát tartalmazó biopreparátummal a gomba kitaróképletei elpusztíthatók, a kezelést eredményességét befolyásolja a talaj hőmérséklete és vízkapacitása.

A sárgarépa és a petrezselyem botrítiszis betegsége

Botrytis cinerea Pers.

A kórokozó igen széles gazdanövénykörrel rendelkezik. A megbetegedés a tárolás során okozhat jelentős veszteséget. A tünetek a karógyökereken jelennek meg, fakó, vizenyős, rothadó foltokként. Később – alacsony hőmérsékleten – a foltok felületén fehér micélium bevonat jelenik meg, mely kezdetben pókhálós, később nemezes jellegű. Ebbe ágyazódva ala-

kulnak ki a gomba apró, feketés kitaróképletei, a szkleróciumok. Ezek egybeolvadhatnak és kemény kérget alkothatnak, végül a gyökér összezsugorodik, elfásodik. Fertőzési forrás a növénymaradványok, melyeken a gomba szaprofitaként hosszú ideig életképes maradhat. A tárolóba a fertőzött gyökerek, valamint a gyökereken maradt talajrészecskék által kerül be. A nem megfelelő betárolás elősegítheti a kórokozó fertőzését.

Védekezés:

- *agrotechnikai*: megegyezik a szklerotíniás betegségeknel javasoltakkal,
- *biológiai*: *Trichoderma asperellum* gomba felhasználásával.

A petrezselyem septóriás levélfoltossága *Septoria petroselini* Desm.

A petrezselyem leggyakoribb foltbetegsége, súlyos lombvesztést okozhat. A leveleken 2–3 mm nagyságú, barna szegélyű foltok találhatóak, melyek közepe kivilágosodik és benne apró, fekete piknidiumok figyelhetők meg. A súlyosan fertőzött levelek elsárgulnak, elszáradnak. A fertőzési források a növénymaradványok és a vetőmag.

Védekezés:

- *agrotechnikai*: növénymaradványok megsemmisítése és a vetésforgó betartása,
- *kémiai*: lombkezelés kontakt és felszívódó készítményekkel; vetőmagok csávázása.

A sárgarépa alternáriás levélfoltossága *Alternaria porri* f. sp. *dauci* Neerg.

A sárgarépa egyik leggyakoribb és legfontosabb leveleket fertőző kórokozója. A fertőzés következtében, nyár végére súlyos lombvesztés alakulhat ki, melynek során a gyökérméret és –tömeg egyaránt jelentősen csökkenhet. Ritkán akár már a csiranövényt is fertőzheti. A tünetek a levélen jelentkeznek, levélfoltok formájában. Kezdetben a foltok aprók, kerek, sárgásbarna színűek, később nagyobbodnak és sok esetben összeolvadnak (4. ábra). Nedves körülmények

között képződik konídiumtartó gyepek alakul ki a foltok felületén. A foltok a levélnyélen is megjelenhetnek, ahol inkább ovális alakúak. Az *Alternaria* fajok gyakran a szenteszcens növényi részeket kedvelik, így általában az idősebb levelek fertőzöttebbek, a belső, zsege levelek pedig egészségesek. Fertőzési forrás a fertőzött növényi maradványok és a vetőmag felületén jelen lévő konídiumok.



4. ábra. A sárgarépa alternáriás levélfoltosságának tünete. Fotó: Kerek Máté

Védekezés:

- *agrotechnikai*: növénymaradványok megsemmisítése, mélyszántás és a vetésforgó betartása,
- *kémiai*: magcsávázás valamint lombpermetezés július végétől.

A sárgarépa alternáriás (sztemfiliumos) betegsége

Alternaria radicina Meier, Drechsler & E.D. Eddy (syn.: *Stemphylium radicinum* (Meier, Drechsler & E.D. Eddy) Neerg.)

A sárgarépa egyik legjelentősebb kórokozója. Az értékesítésre szánt répatesteken megjelenő fekete foltok minőségromlást (5. ábra), a tárolóban bekövetkező rothadás hatalmas veszteséget idézhet elő, a magszár hervadása pedig a maghozam csökkenését eredményezi. A fertőzési forrás lehet a vetőmag (külső és belső fertőzés), az elpusztult növényrészek, valamint a talaj. Tünetek már a csíranövényeken is megjelenhetnek, ahol a gyökérnyaki rész befűződik,

a növények kidőlnek. A leveleken apró, kerek, sötétbarna, a levélnyeleken pedig hosszúkás, megnyúlt foltok alakulnak ki. A levelekről mosódhat a kórokozó eső-, vagy öntözővízzel a gyökérre. A karógyökereken általában három helyen jelenhetnek meg a tünetek: a feji részen, a karógyökér oldalán és a karógyökér végén. A gyökértest oldalán kerek, nagyméretű, besüpedő, fekete foltok alakulnak ki, ezt nevezzük feketefoltosságnak. A kórokozó fertőzéséhez sebzés nem feltétlenül szükséges.



5. ábra. A sztemfiliumos betegeség megjelenése sárgarépán. Fotó: Kerek Máté

Védekezés:

- *agrotechnikai*: növénymaradványok megsemmisítése; a vetésforgó betartása; a mélyfekvésű, hideg, kötött talajok kerülése; a magtermesztés során, kiültetés előtt a tüneteket mutató répatestek kiválogatása
- *kémiai*: magcsávázás, valamint 8–10 cm-es lombmagyságtól fungicides védekezés,

A sárgarépa és a petrezselyem rizoktóniás betegsége

Rhizoctonia carotae Rader (legitim név: *Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich)
Rhizoctonia solani J.G. Kühn. (legitim név: *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk.)
Rhizoctonia crocorum (Pers.) DC. (legitim név: *Tuberculina persicina* (Ditmar) Sacc.)

A sárgarépát három *Rhizoctonia* faj fertőzheti, melyek különböző elváltozásokat okozhatnak a répatesten. A tünetek megjelenhetnek

a karógyökerek felületén lilásbarna micélium formájában, a répatesten elszórtan sötét álszkleróciumok képződhetnek, valamint kráterszerűen besüppedő ráncos foltok is kialakulhatnak. A kórokozók a talajból fertőznek. A tünetek a betárolás után is megjelenhetnek, de ez ritkábban fordul elő.

Védekezés:

– *agrotechnikai*: a vetésforgóban előnyös a kalászos elővetemény (burgonya, lóhere, lucerna, takarmányrépa kedvezőtlen); a kórokozók kártételét növelik a mély fekvésű, hideg, kötött talajok; bakhátas termesztés mellett kisebb mértékű a kártétel.

RITKÁN FELLÉPŐ, KISEBB JELENTŐSÉGŰ BETEGSÉGEK

A gyökérszöldségeket két fitoplazma faj is fertőzheti: a sárgarépa sárgalevelűségét előidéző *Candidatus Phytoplasma asteris* és a *Candidatus Liberibacter solanacearum*. A hazánkban is előforduló sárgalevelűségre jellemző, hogy a középső, fiatalabb levelek sárgulnak, majd a tő elsöprűsödik. A répatest gyakran meggörbül, fejletlen marad, rajta oldalgyökerek fejlődnek. A kórokozó terjedésében vektorai, a kabócák és a *Cuscuta* fajok, játszanak szerepet. A *Candidatus liberibacter solanacearum* hazánkban még nem jelent meg, azonban az utóbbi években egyre gyakoribb és súlyosabb megbetegedéseket okoz Észak-Európában. A beteg növényeken levélsodródást, sárgás-lilás elszíneződést és a gyökerek, hajtások elmaradt fejlődését figyelhetjük meg. A kórokozót a *Trioza apicalis* levélbolha faj terjeszti.

A sárgarépan ritkán előfordul a xantomásos betegség (kórokozója: *Xanthomonas hortorum* pv. *carotae*), amely Magyarországon 1955 óta szórványosan észlelhető. A fertőzés hatására tünetek jelenhetnek meg a levélen, a levélnyélen, a magszáron és a virágzaton. A karógyökéren eddig csak az USA-ban figyeltek meg tüneteket. A foltok aprók, vizenyősek, később összefolynak és beszáradnak. A nekrotizálódó léziók barna színűek és sárga

szegéllyel rendelkeznek. Magas páratartalom mellett fénylő, sárga baktériumnyálka boríthatja őket.

A sárgarépa peronoszpóra (*Plasmopara nivea* (Unger) J. Schröt.) szórványosan fordul elő, inkább azokon a területeken, amelyek csapadéokban gazdagabb vidékek. A tünetek a levél színén jelennek meg, erek által határolt, szögletes, sárgászöld foltok formájában. A foltokon megjelenhet a fehér sporangiumtartó gyp.

