

NÖVÉNYVÉDELEM

Az Agrárminisztérium tudományos lapja

82 [N.S. 57] 8. szám, 2021. augusztus



DÍSZFÁK LISZTHARMATGOMBÁI



ATK
Növényvédelmi Intézet
ELKH

A KÖRNYEZETBARÁT NÖVÉNYVÉDELEMÉRT ALAPÍTVÁNY

Megjelenik havonként

Előfizetési díj a 2021. évre: 9400 Ft

A Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi Társaság tagjainak 8800 Ft/év

Diákoknak 7000 Ft/év

Egyes szám: 940 Ft + postaköltség

Szerkesztőbizottság:

Elnök: Eke István

(Folyóiratunk múltjából rovatvezetője)

Rovatvezetők:

Csóka György (erdővédelem)

Haltrich Attila (rovartan, gerincesek)

Hartmann Ferenc (gyomszabályozási technológia)

Körösi Katalin (növénykórtan)

Molnár Béla Péter (rovartan, kémiai ökológia)

Molnár János (jogszabályfigyelő, krónika)

Palkovics László (növénykórtan, virológia)

Petróczy Marietta (növénykórtan)

Ripka Géza (rovartan, akarológia)

Solymosi Péter (gyombiológia, botanika)

Szántóné Veszélka Mária (rovartan, technológia)

Szeőke Kálmán (rovartan, most időszerű)

Vörös Géza (technológia, rovar)tan)

A Szerkesztőbizottság munkáját segítik:

Dzsdzsák 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.

E-mail: balazs.klara@atk.hu

Felelős kiadó: Bozay Péter

a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

Kiadó:

A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány

1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

Együttműködő partner:

Agrártudományi Kutatóközpont

Növényvédelmi Intézet ELKH

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

ISSN 0133-0829

Készítette az INFORM Kiadó és Nyomda Kft.

Felelős vezető: Bolyki István

2021/21

ÚTMUTATÓ A SZERZŐK SZÁMÁRA

A közlemények terjedelmét a mondanivaló jellege szabja meg, de ne legyen a kettes sortávolságra nyomtatott szöveg a mellékletekkel együtt 15 oldalnál hosszabb. A kéziratot bevezető, anyag és módszer, eredmények (következtetések, köszönetnyilvánítás), irodalom fő fejezetekre kérjük tagolni és a Szerkesztőség címére elektronikus levélben beküldeni. A közlemény címét a Szerző(k) neve, munkahelye és a rövid összefoglaló kövesse, a dolgozat az irodalommal fejeződjön be. A táblázatok és ábrák (angol és magyar címjegyzékkel együtt) a dolgozat végére kerüljenek. Csak jó minőségű, laser-nyomatotól készült ábrát, illetve fekete-fehér fotót fogadunk el. 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 kurzívval (egyszeri aláhúzás vagy italic nyomtatás) jelölni, egyéb tipizálás mellőzendő. A technológia részbe szánt kézírathoz 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, lafcím, munkahely, munkahely címe, telefon, fax, e-mail) megadni.

Kéziratot csak Word dokumentumban, ábrák csak jpg-ben fogadunk el!

CÍMKÉP:

A platánlisztharmat tünete
a Budai Arborétumban

Fotó: Poór Boglárka

Kapcsolódó cikk: 327. oldal

COVER PHOTO:

Symptom of *Erysiphe platani*
in Buda Arboretum

Photo by: Boglárka Poór

DÍSZFÁKON ELŐFORDULÓ LISZTHARMATGOMBÁK JELENTŐSÉFE

Poór Boglárka¹, Tóth Annamária¹, Ladányi Márta² és Palkovics László¹

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Budapest

²MATE Matematika és Természettudományi Alapok Intézet, Alkalmazott Statisztika Tanszék, Budapest