A karógyökereket ritkán károsítják *Phyrium* fajok, a *Thielaviopsis basicola* (6. ábra) és a *Streptomyces scabies* fajok is.



6. ábra. *Thielaviopsis basicola* kezdetleges kórtünete tárolás után. Fotó: Kerek Máté

A sárgarépan az alternáriás levelfoltosság mellett kisebb jelentőséggel bíró, levelfoltosságot okozó gomba a *Cercospora carotae* (Pass.) Kazn. & Siemaszko. Az alternáriával szemben a gomba a gyorsan növekvő, fiatal növényeket támadja meg. A tünetei hasonlítanak az alternáriás levelfoltosságéra: a foltok barna színűek, kerek vagy oválisak, gyakran sárga udvarral rendelkeznek. Súlyos fertőzés esetén akár teljes levélpusztulást is okozhat.

A petrezselyem leveleit a szeptóriás betegség mellett a *Fusoidiella depressa* (Berk. & Broome) Videira & Crous (régi neve: *Fusicladium depressum* (Berk. et Br.) Sacc.) is fertőzheti. A gomba a leveleken apró kerek foltokat okoz, melyekben gyér konídiumtartó gyepp figyelhető meg.

A sárgaréparozsda (*Uromyces lineolatus* (Desm.) J. Schröt.) általában az Alföldön jelentkezik, főleg ott, ahol a terület szikes és vizenyős, és másik gazdanövénye a sziki káka (*Bolboschenus maritimus*) is jelen van. Kisebb jelentőségű betegség, amely a levélen, levélnyélen, a magszáron és a virágzaton okoz elváltozásokat, megvastagodott foltok formájában.

KÁRTEVŐ ÁLLATOK

Polifág, talajlakó kártevők

Cserebogarak lárvái (*Melolonthinae*)

Pattanóbogarak lárvái (*Elateridae*)

Vetési bagolylepke (*Agrotis segetum* (Denis et Schiffermüller))

A gyökérzöldség termesztésben a legnagyobb probléma a talajban lévő terrikol kártevők jelenléte. A többi kártevő faj általi károsítás szinte elenyésző hozzájuk képest. A pajorok a répatest felületén különböző méretű, szabálytalan alakú mélyedéseket ráganak (7. ábra). A különbség a pattanóbogarak lárvái esetében a rágások méretében van, ugyanis ezek csak



7. ábra. Feltételezhetően pajor által okozott kártétel sárgarépa gyökerén. Fotó: Kerek Máté

2–3 mm átmérőjű mélyedéseket képesek rágni. A vetési bagolylepke lárvája viszont nem csak a répatesten táplálkozik, hanem a fiatal lárva a leveleken hámozgat. Az idősebb lárva a talajban a fiatal növények teljes pusztulását okozhatja. A károsítás mind a minőségi, mind a mennyiségi paramétereket negatívan befolyásolja, valamint a tárolhatóságot rontja.



8. ábra. A cserebogarak lárvája a pajor
Fotó: Hartmann Kata

A cserebogarak lárvái (8. ábra) több évig fejlődnek a talajban és az egész ország területén előfordulnak. Leggyakrabban a májusi cserebogár (*Melolontha melolontha* (Linnaeus)) és az erdei cserebogár (*Melolontha hippocastani* Fabricius) fordul elő. A védekezést nehezíti, hogy a tél előtt a lárvák mélyebb talajrétegekbe húzódnak.

A pattanóbogarak lárvái (9. ábra), a drótférgek elsősorban a kötött talajokon fordulnak elő.

A vetési bagolylepke lárvája (10. ábra), a mocsospajor, amely általánosan elterjedt Magyarországon. Két nemzedéke van, a második nemzedéke július-augusztusban rajzik és a kifejlett lárvák telelnek. A fiatal lárvák még nem fénykerülők, az idősebbek viszont a talajba húzódnak.



9. ábra. A pattanóbogarak lárvája a drótféreg
Fotó: Hartmann Kata



10. ábra. A vetési bagolylepke (*Scotia segetum*)
lárvája. Fotó: Hartmann Kata

Védekezés:

- *agrotechnikai*: vetésforgó betartása, kalászos elővetemény, térfogati kvadrát módszer alkalmazása, fertőzött területek kerülése,
- *kémiai*: talajfertőtlenítés, a vetési bagolylepke esetében a még nem fénykerülő lárvák elleni inszekticides permetezés.

Szabadföldi gubacs-fonálféreg (*Meloidogyne hapla* Chitwood)

Több mint 600 tápnövénye ismert és a gyorsan felmelegedő talajokon a leggyakoribb. A gyökérszomszédok gyökerein gombostüfejni

gubacsok jelennek meg, valamint oldalgyöke-
rek erőteljes képződése tapasztalható (11. ábra).
Ez azért probléma, mert a gubacsok gátolják a
víz- és tápanyagszállítást. Így a növények gyen-
gén növekednek és mennyiségi kár is jelentke-
zik a minőségromlás mellett. Évente két-három
nemzedéke van, a gyökérmaradványokban lévő
tojások telelnek át, így a fertőzés mindig a talaj-
ból indul. Az inváziós lárvá behatol a növény
gyökérébe, a helyét nem változtatva, innen
kezdi meg a károsítást.



11. ábra. A *Meloidogyne hapla* gyenge kártétele
Fotó: Kerek Máté

Védekezés:

- *agrotechnikai*: vetésforgó betartása, kalás-
szos elővetemény
- *kémiai*: talajfertőtlenítés
- *biológiai*: *Arthrobothrys oligospora* hiper-
parazita gomba alkalmazása

Zöld sárgarépa-levéltetű (*Cavariella* *aegopodii* (Scopoli))

A károsítást a fűz fajokon indítják tavasz-
szal, majd a nyár elejétől áttérnek a sárgaré-
pára és itt kezdik meg a szívogatást. Évente
több nemzedéke van és a tojás telel. A káro-
sítás hatására a levelek besodródznak és csava-

rodnak. A leveleken megjelenhet a mézharmat. Kártétele nyomán a répatest kisebb lesz. Nem jelentős kártevő, azonban a vírusvektor tevékenysége miatt fontos odafigyelni rá. Inszekticides védekezés csak tömeges elszaporodás esetén indokolt.

Petrezselyem-levéltetű (*Dysaphis apiifolia* subsp. *petroselini* (Börner))

A károsítása megegyezik a zöld sárgarépa-levéltetűével. A petrezselyem-levéltetű szintén gazdacserés faj, kezdetben a galagonyán károsít, majd nyár elején tér át a petrezselyemre. Szórványos előfordulása miatt jelentéktelen kártevő.

Sárgarépa-gyökértetű (*Pemphigus phenax* Börner et Blunck)

A faj több nemzedékű, gazdacserés. Tavaszszal a nyárfákon levélgubacsot okoz, majd júniustól repül a sárgaréparra. A homoktalajú területeken fordulhat elő, de kevésbé jelentős a kártétele. A főgyökér és a hajszálgyökér felületén fehéres, viaszos állatok szívogatnak. A kártétel mértéke eddig nem indokolt rovarölő szerez védekezést.

Sárgarépa-fúrómoly (*Aethes williana* (Brahm))

A gyökérszöldségek közül csak a sárgarépát károsítja, de jelentősége inkább házi kertekben van és a védekezés sem indokolt ellene. Az imágó a szívlevelekhez helyezi a tojásait, majd a lárva függőleges járatokat fúr a répatest közepében. Évente két nemzedéke fejlődik és a kifejlett lárva telet a répatestben vagy a talajban. Vetésforgóval a kártétele megelőzhető.

Sávornyakú cincér (*Phytoecia ictERICA* (Schaller))

Főleg a sárgarépát, pasztinákat és a petrezselymet károsítja. Kártétele során az imágó a tojást a gyökérnyakhoz rakja, innen a kikelő

lárva függőlegesen haladva kioldvasítja a répatest belsejét. Évente egy nemzedéke fejlődik és az imágó telet a károsított növényben. Kártételekre nem kell számítani a vetésforgó betartásával.

Sárgarépalégy (*Chamaepsila rosae* (Fabricius))

A kártevő a nyirkos, mélyfekvésű területeken fordul elő. Az imágó a tojásait a talajra vagy a gyökérnyakra rakja, itt a fiatal lárvák először a hajszálgyökereken, majd a répatest külső részén aknáznak. Később járatokat ráganak és ürülékükkel töltik ki. A kártétel hatására a levélzet lilára, sárgára színeződhet. Jelentős kártevő, két-három nemzedéke van évente és a báb telet a talajban. A nemzedékek rajzása májustól augusztusig tart.

Védekezés:

- *agrotechnikai*: vetésforgó betartása, nyirkos, mélyfekvésű területek kerülése, korai vetés,
- *kémiai*: talajfertőtlenítés.

Közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae* Koch)

Alkalmi kártevő, amely a tenyészidőszak második felében jelenhet meg a petrezselymen. Kémiai védekezés nem szükséges.

Egyéb kártevő állatok

A gyökérszöldség termesztésben nem csak a rovarok, de a nagyobb testű állatok is képesek súlyos károkat okozni. A mezei pocok (*Microtus arvalis* (Pallas)) minden évben megjelenik a tenyészidőszak második felében és a gyökér megrágásával jelentős kiesést okozhat. Főleg akkor számottevő az egyedszáma, ha a terület szomszédságában nem művelt terület található. Kárt okozhat még a mezei nyúl (*Lepus europaeus* Pallas) a répafejek rágásával és a vaddisznó (*Sus scrofa* Linnaeus) a répatestek kitérésével.

GYOMIRTÁS

A legfontosabb tényező a termesztés során a gyomirtás. A gyökérzöltségek esetén a gyomnövényzetre a tavaszi egyévesek, nyárutói egyévesek és az élelő gyomfajok előfordulása jellemző. A terület kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy ne legyen fertőzött élelő gyomnövényekkel. A sárgarépa és a petrezselyem a tenyészidőszak során nem minden fenológiai stádiumban árnyékol megfelelően. Ilyen a vetés utáni és kelés előtti időszak.

Gyomirtás során lehetőség van mechanikai és kémiai védekezésre. A sárgarépa ipari termesztéstechnológiájának terjedésével a kézi munkaerőt igénylő mechanikai gyomirtás egyre jobban háttérbe szorul. Csak a sorközművelő gépek alkalmazása jellemző.

A kémiai gyomirtásra lehetőség van a vetés után azonnal (preemergens) pendimetalin hatóanyaggal a magról kelő egy- és kétszikű és fluorkloridon hatóanyaggal a magról kelő kétszikűek gyomok irtására, valamint állománykezelésre is (posztemergens) linuron hatóanyaggal a magról kelő egy- és kétszikűek és a kletodim hatóanyaggal a magról kelő és élelő egyszikűek ellen, mert a gyökérzöltségek kevésbé érzékenyek a herbicidekre. A pre és a posztemergens gyomirtás során sikeresen eltávolíthatjuk a magról kelő egy- és kétszikű gyomfajokat is. Pl.: Néhány jelentősebb T1-es fajt: *Stellaria media* – tyúkhúr, *Capsella bursa pastoris* – pásztortáska, *Veronica* spp. – veronika fajok, *Lamium* spp. – árvacsalán fajok.

Néhány jelentősebb T2-es fajt: *Papaver rhoeas* – pipacs, *Galium aparine* – ragadós galaj, *Descurainia sophia* – sebforrasztó zombor, *Bromus* spp. – rozsokfajok, T4-es fajt: *Amaranthus* spp. – disznóparéjfajok, *Chenopodium* spp. – libatopfajok, *Ambrosia artemisiifolia* – parlagfű, *Abutilon theophrasti* – selyemmályva, *Datura stramonium* – csattanó maszlag, *Xanthium* spp. – szerbtövisfajok, *Echinochloa crus-galli* – közönséges kakaslábfű, *Setaria* spp. – muharfajok, *Digitaria sanguinalis* – pirók ujjasmuhar.

Néhány jelentősebb tarackosfajt: *Elymus repens* – tarackbúza, *Cynodon dactylon* –

csillagpázsit és néhány jelentősebb G3-as fajt: *Convolvulus arvensis* – apró szulák, *Cirsium arvense* – mezei aszat.

ABIOTIKUS TÉNYEZŐK

A sárgarépa termesztése során a legtöbb minőségi probléma a nem megfelelő termesztéstechnológiából adódik. A jó termést már ősszel meg kell alapozni egy őszi mélyszántással, mert ha ez nem történik meg, a répatestek rövidek lesznek, sokfelé ágaznak (12. ábra), vagy akár ki is bújhatnak a talajból, ilyenkor a répafej zöldül, vörösödik (13. ábra). Fontos a jó szerkezetű magágy és a jó szerkezetű kevésbé kötött talaj is szintén a deformációk elkerülése érdekében (14. ábra). A helyes táv alkalmazása a vetés során fontos tényező, hogy elkerüljük az összeforrt és görbe répatesteket (15. ábra). A kiváló minőség eléréséhez a termelők figyelme a vegetációs időszak során sem lankadhat, ugyanis a helyes öntözési technológia megválasztásával elkerülhető a repedt répatestek megjelenése (16. ábra). Azonban egy nagyobb csapadék így is okozhat hasonló tüneteket a helyes technológia mellett is.



12. ábra. Lerövidült petrezselyem karógyökér a nem megfelelő mélységű őszi szántás következtében. Fotó: Hartmann Kata



13. ábra. Zöldülő répafej a nem megfelelő mélységű őszi szántás következtében. Fotó: Hartmann Kata



15. ábra. Deformálódott répatestek a sűrű vetés eredményeképpen. Fotó: Kerek Máté



14. ábra. Elágazódott répatestek a nem megfelelő szerkezetű talaj következtében. Fotó: Hartmann Kata



16. ábra. Repedt répatest a hirtelen adagolt nagymennyiségű öntözés hatására. Fotó: Hartmann Kata

A SÁRGARÉPA ÉS A PETREZSELYEMNÖVÉNYVÉDELMI TECHNOLÓGIÁJA

A gyökérszörségek növényvédelme más kultúrákkal ellentétben pár jól irányzott kezeléssel megoldható. A leggyakoribb technológia esetén akár 4–5 kezelés is elegendő lehet. Az első kezelésre az elővetemény lekerülése során kerül sor, ahol a talajfertőtlenítő szereket juttatjuk ki. Ezt a gyakorlatban a termelők nem minden évben teszik meg, helyes vetésforgó alkalmazásával igyekeznek megelőzni a problémát. A második kezelés a vetés után azonnal elvégzett preemergens gyomirtás az egy- és kétszikű gyomok ellen. A termesztett kultúra 4–6 leveles korában végezhetünk posztemergens gyomirtást, ha ez indokolt. Ezt követi a kórokozók elleni védelem a tenyészidőszak közepén. A kezelések száma az időjárástól függ, átlagos években egy maximum két kezelésre van szükség, de adott esetben előfordulhat, hogy nincs szükség fungicides kezelésre sem. A kártevő állatok ellen csak indokolt esetben védekezhetünk, amely átlagos években nagyon ritkán fordul elő, de ha szükségessé válik, ezt kombinálva megtehetjük a fungicides kezelésekkel egy menetben. A védekezés a betakarítás után sem áll meg, fontos, hogy a gyökérszörségeket megfelelő módon, megfelelő helyen és megfelelő körülmények között tároljuk, hogy elkerüljük a tárolás során fellépő betegségeket. Ehhez olyan termést szabad csak betárolni, amely sérülésektől mentes, egészséges, száraz és mosatlan. A tárolási körülményeknél oda kell figyelni arra, hogy a tároló alacsony hőmérsékletű (0–10 Celsius fok közötti) és jól szellőztethető legyen. Így a tárolás akár kora tavaszig is kivitelezhető, a legfontosabb tárolási

betegségektől (*Erwinia carotovora*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Stemphylium radicinum* és *Rhizoctonia* sp.) mentesen.