E-mail: poorbogi@gmail.com

A kőris (*Fraxinus* spp.), a szivarfa (*Catalpa* spp.) és a platán (*Platanus* sp.) fajok és különböző fajtaik közkedvelt díszfák parkjainkban, kertekben, fasorokban és az utak mentén. Megjelenésükkel, virágzatukkal, a fajtákra jellemző lombszínükkel színesebbé teszik hétköznapjainkat. Nagyvárosi körülmények között azonban a kiültetett növények fenntartása komoly kihívást jelent, hiszen sok abiotikus stresszforrás veszi körül őket. Sokszor az ápolásuk sem szakszerűen zajlik, mely rontja kondíciójukat és utat nyit bizonyos fertőzéseknek. Emellett az utóbbi években egyre több új károsító jelent meg az országban és vált jelentős problémává, amelyek a díszfákon jelentős díszítőérték csökkenést eredményeznek. Ezek közé tartoznak azok a lisztharmatgombák, amelyek legnagyobb gondot a leveleken megjelenő lisztes bevonattal okozzák. 2018–2019-es években Szombathelyen a Kámoni Arborétumban és Budapesten a Budai Arborétumban azt vizsgáltuk, hogy mely lisztharmatfajok jelennek meg az egyes díszfákon és milyen levélfertőzöttség alakult ki a vegetációs idő folyamán. A kőrisen a *Phyllactinia fraxini*, szivarfán az *Erysiphe elevata*, míg a platánon az *Erysiphe platani* okozta a tüneteket. A kórokozók és kártevők elleni növényvédelmet nehezíti a fák nagy mérete és a közterületen engedélyezett peszticidek száma, ezért kiemelkedő szerepe van az ellenálló fajok és fajták telepítésének. Megfigyeléseink alapján ellenállónak bizonyult a *Catalpa ovata*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', *Fraxinus ornus* és *Fraxinus pennsylvanica* 'Patmore'. Gyengén fogékonyak találtuk a *Catalpa bignonioides* 'Nana', *Catalpa x erubescens* 'Purpurea', *Fraxinus angustifolia* és a *Platanus orientalis* egyedeit. Közepesen fogékony volt a *Catalpa bignonioides*, *Fraxinus excelsior* 'Pendula', *Fraxinus excelsior* 'Tekeresi', *Fraxinus ornus* 'Mecsek', *Platanus hispanica*. Erősen fertőződött a *Fraxinus excelsior* 'Heterophylla pendula', *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia' és a *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie'.

Kulcsszavak: lisztharmat, *Catalpa*, *Platanus*

A dísznövények, a közterületeken és a házi kertekben megtalálható díszfák fontos szerepet játszanak az ember jó közérzetének és az egészségének megtartásában. Városi körülmények között azonban nem csak az abiotikus tényezők (légszennyezés, aszály, légköri aszály stb.) okozta stressz, hanem a kártevők és kórokozók megjelenése is befolyásolja kondíciójukat, rontja díszítőértéküket.

A kőrislisztharmat

1805-ben Lamarck és de Candolle írta le először a kórokozót *Erysiphe fraxini* DC. néven

(Index Fungorum 2020). A jelenleg használatos neve a *Phyllactinia fraxini*, amelyet 1878-ban Fuss jegyzett le. Ezek mellett még használatos szinonimája az *Alphitomorpha guttata* var. *fraxini* (DC.) Wallr (Species Fungorum 2020).

A *Phyllactinia fraxini* világszerte elterjedt lisztharmatgomba, amely elsősorban a *Fraxinus* nemzetséget fertőzi, valamint ritkán az *Oleaceae* család tagjait is megbetegíti (Piatek 2003). Kim és mtsai (2011) a kórokozónak 67 gazdanövényét találták meg.

A micélium a levél fonáki részén jelenik meg. Először a levélerek körül, vékonyan látható, majd vastagabb, feltűnően fehér lesz