AJÁNLOTT IRODALOM

- Barnóczki A., Csontos Gy., Deme P., Fehér B., Glits M., Gólya E., Gyúros J., Hájos M., Hodossi S., Hráskó Istvánné, Inczédy P., Kapitány J., Kovács A., Nagy Gyözőné, Nagy J., Némethy Zoltánné, Ombódi A., Péntes B., Slezák K., Terbe I., Tóthné Taskovics Zs. és Zatykó F. (2010): Zöldségtermesztés szabadföldön. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Bozsik A., Bujáki G., Bürgés Gy., Czencz K., Deli J., Glits M., Folk Gy., Hunyadi K., Ipsits Cs., Járfás J., Kadlicskó S., Kiss J., Koppányi M., Kozma E., Kövics Gy., Kuroli G., Lánszki I., Petrányi I., Petróczi I., Pécsi S., Péntes B., Pintér Cs., Radócz L., Reisinger P., Sáringer Gy., Szabolcs J., Szalay-Marzsó L., Takács A., Tomcsányi E., Tóth A., Tóth I. és Virányi F. (1997): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Farrar, J. J., Pryor, B. M. and Davis, R. M. (2004): *Alternaria* diseases of carrot. *Plant Disease*, 88: 776–784.
- Glits M. és Folk Gy. (2000): Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Gugino, B. K., Abawi, G. S. and Ludwig, J. W. (2006): Damage and management of *Meloidogyne hapla* using oxamyl on carrot in New York. *J. Nematol.*, 38: 483–490.
- Kádár A. (2016): Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Koike, S. T., Gladders, P. and Paulus, A. O. (2007): *Vegetable Diseases: A Color Handbook*. Academic Press, Burlington – San Diego
- Munyanza, J. E., Sengoda, V. G., Stegmark, R., Arvidsson, A. K., Anderbrant, O., Yuvaraj, J. K., Rämert, B. and Nissinen, A. (2012): First report of „*Candidatus Liberibacter solanacearum*” associated with psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease*, 96: 453.
- Online: NÉBIH növényvédő szerek adatbázisa. Utolsó lekerdezés: 2017. 12. 28.

A sárgarépa és a petrezselyem védelme (2017. 12. 31.)

Sor-szám	Időszak	Növény fenológiája	Károsítók	Integrált természetben	Hagyományos természetben	Megjegyzés (nem kémiai eljárások, egyéb információk)
				használható készítmények		
1.	ősz	elővetemény lekerülése után talajkezelés-	általános talajfertőtlenítés (talajlakó kártevők, fonálférges, talajból fertőző kórokozók)	Basamid G (III) 50–60 g/m ²		hajtatott természetben
				Nemasol 510 (I) 36 ml/m ²		
			talajlakó kártevők	Force 1,5 G (III) 7–10 kg/ha, Force 10 CS (II) 1 l/ha, Bomber (III) 7–10 kg/ha		petrezselyemben csak gyökér célú természet esetén
			talajlakó kártevők	Belem 0,8 MG (III) 12 kg/ha		
			fonálférges	Artis 1,5 kg/ha (kémiai szerekekkel együtt nem használható)		termésnövelő anyag, sekélyen bedolgozni, 1–3 hónap után beöntözéssel ismételtető
				Vydate 10 G (I) 20–25 kg/ha		
		szkerotíniás tőpusztulás	Contans WG (III) 2–4 kg/ha (kémiai szerekekkel együtt nem használható)			
		talajból fertőző kórokozók	Trifender WP 1–2 kg/ha, Trifender Cell 4–6 kg/ha (kémiai szerekekkel együtt nem használható)		termésnövelő anyagok, sekélyen bedolgozni, 1–3 hónap után beöntözéssel ismételtető	
		mag	talajból fertőző kórokozók	Royalflo (I) 5 ml/kg, Maxim 480 (I) 1 ml/kg	csávázás	
				Polyversum (III) 2 g/kg (kémiai szerekekkel együtt nem használható)		
Apron XL 350 FS (I) 0,5–2 ml/kg	csávázás, csak metélőpetrezselyemben					
2.	márc.	vetés után	magról kelő egy- és kétszikű gyomok	Pendigan 330 EC (III) 4–5 l/ha		
			magról kelő kétszikű gyomok	Racer (I) 2 l/ha		
			magról kelő egy- és kétszikű gyomok	Stomp Aqua (III) 3,5 l/ha, Stomp Super (III) 4–5 l/ha		
3.	ápr.–máj.	kelés után (4–6 levél)	egyszikű gyomok	Select Super (III) 1,4–1,6 l/ha		csak sárgarépában
4.	július vége	gyökérvastagodás	lisztharmat	♦ kéntartalmú szerek		
			levélfoltosságok, lisztharmat	Rézmax 650 SC (III) 4–5 l/ha		a kezelések a baktériumos fertőzések ellen is hatásosak
			alternária és tárolási betegségek	Rovral Aquaflow (I) 1 l/ha		
			levélfoltosságok, lisztharmat	Folicur Solo (II) 0,75–1 l/ha		csak petrezselyemben
			lisztharmat, fehérpenész és alternária	Signum WG (II, III) 0,75–1 kg/ha		csak metélőpetrezselyemben
			lisztharmat, peronoszpóra, fehér- és szürkepenész, foltbetegségek	Amistar Top (II) 0,6–1 l/ha, Amistar (III) 1 l/ha		

A táblázat folytatása

Sor-szám	Időszak	Növény fenológiája	Károsítók	Integrált természetben	Hagyományos természetben	Megjegyzés (nem kémiai eljárások, egyéb információk)
				használható készítmények		
4.	július vége	gyökérvastagodás	lisztharmat, alternária, szürke- és fehérpenész	Switch 62,5 WG (III) 06 kg/ha		csak metélő-petrezselyemben
			levéltetvek	Calypso 480 SC (II) 0,25 l/ha		
				Sherpa 100 EC (II, III) 0,25 l/ha, Sherpa 100 EW (II) 0,25 l/ha		
				Cyberkill Max (II) 50 ml/ha		max. 2 kezelés évente
			kártévő hernyók, levéltetvek	Decis (III) 0,2–0,25 l/ha, Decis Mega (II) 0,2–0,25 l/ha, Cythrin Garden (III) 2,5 l/ha		petrezselyemben csak gyökér célú természetés esetén
atkák, aknázólegyek és tripszek	Vertimec Pro (II) 0,5-0,75 l/ha		csak metélő-petrezselyemben			
5.	augusztus	gyökérvastagodás	szükség szerint a július végi kezelésekhez javasolt készítményekkel			

♦ Kéntartalmú szerek: Cosavet DF (III) 3–5 kg/ha, Eurokén 2000 80 WG (III) 3–5 kg/ha, Microthiol Special (III) 5–7,5 kg/ha (csak petrezselyemben), Thiovit Jet (III) 3–5 kg/ha

NÖVÉNYVÉDELEM FOLYÓIRAT MEGRENDELÉS

Megrendelés hosszabbítása 2018. évre

Előfizetési díj a 2018. évre: 8000 Ft/év. Példányonkénti ár: 800 Ft

Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi Társaság tagjainak: 7500 Ft/év

Diákoknak kedvezményesen 5800 Ft/év!

Megrendelem a Növényvédelem folyóiratot példányban.

Kamara tag vagyok , regisztrációs számom: MNT tag vagyok

Diák vagyok , diákigazolvány számom:

Az előfizetési díjat a Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány

K&H 10400054-00502306-00000000 számlájára **legkésőbb 2018. február 5-ig befizetem**

Az előfizetési díjhoz csekket kérek

Az előfizetési díjról előre kérek számlát, amelyet 8 napon belül kiegyenlítek

Megrendelő

Neve:

Számlázási címe:

Ügyintéző neve:

Telefon: Fax:

Dátum:

Kézbesítés helye

Név:

Cím:

E-mail:

Alíráás:

Növényvédelem Szerkesztősége

1022 Budapest, Herman Ottó út 15. Postai cím: 1525 Budapest Pf. 102.

e-mail: balazs.klara@agrar.mta.hu

A MAGYAR NÖVÉNYVÉDELMI TÁRSASÁG OKLEVELÉVEL KITÜNTETETTEK

ADÁNYI JÓZSEF

Adányi József nyugalmazott növényvédelmi szakmérnök 1938. március 14-én született Temesváron. Gyermekkorra egy részét Kolozsváron töltötte, majd 1944-ben, a román kapituláció után Budapestre költöztek. Az általános iskolát Budapesten és Hajdúhadházon, a középiskolát Debrecenben végezte el. Az érettségi után felvették a Debreceni Mezőgazdasági Akadémiára, ahol 1960-ban agrármérnöki diplomát szerzett. Főleg a növénytermesztés, azon belül is a növényvédelem érdekelte.

Első munkahelye a Szabolcs-Szatmár Megyei Növényvédő Állomás volt Kálósemjénben. Kezdetben körzeti felügyelő, növényegészségügyi ellenőr, majd laborvezető volt. Tanulmányai folytatásaként Gödöllőn szakmérnöki diplomát, a budapesti KÖJÁL-nál gáz-mesteri vizsgát tett. Ezt követően kinevezték karantén főfelügyelőnek.

1973-ban alakult meg a nádudvari Kukorica és Iparinövény Termelési Együttműködés (KITE), ahol először körzeti felügyelő, majd ágazatvezető, végül főágazatvezető volt. 1989-ben a részvénytársasággá átalakuló KITE-ben megkapta a növényvédelmi üzletág vezetését.

Ez volt pályafutásának legszebb és kihívásokkal teli időszaka. A külföldi tapasztalatok adaptálása, a sok-sok szabadföldi bemutató egyre nagyobb termésátlagokat eredményezett a mezőgazdaságban.

A KITE Zrt. növényvédő szer és műtrágya üzletágának igazgatójaként ment nyugdíjba 2001-ben, 41 éves munkaviszonyal, 63 évesen.



A növényvédő hivatásnak nem fordított hátat, 2002-től a Cseber Kht. kelet-magyarországi megbízottjaként a növényvédőszer-göngyölegek összegyűjtését és megsemmisítését szervezte. Akkoriban ez megoldhatatlan kérdésként, környezetvédelmi szempontból fontos feladat volt.

2007-ben szerveződött a Növényvédő-szer Kereskedők Szakmai Egyesülete, ahol felkérték az Egyesület elnökének. Irányításával szervezték meg az Egyesület érdekérvényesítő, szakmai munkáját.

2010 márciusában adta át a feladatokat utódjának.

Adányi József növényorvos szakmai életútját mindig a tenni akarás, a növényvédő szakma igényes művelése, a magas szintű szakismeret és innovatív magatartás jellemezte. Szerény, de határozott személyisége biztosíték volt arra, hogy az általa vezetett munkatársak sokat tehessenek a magyar mezőgazdaságért!

BÉRES IMRE

Dr. Béres Imre egyetemi tanár, professor emeritus a Mosonmagyaróvári Agrártudományi Főiskolán végzett okleveles agrármérnökként 1963-ban. 1966-ban mérnök tanári, 1971-ben mezőgazdasági szakmérnöki végzettséget szerzett. Öt év termelészövetkezetben eltöltött nagyüzemi gyakorlat után került a keszthelyi Felsőfokú Növényvédelmi Technikumba. 1971-től a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem akkor megalakult Növényvédelmi Intézetének Alkalmazott Növényvédelmi Osztályán volt tanársegéd, majd 1975–1982 között egyetemi adjunktus, 1982-től egyetemi docens, 1998-tól 2007 évi nyugdíjba vonulásáig egyetemi tanár. 1985–1993, valamint 1998–2004 között az Alkalmazott Növényvédelmi Osztály, illetve annak jogutódja, a Herbológiai Tanszék vezetője volt. 2007-től professor emeritus.

Kandidátusi értekezését „A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) hazai elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei” címmel készítette 1981-ben. 1995-ben habilitált. 1997-ben a Magyar Tudományos Akadémia doktori tanácsa „Ökológiai tényezők hatása néhány éves gyomnövény szaporodási stratégiájára, és a gyomszabályozás lehetőségei” című munkája alapján a mezőgazdasági tudományok doktorává nyilvánította. 1994–2000 közötti időszakban a PATE Habilitációs Bizottságának titkára. 2000–2003 között Széchenyi Professzori Ösztöndíjat kapott.

Oktatási tevékenysége során a herbológia minden részterületét oktatta, többek között a gyomnövények biológiája és ökológiája, a termesztett kultúrák gyomnövényei és gyomirtása, valamint a növényvédelmi szakigazgatás című tantárgyak keretében. Több mint 80 diploma és



szakdolgozat, valamint tudományos diákköri dolgozat konzulenseként irányította, és segítette a hallgatók munkáját. 13 végzett Ph.D. hallgató témavezetője volt. Az Interdiszciplináris Doktori Iskola alapító tagja, jelenleg is részt vesz a PhD képzésben, a Festetics Doktori Iskolában „A gyomnövények biológiája, ökológiája” című tantárgy tantárgyfelelőse.

Kutatási tevékenysége során a gyomnövények biológiájával, kiemelten az *Ambrosia artemisiifolia* (parlagfű) biológiájával, kártételével és a védekezési stratégiák kidolgozásával foglalkozott. Részt vett új herbicidek kifejlesztésében, és különböző kultúrnövények gyomirtási stratégiáinak korszerűsítésében. Közel 350 publikációja született. Munkája során számos külföldi tanulmányúton vett részt.

Az MTA köztestületi tagja, a Növényvédelmi Tudományos Bizottság szavazati jogú tagja, a PAB Növényorvosi Munkabizottságának és a VEAB Növényvédelmi Munkabizottságának tagja, illetve 1190–1998 között titkára. Továbbá tagja az Európai Gyomkutató Társaságnak (EWRS), a Magyar Gyomkutató Társaságnak, a Dr. Ujvárosi Miklós Gyomismereti Társaságnak.

CSÍBOR ISTVÁN

Dr. Csíbor István nyugalmazott növényvédelmi szakmérnök a békési tanyavilágban született 1944-ben. A Klebersberg alapította tanyasi iskolákba járt, költözésük miatt kettőbe is. Szülei gimnáziumba írárták, ahol a kollégiumi légkör rendszeres tanulásra készítette, jeles eredmények megszerzésére.

Az otthoni indíttatás a mezőgazdaság irányába terelte az érdeklődését, öntöző mérnök szeretett volna lenni. Végül Gödöllőn végzett az Agrártudományi Egyetemen.

Friss diplomásként Tolnába, Fácánkertre, a Növényvédő Állomásra került. A szorgalmas fiatalembert igazgatója elküldte az Újvárosi Miklós vezette gyomismereti tanfolyamra.

A tanfolyam olyan ismeretekkel ruházta fel, ami egész későbbi életségét meghatározta. Rövid időn belül laborvezető, majd főmérnök lett.

1980-ban átkerült a KSZE-hez, a három nagy termelési rendszer egyikéhez. Kiváló partneri kapcsolatot alakított ki a dunántúli nagygazdaságokkal. Már a Növényvédő Állomáson is szenvedélyesen foglalkozott a növényvédelmi technológiák fejlesztésével, ezt a tevékenységét a KSZE keretei között tovább fokozta. Több tucat nagyparcellás kísérletet állított be különböző kultúrákban, ezeken bemutatókat szervezett a szakemberek tájékoztatása, tudásának fejlesztése, a gyakorlati munkák segítése érdekében. 1983-ban Magyarországon elsőként rendezett szabadföldi bemutatóval egybekötött Nemzetközi Napraforgó Konferenciát Szekszárdon.

Egy amerikai szakmai úton szerzett tapasztalatok alapján létrehozta az Agrofórum szakfolyóiratot, amely a termelőket a mai napig gyakorlati tanácsokkal, információkkal látja el.

A 90-es évek elején a társadalmi változások újabb döntésre kényszerítették, a KSZE-ből kilépve, 1995-ben megalapította a Növényvédő Kft-t. A termelő üzemek hagyományos



kiszolgálása helyett felkereste munkatársaival a termelőket, felmérte az igényeiket és hához szállította a növényvédelemhez szükséges készítményeket. Megvalósította a folyamatos szaktanácsadás rendszerét, ami a környezet-tudatos növényvédő szer felhasználást eredményezte. Az élethez való közelítés igényét felismerve vállalatát részvénytársasággá alakította, bevonva legfontosabb partnereit a tulajdonosi körbe.

Igyekezett agilis fiatal szakmai munkatársakat kiválasztani, akik együtt haladtak a korrallal, a gyakorlati növényvédelmi ismeretek mellett a számítógép, az internet terén is otthonosan mozogtak. Olyan informatikai rendszert hoztak létre, amellyel villámgyorsan lehet lehetőségeket találni egy-egy növényvédelmi probléma azonnali megoldására, lehetőleg a preventív alkalmazást szem előtt tartva.

Ötletgazdája és megvalósítója volt a Termény Kerekasztal megbeszéléseknek, mellyel partnerkörében a piaci és szakmai információk egymás közötti áramlását segítve, folyamatos kitekintést biztosítson a világ mezőgazdasági történéseire.

Egy innovatív és vevőorientált vállaltról álmódott és hozott létre, amely szakmai tanácsadással és szolgáltatással hozzájárult partnereinek sikerességéhez.

MARKETING



Clearfield® Plus
Gyomirtási Rendszer Napraforgóban

BASF
We create chemistry

Clearfield® Plus gyomirtási rendszer napraforgóban – az igazi plusz parlagfű ellen

A hazai napraforgó-termesztés kihívásai között – a termelők véleménye alapján – dobogós helyet foglal el a gyomirtás. Azon belül pedig országszerte a legnagyobb nehézséget a parlagfű visszaszorítása jelenti.