(Scholler és mtsai 2018). Piatek (2003) szerint a micélium a levél mindkét oldalán megfigyelhető kisebb-nagyobb foltokban. Scholler és mtsai (2018) megfigyelése alapján a hifa hialin. Az apresszórium többnyire hosszúkás, ívelt vagy elágazó, néha karéjos. A lábsejt 60–145 μm hosszú, általában kanyargós, csavart vagy spirális. A konídiumok egyesével képződnek. A konídiumok spatula, néha bunkó alakúak, csúcsuk és alapi részük lekerekített, néha levágott (Scholler és mtsai 2018). A konídiumok mérete 57–89 \times 14,3–24,2 μm . A kazmotécium átmérője 197–268 μm , kezdetben sárga színű, majd feketévé válik, ahogy megérik. A termőtesten túszerű, hagyma alakban végződő, 273–379 μm hosszú függelékek találhatóak (Erper és mtsai 2010). Egy kazmotéciumon 7–15 függelék található (Piatek 2003). Minden kazmotécium 9–13 aszkuszt tartalmaz. Az aszkuszok 71,3–91,2 \times 28,5–38,4 μm méretűek, oválisak, ívelték, 3 aszkospóra található bennük. Az aszkospórák 25,7–42,7 \times 14,3–24,8 μm nagyságúak, tojásdad alakúak, sárgás–narancs színűek (Erper és mtsai 2010).

A szivarfa lisztharmat

A kórokozót Burrill *Microsphaera elevata* néven írta le 1874-ben. Braun és Takamatsu 2000-ben az *Erysiphe* nemzetségbe sorolta, így azóta *Erysiphe elevata* (Burrill) a hivatalos neve (Index Fungorum 2020). Egyetlen ismert szinonimája a *Microsphaera elevata* Burrill (Species Fungorum 2020). A szivarfa lisztharmat kórokozóját 2002 szeptemberében találták meg először Magyarországon és egyben Európában. Ezt követően 2003-ban az Egyesül Királyságban és Szlovákiában is azonosították (Pastirčáková és mtsai 2006). Pastirčáková és mtsai (2006) a *Catalpa bignonioides*-t, a *Catalpa speciosa*-t és a *Catalpa x hybrida*-t említi gazdanövényként, de az USDA adatbázisa szerint ennél jóval több növényfajon (*Catharanthus roseus*, *Chitalpa tashkentensis*, *Eucalyptus camaldulensis* és a *Plumeria rubra*) megtalálható ez a kórokozó.

Az *Erysiphe elevata* micéliuma szabálytalan fehér foltokat vagy vékony szőnyegszerű

bevonatot hoz létre a levél színén és a fonákon. A micéliumot alkotó hifa jellemzően egyenes vagy csavarodott, mérete 30–70 \times 2,5–5 μm , elágazásai derék-, vagy hegyesszöget zárnak be. Az elágazási ponthoz közel válaszfal található. Az apresszórium egyszerű vagy karéjos, 5–8 μm átmérőjű (Ale-Agha és mtsai 2004). A kórokozóra az oidium típusú konídiumképzés jellemző. A konídiumok hengeresek, elliptikusak és 21–32 \times 9–16 μm nagyságúak. A kazmotéciumok elszórtan vagy csoportosan képződnek, átmérőjük 95–132 μm és 4–8 darab ekvatoriális elhelyezkedésű függelék található rajtuk. A függelékek háromszor–négyeszer vil-lásan elágazók, hialinok vagy barnás színűek, 360 \times 700 μm hosszúak és 6–9 μm szélesek, csúcsuk felé vékonyodnak. A kazmotécium 3–8 rövid nyelű aszkuszt tartalmaz, ezeknek mérete 45–63 μm \times 25–39 μm és 4–6 aszkospóra található bennük. A spórák elliptikusak, 16–20 \times 8–11 μm nagyságúak (Cook és mtsai 2004).

A platánlisztharmat

A kórokozót 1874-ben Howe írta le *Microsphaera platani* néven. Braun és Takamatsu 2000-ben az *Erysiphe* nemzetségbe helyezte át molekuláris vizsgálatok alapján, így a kórokozó jelenleg is hivatalos neve *Erysiphe platani* (Howe) lett (Index Fungorum 2020). Az egyetlen létező szinonim neve a *Microsphaera platani* Howe (Species Fungorum 2020).

A betegséget okozó lisztharmatgomba az 1960-as években jelent meg Európában (Heluta és mtsai 2013). Ennek ellenére Magyarországon csak 2006-ban találta meg Pastirčáková és Pastirčák először ezt az észak–amerikai kórokozót Debrecenben. Vajna és Süle (2011) vizsgálatuk során megállapították, hogy a 2009–2010-es évekre a betegség általánossá vált az országban, sőt a 2010-es kedvező időjárásnak köszönhetően, a kórokozó járványos fellépését is tapasztalták.