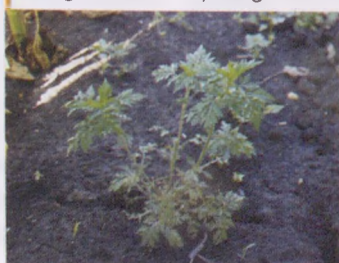
A BASF már az 1990-es évek elején kifejlesztette az *imazamox* hatóanyagot és a hozzá tartozó **Clearfield®** gyomirtási rendszert, amely méltán vált piacvezetővé a napraforgó gyomirtásában. Az igazi előrelépést – az *imazamox* hatóanyag és a technológia életében – azonban a **Clearfield® Plus** gyomirtási rendszer 2015-ös bevezetése jelentette. A **Pulsar® Plus**-ra épülő technológia alkalmazásával a BASF a legfontosabb gyomproblémákra hozott – a **Clearfield®** eredményességét is felülmúló – megoldást. Talán ennek is köszönhető, hogy hazánkban 2017-ben a napraforgó-területek mintegy 64%-án **Clearfield®** és **Clearfield® Plus** hibridek kerültek elvetésre.

A **Pulsar® 40 SL** és a **Pulsar® Plus** közötti egyik fő különbség a parlagfű elleni nagyobb hatékonyság, gyorsabb hatáskifejtés, melynek köszönhetően pluszrugalmasságot nyerünk az állománykezelés időzítésében. Ha az optimális kezelési időtől (a gyomok 2–4 leveles állapota) rajtunk kívül álló okok miatt eltérni kényszerülünk, a **Pulsar® 40 SL** hatékonysága már nem mindig kielégítő. Egy 6–8 leveles parlagfű növekedését például már nem képes megállítani. Ugyan megsárgítja, kiszáradítja a közepét, de a gyomnövény az oldalhajtásokról újra elkezd kihajtani. Ezzel szemben a **Pulsar® Plus** teljesen megállítja a parlagfű növekedését, ami nem fog újra kihajtani, sem oldalhajtásokat, sem azon virágokat és magot hozni.

Kezeletlen kontroll



1,2 l/ha **Pulsar® 40 SL**-el megkésve kezelt parlagfű



2,0 l/ha **Pulsar® Plus**-szal megkésve kezelt parlagfű



A **Pulsar® Plus** hatékonysága erősödött a viaszos, szőrös és keskeny levelű, valamint az elágazásra hajlamos gyomnövények ellen, azaz kimondottan erősebb lett a parlagfűvel, a fehér libatoppal, a mezei acattal vagy a vadkenderrel szemben. Mindez az új, innovatív adjuváns rendszernek köszönhető, amelynek segítségével a hatóanyag sokkal gyorsabban jut be a gyomnövényekbe, markánsabb hatást fejt ki. Például a **Pulsar® 40 SL** ugyan megsárgítja a mezei acatot, de az a kezelés után újra kihajthat. A **Pulsar® Plus** a mezei acatot tölevélrózsában kezelve megállítja, lent tartja, nem engedi, hogy intenzíven felfelé nőjön, és virágot hozzon.



Mivel a **Pulsar® Plus** jelentősen hatékonyabb a **Pulsar® 40 SL**-hez képest, erősebb, és rugalmasabban használható; a **Spectrum®** 1,0 l/ha dózisban megfelelő alapkezelést biztosít a számára. A **Spectrum®** kiváló hatékonysággal rendelkezik a kakaslábű, a muharfajok, illetve a jelentősebb magról kelő egyszikű fajok ellen. A kétszikűek közül pedig a disznóparéj ellen, de erős mellékhatással bír a parlagfűvel szemben is.



A teljes **Clearfield® Plus** technológia kiemelkedő hatékonysággal képes irtani a gyomokat. A preemergensen kijuttatott 1,0 l/ha **Spectrum®** megfelelő alapot biztosít, a **Pulsar® Plus** pedig segít tisztán tartani a területet, egészen a betakarításig, akár egy komplett pre-kezelés költség szintjén.

www.clearfield-plus.hu | www.agro.basf.hu/go/pulsarplus |  **BASF Növényvédelmi megoldások**

A növényvédő szereket biztonságosan kell használni. Használat előtt mindig olvassa el a címkét és a használati útmutatót!
l. forgalmazási kategóriás termék.

BASF Hungaria Kft. Agrodivízió

A MEGELŐZÉS, AUTOMATIKUS TERMÉSMENTÉS IS!

A kalászos növényvédelmet meghatározza a termesztési cél, az évjárat és a helyi sajátosságok. A fajta fogékonysága pedig meghatározza a stratégiát. A gombabetegségekre fogékony fajták esetében sokkal nagyobb hangsúlyt kell helyezni a megelőző jellegű kezelésekre. Egyértelmű, hogy a kórokozók fertőzési időpontját nagy biztonsággal előre tudjuk jelezni, de mivel olyan sok tényező szükséges a fertőzés bekövetkezéséhez, nem lehet teljes biztonsággal a fertőzés időpontját meghatározni.

A gombaölő szerek kezeléseket esetében az esetek jelentős részében kivárára játsunk, és csak akkor kezelünk, ha már látjuk a tüneteket. Ebben az esetben a legtöbbször gyógyító vagy esetleg eradikatívak lehetnek a kezeléseket. Ilyenkor kórokozótól függően jelentős zöldfelület veszteség következhet be, hiszen a gombakórokozó toxinjai ilyenkor már károsíthatják a növény szöveteit.



Megkésett kezelés esetén a zöldfelületet már nem tudjuk megmenteni

A kórokozók esetében, ha a nem látható inkubációs időszak során kezelünk, van egy pont, amikor már nem tudunk gyógyító kezeléseket végezni. Tehát fogunk tapasztalni szövetkárosodást.

A triazolok gyakori alkalmazása miatt, a kontakt készítmények alkalmazása háttérbe szorult az elmúlt időszakban és inkább gyógyító kezeléseket kerültek előtérbe. A megelőző kezeléseket jelentősége az, hogy megakadályozzuk a kórokozót abban, hogy károsodást tudjon

okozni a kultúrnövény szöveteiben. A kontakt hatóanyagok legfontosabb tulajdonsága, hogy a felszínen megakadályozzák a kórokozó behatolását a növényi szövetekbe. Biokinetikai és kémiai tulajdonságaiknak köszönhetően a rezisztencia kialakulásának nagyon alacsony az esélye a kontakt hatóanyagokra.

A kontakt hatóanyagok közül kiemelkedik a klórnitril hatóanyagcsoport tagja, a klórtalonil. A Syngenta kalászos növényvédelmi technológiájának és sikerének az alapja a megelőzés és ennek egy alapköve a klórtalonil. Elsősorban foltbetegségek (ramulária), szeptória és helmintospóriumos betegség ellen hatékony, jó mellékhatással fuzárium ellen. Ezen felül, ami egyértelműen kiemeli a kontakt hatóanyagok közül, az az abiotikus tényezőkkel szemben tapasztalható védekezési képesség. Az intenzív napsugárzás nem csak az emberi bőrre, de a növényi szövetekre is káros hatással van.

Az intenzív UV sugárzás hatására, olyan oxidatív folyamatok indulnak meg a növényi szövetekben, ami foltok formájában jelentkezik a levéllemez felületén. Ezek a tünetek zöldfelület veszteséghez, ami termésvesztéshez, és más negatív folyamatokhoz vezetnek. Illetve elfed olyan folt betegségeket, amik további termés mennyiségi és minőségi csökkenést jelentenek. A klórtalonil a levélfelületre jutva rendkívül gyorsan megtapad, és szétterül. Intenzíven tapad a felületen és intenzív eső hatására sem mosódik a felületről, hosszan kifejti a védő hatását.

A Syngenta készítményeiben fontos szerepet kap ez a hatóanyag, mivel a technológiában szereplő két készítményben az **Amistar Opti**-ban és a **Cherokee**-ban is megtalálható a klórtalonil. A két készítményben a klórtalonil mellett különböző hatásmechanizmusú hatóanyagok szerepelnek. Az **Amistar Opti**-ban a jól ismert azoxistrobin, a **Cherokee**-ban pedig két triazol propikonazol és ciprokonazol van. A hatóanyag összetételből adódóan az **Amistar Opti**-t elsősorban levélbetegségek ellen, míg a **Cherokee**-t két kezelés esetén elsősorban kalászvédelemre javasoljuk.

Korbuly Bence

Kalászos kampánymenedzser
Syngenta Kft.

MEGEMLEKEZÉS

DOMA SÁNDOR TIVADAR (1934–2018)

Budapesten született és Budapesten hunyt el, de közben nagyon sok helyen, több országban végzett tudományos munkát. Sok irányú felkészültsége későbbi kutatásainak eredményeiben is megvalósult. Módszertani mikrobiológus növénykórtani, kémiai és radioaktív területen vezető, figyelemre méltó nemzetközi elismertséggel járó szerepet töltött be.

Diplomáját a Gödöllői Agrártudományi Egyetem megszerelve először a Földművelésügyi Minisztérium Zárszolgálati laboratóriumaiban dolgozott, Győrben, aztán Budapesten.

1969-től a MTA Növényvédelmi Kutató Intézete Biokémiai és Analitikai Osztályának tudományos munkatársa lett. Osztályvezetője: Dr. Josepovits Gyula professzor kezdettől fogva értékelte Doma Sándor rátermettségét, emberségét. Feladatvégzését mindenben támogatta, segítve ezzel tudományos fejlődését. Itt örömmel dolgozott az összetartó munkatársi gárdában. Egyéni ötletei mindig pozitívan befolyásolták környezetének munkáját.

1969–1970-ben ENSZ/FAO ösztöndíjjal vendégkutatóként dolgozott a hollandiai Wageningen Egyetem Növénykórtani Intézetében. Ezt követően a Londoni Egyetem Wye College és Bristoli Egyetem Szerveskémiai Intézeteiben radioaktív kutatási területeken is az akkoriban ezen intézetekben újonnan felfedezett szisztémikus fungicidek hatásmechanizmusának vizsgálatában vállalt részt.

Miután elvégezte a Műszaki Egyetem radioaktív izotóp tanfolyamát, a főmunkaterület (a fungicidek hatásvizsgálata) ellátása mellett a Növényvédelmi Kutató Intézet izotóp laboratóriumának sugárvédelmi felügyelője lett.



1973-tól az angliai ICI Ökológiai főosztályának tudományos kutatójaként dolgozott. Kidolgozta az első európai radioaktív modell ökoszisztéma vizsgálati rendszert, amely biokomponens lánbeiktatásával szolgált az újonnan szintetizált peszticidek hatásvizsgálatára.

Sokirányú műveltsége (zene, rajz, irodalom, nyelvek tudása) és tehetsége mellett komoly figyelmet érdemelt fotózási felkészültsége. Tudományos kutató munkájában, művészi hajlamaiban évtizedekig kiemelt szerepet töltött be az egyedülállóan szép ábrázolási készség. 1988-ban fotókiállításai voltak a németországi Ambergben és Nördlingben, Londonban (Lilly), Budapesten a Budai várban és Pest megyei Kistarcsai kórházban, igen nagy sikerrel.

Mindezek mellett az elkövetkező kutató generáció számára fontos példaként említhető, hogy kísérleti eredményei avval is magyarázhatók, hogy a megfigyelések minden fázisát személyesen követte. A pontos megfigyelés, kreativitás, éles következtetés – ezek a tulajdonságok jellemezték Doma Sándort.

Egész életét tudománynak, alkotásnak szentelve, mutatott kit ünő példát a feltörekvő fiatal generációnak. Sokaknak fog hiányozni a derűs, ötletes, megbízható természete.

Gasztonyi Maya

SAJTÓKÖZLEMÉNY

A KALÁSZOS GOMBAÖLŐ SZEREK JÖVŐJE CÍMŰ BASF KONFERENCIÁRÓL

2018. február 22–23. Hévíz

A BASF egy új gombaölő hatóanyagot vezetett be 2017-ben. Az **Xemium[®]**-mot (fluxa-piroxad) kalászos gabonákban a **Systiva[®]** csávázószer és a **Priaxor[®]** gombaölőszer formában használhatják a termelők. Az SDHI családba tartozó, széles hatásspektrumú **Xemium[®]** különleges tulajdonsága, hogy a környezetétől függően felvehet zsiroidékony és vízdékony formát. Zsiroidékonyasága miatt gyorsan bejut a gombákba, vízdékonyasága okán pedig gyorsan szállítódik a növényekben.

A **Systiva[®]**-t **Hangyel Attila, a BASF Hungária Kft. fejlesztőmérnöke** mutatta be. A **Systiva[®]** csávázószerrel a BASF új alapokra kívánja helyezni a kalászos gabonák lombvédelmi technológiáját. A jelenlegi termelői gyakorlat az, hogy a kalászos állományokba ősszel betelepülő gombák ellen 1–2 szárcsomós állapotban gyógyító kezelésekkel védekeznek. A csávázással a vetőmag felületére felvitt **Xemium[®]** hatóanyagot a növények gyökerükön keresztül felveszik és a fiatal levelekbe szállítják. A **Systiva[®]** segítségével lehetővé válik egy a növények kelésétől az 1–2 szárcsomós állapotig tartó megelőző védelem kialakítása.

Dr. Füzi István, a BASF Hungária Kft. fejlesztőmérnöke a **Priaxor[®]** gombaölő szer legjövődélmezőbb felhasználására dolgozott ki BASF ajánlást. A kalászosok terméshozamának biztonsága leginkább azon múlik, hogy sikerül-e a termést döntően létrehozó fősől leveleket megvédeni a károsítóktól, elsősorban

a gombakórokozóktól. Ez a védekezés időzítése szempontjából azt jelenti, hogy az esetek többségében a búzát a kalászosítás kezdetekor (BBCH 51), az árpát pedig a zászlóslevél kiterülésekor (BBCH 39) végzett védekezéssel lehet a leghatékonyabban megóvni a gombabetegségektől. Búzában a rozsdák és a foltbetegségek, árpában a foltbetegségek föllépése lehet jelentős.

A strobilurinok és a karboxamidok minden előnye egyesül a **Priaxor[®]**-ban

A **Priaxor[®]** egy kimagasló hatékonyságú strobilurint (piraklostrobin) és egy ugyancsak kiváló karboxamidot (**Xemium[®]**) tartalmaz. Együttes hatásuk messze fölülmúlja a búzában legnagyobb területeken használt, két vagy három hatóanyagból álló azolkombinációk teljesítményét úgy a rozsdák, mint a foltbetegségek ellenében. A **Priaxor[®]** értékét tovább növeli, hogy – a páratlan gombaölő hatáson fölü – mindkét hatóanyagának zöldítő (juvenilizáló) hatása is van. A vele kezelt növények zöldfelülete a tejes- és viaszérés idején messze meghaladja a csak gombaölő hatású azolkombinációkkal permetezett növények zöldfelületét. **A kiemelkedő gombaölő hatás és a juvenilizálás eredménye az azolkombinációkénál hektáronként 4–6 mázsával nagyobb termésmenés.**

Ha a gyomirtással egy menetben korai kezelést tervezünk, a **Priaxor[®]**-kezelést késleltethetjük. Búzában a virágzás kezdetéig (BBCH 61), árpában pedig kalászosításig (BBCH 51) várhatunk vele. Ilyenkor arra ügyeljünk, hogy a két védekezés között ne teljen el több 4 hétnél. Ha búzában a **Priaxor[®]**-kezelésen kívül egy célzott kalászfuzáriózis elleni védekezést is tervezünk (például az **Osiris[®]**-szel), akkor erre a teljes virágzásban (BBCH 65) kerüljön sor, és mintegy 3 héttel korábban, azaz a zászlóslevél kiterülésekor (BBCH 39) legyen a **Priaxor[®]**-kezelés.

TÉT EGYÜTTMŰKÖDÉS

A kétoldalú tudományos és technológiai (TÉT) együttműködés támogatása a magyar–horvát relációban (2018-2.1.12-TÉT-HR)

Az elszámolható költségek köre

- beutazó horvát kutató rapidíja, havidíja, országon belüli utazási költsége
- kiutazó magyar kutató kiutazási költsége, biztosítási díja, vízumdíj

Az igényelhető támogatás mértéke projektenként maximum 2 millió forint vissza nem térítendő támogatás igényelhető, a rendelkezésre álló forrás kimerüléséig.

A projekt megvalósításának kezdő időpontja 2019. január 1-jével tervezhető. A projekt fizikai befejezésének meg kell történnie a támogatási szerződésben rögzített projektkezdés időpontját követő 24 hónapon belül.