Az USDA adatbázisa alapján a gomba gazdanövényköre a következő: *Ailanthus altissima*, *Platanus occidentalis*, *Platanus orientalis*, *Platanus racemosa*, *Platanus hispanica*.

Az *Erysiphe platani* micéliuma általában a levél színi oldalán vékony kolóniákat alkot. Hífái simák, hialinok és elágazóak, karéjos apresszóriummal (Pastirčáková és Pastirčák 2008). Konídiumtartója egyenes, melyen a konídiumok egyesével jönnek létre, de előfordul, hogy rövid 2–3 spórás láncokká tapadnak össze. A hengeres konídiumok vége enyhén domború, gyakran összeesnek, ezért a felületük durva, hálószerű lesz (Glawe 2003). Pastirčáková és Pastirčák (2008) szerint eltérő morfológiájú konídiumok alakulnak ki. Az elsődleges konídium $29\text{--}40 \times 14\text{--}22,5 \mu\text{m}$ nagyságú, csúcsa lekerekített, míg a másodlagos konídium mérete $32\text{--}45 \times 13\text{--}20,5 \mu\text{m}$, kissé domború. A morfológiai eltérést Jalongo (1981) is megfigyelte és az eltérő konídiumoknak I és II jelölést adta. A kazmotéciumok gömb formájúak, elszórtan találhatóak néhány levélen. Éretlenül sárgás színűek, majd sötétek, barnák vagy feketék lesznek. Átmérőjük $75\text{--}100\text{--}(120) \mu\text{m}$, 4–5 aszkuszt tartalmaznak és 10–18 függelék található rajtuk. A függelékek az alapjuknál olajbarnák, csúcsuk felé világosodnak. Villásan ágaznak el három–négy alkalommal, hosszúságuk $195\text{--}345 \mu\text{m}$. Az aszkuszok rövid nyéllel rendelkeznek, $45\text{--}53 \times 25\text{--}36 \mu\text{m}$ a méretük és 4–6 aszkospórát tartalmaznak. Az aszkospórák elliptikus–tojásdad alakúak, $16\text{--}26,5 \times 10\text{--}14,5 \mu\text{m}$ (Pastirčáková és Pastirčák 2008), színük az opálosan áttetszőtől a halványsárgáig változik (Glawe 2003).

Anyag és módszer

A vizsgált növények

A kiválasztott nemzetségek következő fajait és fajtáit vontuk be a kísérletbe: *Fraxinus*

americana, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia', *Fraxinus excelsior* 'Heterophylla pendula', *Fraxinus excelsior* 'Pendula', *Fraxinus excelsior* 'Tekeresi', *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie', *Fraxinus ornus*, *Fraxinus ornus* 'Mecsek', *Fraxinus pennsylvanica*, *Fraxinus pennsylvanica* 'Patmore', *Catalpa x erubescens* 'Purpurea', *Catalpa ovata*, *Catalpa bignonioides*, *Catalpa bignonioides* 'Nana', *Platanus hispanica*, *Platanus orientalis*. A növényeket a Kámoni Arborétumban és a Budai Arborétumban vizsgáltuk.

A növényi minták gyűjtése és a tünetek jellemzése

Lisztharmat fertőzésre jellemző tüneteket mutató leveleket gyűjtöttünk a kórokozók morfológiai vizsgálatához és meghatározásához. A levelek a fák alsó lombkoronájából származtak, a fák magasságából adódóan. Mindkét helyszínen 50–50 véletlenszerűen kiválasztott levél szemrevételezésével állapítottuk meg a fertőzés mértékét. A vizsgált fákon megfigyelhető tünetekről fényképeket készítettünk a két Arborétumban és a SZIE Növénykórtani Tanszékének Laboratóriumában.