A pályázatok benyújtása a kitöltő program megjelenésétől kezdve 2018. április 19-én 14 óráig lehetséges.

Részletes információ elérhető itt:

<http://nkfih.gov.hu/palyazatok/hazai-kfi-palyazatok/nkfia-palyazatok/palyazati-felhivasok/2018/magyar-horvat-tet-felhivas/2018-2112-tet-hr>

FIGYELEM!

- **Az év emlőse 2018-ban – a földikutya fajcsoport:**
<http://www.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyi-miniszterium/kornyezetugyert-agrarfejlesztesert-es-hungarikumokert-felelos-allamtitkarsag/hirek/az-ev-emlose-a-foldikutya>
- **Az év rovára 2018-ban – az óriás-szitakötő (*Anax imperator*):**
http://mttmuzeum.blog.hu/2017/12/19/az_ev_rovara_2018-ban_az_orias-szitakoto_anax_imperator
- **Az év madara 2018-ban – a vándorsólyom (*Falco peregrinus*):**
<http://www.mme.hu/2018-ev-madara-vandorsolyom>
- **Az év vadvirága 2018-ban – a kornistárnics (*Gentiana pneumonanthe*):**
http://mttmuzeum.blog.hu/2018/01/03/kiderult_mi_az_ev_vadviraga_2018-ban
- **Az év fája 2018-ban – a virágos kőris (*Fraxinus ornus*):**
<http://erdo-mezo.hu/2017/11/20/oee-a-viragos-koris-az-ev-faja-2018-ban/>
- **Az év gombája 2018-ban – a süngomba (*Hericium erinaceus*):**
<http://www.gombanet.hu/ev-gombaja-2018>
- **Az év hala 2018-ban – a balin (*Leuciscus aspius*):**
http://haltanitarsasag.hu/azevhala_hu.php
- **Az év hüllője 2018-ban – az elevenszülő gyík (*Zootoca vivipara vivipara*):**
<http://www.mme.hu/az-elevenszulo-gyik-az-ev-hulloje-2018-ba>

JOGSZABÁLYFIGYELŐ MOLNÁR JÁNOSTÓL NÖVÉNYVÉDELEMMEL KAPCSOLATOS JOGSZABÁLYOK

- A Bizottság (EU) 2018/5 végrehajtási határozata (2018. január 3.) a 2012/270/EU végrehajtási határozat• A Bizottság (EU) 2018/62 rendelete (2018. január 17.) a 396/2005/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének felváltásáról (EGT-vonatkozású szöveg):
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0062&from=HU>
- A Bizottság (EU) 2018/112 végrehajtási rendelete (2018. január 24.) a kis kockázatú laminarin hatóanyagok a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 1107/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet szerinti jóváhagyása meghosszabbításáról, továbbá az 540/2011/EU bizottsági végrehajtási rendelet mellékletének módosításáról:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0112&from=HU>
- A Bizottság (EU) 2018/113 végrehajtási rendelete (2018. január 24.) az acetamidrid hatóanyagok a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 1107/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet szerinti jóváhagyása meghosszabbításáról, továbbá az 540/2011/EU bizottsági végrehajtási rendelet mellékletének módosításáról:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0113&from=HU>
- A Bizottság (EU) 2018/155 végrehajtási rendelete (2018. január 31.) a hatóanyagok meghosszabbítási eljáráshoz végzendő értékelésének tagállamok közötti felosztásáról szóló 686/2012/EU végrehajtási rendelet módosításáról:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0155&from=HU>
- A Bizottság (EU) 2018/172 felhatalmazáson alapuló rendelete (2017. november 28.) a veszélyes vegyi anyagok kivételéről és behozataláról szóló 649/2012/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet I. és V. mellékletének módosításáról:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0172&from=HU>
- A Bizottság (EU) 2018/184 végrehajtási rendelete (2018. február 7.) az 540/2011/EU végrehajtási rendeletnek a FEN 560 (más néven görögszéna vagy görögcszénamagpor) és a szulfuril-fluorid hatóanyagok jóváhagyási időtartamának meghosszabbítása tekintetében történt módosításáról:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0184&from=HU>
- 4/2018. (II. 23.) FM rendelet a növényegészségügyi feladatok végrehajtásának részletes szabályairól szóló 7/2001. (I. 17.) FVM rendelet módosításáról: Megjelent: MK 2018/25. (II. 23.) Hatályos: 2018. 02. 28.
<http://www.kozlonyok.hu/nkonline/MKPDF/hiteles/MK18025.pdf>

TARTALOM

<i>Vuts József, Koczor Sándor, Imrei Zoltán, Jósvai Júlia Katalin, Lohonyai Zsófia, Molnár Béla Péter, Kárpáti Zsolt, Szócs Gábor és Tóth Miklós: Módszerek a kémiai ökológiában ...</i>	89
<i>Pethő Ágnes: A növényvédő szerek hatóanyagokon kívüli összetevőiről ...</i>	110

Rövid közlemény

<i>Solymosi, P.: Idegenhonos keltike (<i>Pseudofumaria</i>) fajok megjelenése a Budai-hegység délkeleti részén ...</i>	116
--	-----

Technológia

<i>Kerek Máté és Hartmann Kata: A sárgarépa és a petrezselyem növényvédelmi technológiája</i>	118
---	-----

A Magyar Növényvédelmi Társaság oklevelével kitüntetettek

Adányi József	131
Béres Imre	132
Csibor István	133

Marketing

<i>BASF Hungária Kft. Agrodivízió: Clearfield® Plusz gyomirtási rendszer napraforgóban – az igazi plusz parlagfű ellen ...</i>	134
<i>Korbuly Bence: A megelőzés, automatikus termésmetés is!</i>	136

Megemlékezés

<i>Gasztonyi Maya: Doma Sándor Tivadar (1934–2018) ...</i>	137
--	-----

Sajtóközlemény	138
----------------	-----

Jogszabályfigyelő Molnár Jánostól	140
-----------------------------------	-----

TABLE OF CONTENTS

<i>Vuts, J., S. Koczor, Z. Imrei, J. K. Jósvai, Zs. Lohonyai, B. P. Molnár, Zs. Kárpáti, G. Szócs and M. Tóth: Methods in chemical ecology ...</i>	89
<i>Pethő, Á.: Components of plant protection products other than active substances. ...</i>	110

Short communication

<i>Solymosi, P.: Appearance of <i>Pseudofumaria</i> species in the south-eastern part of Buda-Hills</i>	116
---	-----

Pest management programmes

<i>Kerek, M. and K. Hartmann: Carrots and parsley protection programme ...</i>	118
--	-----

Awarded by the Hungarian Plant Protection Society

Adányi, József	131
Béres, Imre	132
Csibor, István	133

Marketing

<i>BASF Hungaria Kft Agrodivízió: Clearfield® Plusz weed control programme in sunflowers – the real plus against ragweed ...</i>	134
<i>Korbuly, B.: Prevention implies saving the crop as well!</i>	136

In memoriam

<i>Gasztonyi, Maya: Doma, Sándor Tivadar (1934–1918) ...</i>	137
--	-----

Press release	138
---------------	-----

Legislation review from János Molnár	140
--------------------------------------	-----

Kedves Olvasónk!

Kérjük ez évi adóbevallásakor támogassa személyi jövedelemadójának

1%-ával

LAPUNK KIADÓJÁT

A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítványt

Adószáma: 18085466-1-41

Adójának 1%-át ebben az évben is Alapítványunk alapvető céljainak – „a környezetkímélő növényvédelmi módszerek, eljárások kidolgozásának, ezek megismerésének széles körű elterjedésének elősegítése ... elsősorban a Növényvédelem szakfolyóirat útján” – megvalósításához kérjük.

Ez viszont csak az Önök segítségével valósulhat meg, mivel az Alapítvány már ötödik éve önerőből állítja elő és terjeszti a Növényvédelmet.

Alapítványunk a törvény által előírt feltételeknek megfelel.

Az Alapítvány címe: **Budapest II., Herman Ottó út 15.**
Postai címe: **1525 Budapest, Pf. 102.**
Telefonja: **06-1 39-18-645**
E-mail címe: **balazs.klara@agrar.mta.hu**
Bankja: **Kereskedelmi és Hitelbank Rt.**
Bankszámlája: **10400054-00502306-00000000**

A növényvédelem oktatása, kutatása, fejlesztése és igazgatása terén dolgozó alapítók nevében

Dr. Balázs Klára
a Kuratórium elnöke