A felvételezés módszere és a kártétel felmérése

A felvételezést a nyári időszakban hetente végeztük. A szemrevételezés során a leveleket 6 fokozatú betegségkategóriába soroltuk (1. ábra). A fertőzés gyakoriságára a fertőzött levelek számából következtettünk. A kártétel meghatározására a Townsend–Heuberger (1943) képlete alapján kiszámítható betegségindexet használtuk (2. ábra).



1. ábra: Betegségkategóriákba sorolt kőris levelek (Fotó Poór Boglárka, 2019)

Townsend-Heubeger képlet:
$$P = \left(\frac{\sum_1^i n_i \times v_i}{N \times V} \right) \times 100$$

P – betegségfok

n – a növényrészek száma a kategóriában

v – betegségkategória száma

N – az összes vizsgált növényrész száma

V – a legmagasabb betegségkategória (5)

i – az adott betegségkategória száma

Betegségkategória	Megbetegedés mértéke
0	Tünet nem látható
1	1-20 %-os fertőzöttség
2	21-40 %-os fertőzöttség
3	41-60 %-os fertőzöttség
4	61-80%-os fertőzöttség
5	81-100%-os fertőzöttség

2. ábra: Townsend–Heubeger képlet és betegségfok kategóriák

Morfológiai vizsgálat: a kazmotéciumok jellemzése

A morfológiai vizsgálatok során a felvételezés során gyűjtött levélmintákon található kazmotéciumokat vizsgáltuk sztereo mikroszkóp, majd citoplaszt mikroszkóp segítségével. Mértük a kazmotéciumok átmérőjét, feljegyeztük a függelékek számát, hosszúságukat, és ha lehetséges volt, akkor az aszkuszok méretét. A kórokozókat morfológiai tulajdonságaik alapján, a gazdanövény ismeretében azonosítottuk.

Statisztikai értékelés

A Budán vizsgált 31 egyed 50-50 leveléből a beteg levelek számának 2018-ban 11, illetve 2019-ben 10 alkalommal felvett adatsorára lineáris trendvizsgálatot végeztünk. Ugyanezt tettük a Szombathelyen megfigyelt 20 egyed 2018-ban 11, illetve 2019-ben 7 alkalommal felvett adatsorára is. Majd a meredekségekre, illetve a tengelymetszetekre vonatkozó t-próbával páronként összehasonlítottuk egy-egy egyedre a két évre vonatkoztatva a lineáris trendek paramétereit arra keresvén a választ, hogy vajon az egyes egyedek fertőződésének üteme a két évben eltérő volt-e, illetve azonos mértékű fertőzöttség alakult-e ki az év első vizsgálatakor. A statisztikai vizsgálatot Excel programmal végeztük.

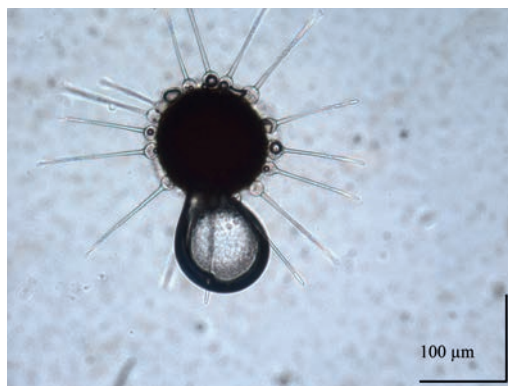
Eredmények

A tünetek és a morfológiai bélyegek jellemzése

Phyllactinia fraxini

A gomba micéliuma minden esetben a levél fonáki részén jelent meg. A micélium fehér összefüggő bevonatot alkotott, de ez lehetett vastkosabb, jól látható vagy vékony, alig látható egyaránt. A kazmotéciumok a micélium felületén képződtek, amelyek szabad szemmel is jól láthatóak, sárga és fekete pöttyökként. Egy esetben, egy *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' fajtán az ivaros termőtestek a levél színi oldalán is képződtek. Nem figyeltük meg nekrotikus foltok kialakulását és korai lombhullást, kivéve a 'Westhof's Glorie' fajtán.

A kórokozó kazmotéciumai lapított gömb alakúak voltak, éretlenül sárgák, éretten fekete színűek. Átmérőjük átlagosan (126–) 235 (–277) μm volt. A függelékek ekvatoriálisan helyezkedtek el. 7–15 db túszerű függelék alakult ki a termőtesteken. A függelékek hialinok, hosszúságuk (77,5–) 194 (–339) μm volt (3. ábra).



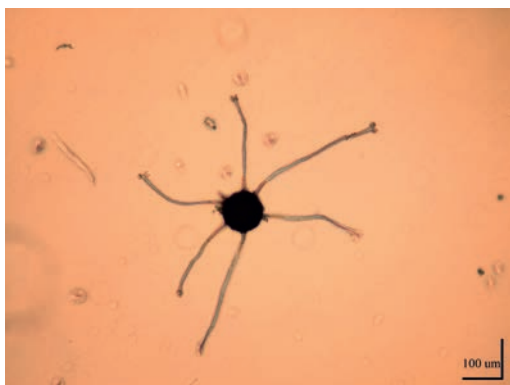
3. ábra: *Phyllactinia fraxini* kazmotéciuma 20x-os nagyításban (Fotó Poór Boglárka, 2019)

Erysiphe elevata

Az fertőzés tünetei egyaránt jelentkeztek fiatal és idős fákön is. Megfigyeléseink során a fehér micéliumszövedék a levélnek csak a színi oldalán alakult ki és a fiatal leveleket fertőzte inkább a kórokozó. A beteg levelek kismértékű torzu-

lását is megfigyeltük. A terméséken nem figyeltünk meg micéliumbevonatot. A kazmotéciumok aprók, szabad szemmel alig láthatóak voltak és micéliumba ágyazva jöttek létre.

A szivarfalisztharmat kórokozójának kazmotéciumai gömb alakúak, éretlenül sárgák, éretten feketék voltak. Az ivaros termőtestek átmérője (97–) 116 (–141) μm és 4–9 db, ekvatoriális elhelyezkedésű függelékét figyeltünk meg rajtuk. A függelékek hosszúsága (171–) 247 (–331) μm volt. Színük hialin, végeik háromszor–négyeszer elágaztak. A kazmotéciumokból 2–4 db kerek aszkuszt láttunk távozni. Ezeknek a mérete (47,1–) 54,3 (–59,6) x (39,4–) 42,4 (–45,1) μm . 3–4 elliptikus aszkospórát figyeltünk meg bennük. Az aszkospórák mérete (19,4–) 23,4 (–27,1) x (10,3–) 11,7 (–12,8) μm volt (4. ábra).



4. ábra: *Erysiphe elevata* kazmotéciuma 10x-es nagyításban (Fotó Poór Boglárka, 2019)

Erysiphe platani

A beteg levelek színi és fonáki oldalán is vastag, nemezes, fehér micéliumbevonat képződött. A levelek erőteljes torzulása rendkívül szembeütő volt. Megfigyeltük az alig látható, nagy felületre kiterjedő diffúz telepeket és a szövetek jellemző korai elhalását is. Ezekben az esetekben nem talákoztunk a levéllemez deformációjával. A terméséken halvány, fehér, nehezen észrevehető micéliumbevonat alakult ki. A kazmotéciumok a leveleken csoportosan, nagy tömegben képződtek a micéliumba süllyedve, jelenlétüket a terméséken is igazoltuk.

Vizsgálatunk során azt vettük észre, hogy tünetek a naposabb részeken erősebben jelentkeztek. A korai lombhullás a legtöbb platán esetén jelentkezett, de ezt a lisztharmatgombán kívül más biotikus és abiotikus tényező is előidézhette.

A kórokozó kazmotéciumai gömb alakúak, éretlenül sárgák, éretten fekete színűek voltak. A kazmotéciumok átmérője (87–) 117 (–152) μm . A termőtesten ekvatoriálisan 6–13 db függelék helyezkedett el, amelyeknek a hosszúsága (87–) 171–261 μm volt. A függelékek alapvetően hialinok, de alapi részükön barnás színűek voltak, három–négyeszer elágazásban végződtek. A kazmotéciumban 5 db nyeles aszkuszt találtunk, (51–) 61,4 (–70) μm hosszúak és (34,5–) 41 (–50,8) μm szélesek voltak. Az aszkuszokban 3–5 elliptikus vagy tojásdad aszkospóra volt látható. A spórák (22–) 25,7 (–31) μm x (13,1) 14,9 (–17,2) μm méretűek voltak (5. ábra).



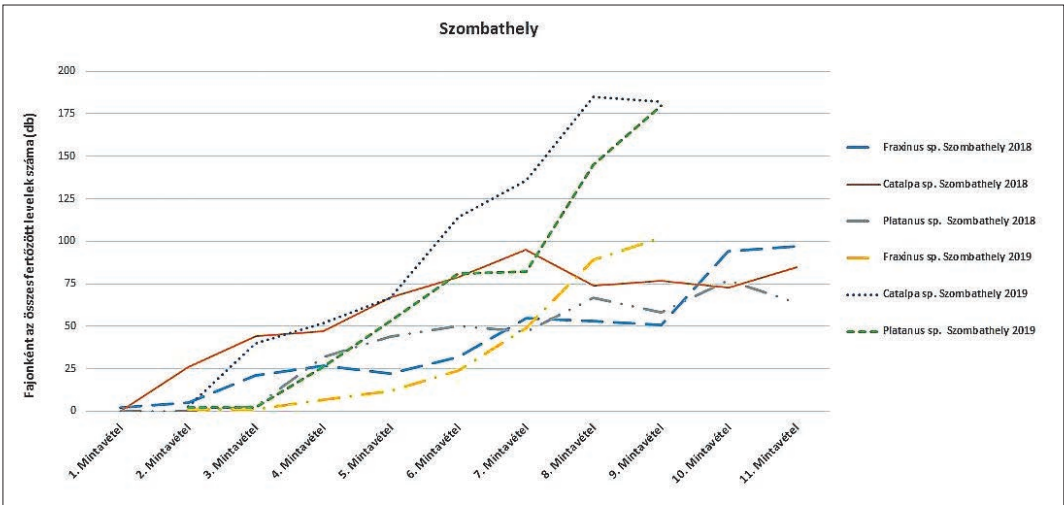
5. ábra: *Erysiphe platani* kazmotéciuma 20x-os nagyításban (Fotó Poór Boglárka, 2019)

A kártétel felmérése

Az első helyszínen a Kámoni Arborétumban vizsgált növényeken eltérő mértékű kártételek alakultak ki. Az első lisztharmat telepeket május végén, június elején figyeltük meg mindkét esztendőben. A vizsgált időszakban a *Catalpa ovata* esetében nem jelentek meg a tünetek még a vegetációs időszak végén sem. A *Fraxinus ornus*-on csak szeptemberben jelentkezett a betegség. Súlyos fertőzöttség alakult ki a *Catalpa bignonioides* 'Nana',

a *Fraxinus excelsior* 'Heterophylla pendula' fajtákon és egyes *Platanus x hispanica* fajokon. A legsúlyosabb megbetegedés 2018-ban és 2019-ben is a magaskőrös 'Heterophylla pendula' fajtáján alakult ki, ahol a nyár végére a betegségfok megközelítette a 60-at. A fertőzöttség gyakorisága elérte a 60%-ot a *Catalpa bignonioides* 'Nana'-n és a 100%-ot a *Fraxinus excelsior* 'Heterophylla pendula' egyedein. 2019-ben több *Platanus x hispanica* fertőzöttségi gyakorisága elérte a 70–80%-ot (6. ábra).

a 38-as betegségfokot és 92%-os fertőzési gyakoriságot jegyeztünk fel. A legnagyobb fertőzöttség a *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' és 'Diversifolia' fajtákon alakult ki. A 'Westhof's Glorie' fajtán 2018-ban a betegségfok 85, a fertőzési gyakoriság 100% volt. A 'Diversifolia' fajtán 2018-ban és 2019-ben is súlyos fertőzés alakult ki. A betegségfok 2018-ban 74,5, 2019-ben 78,4 volt, míg a fertőzés gyakorisága 2018-ban 100%, 2019-ben 98% (7. ábra).

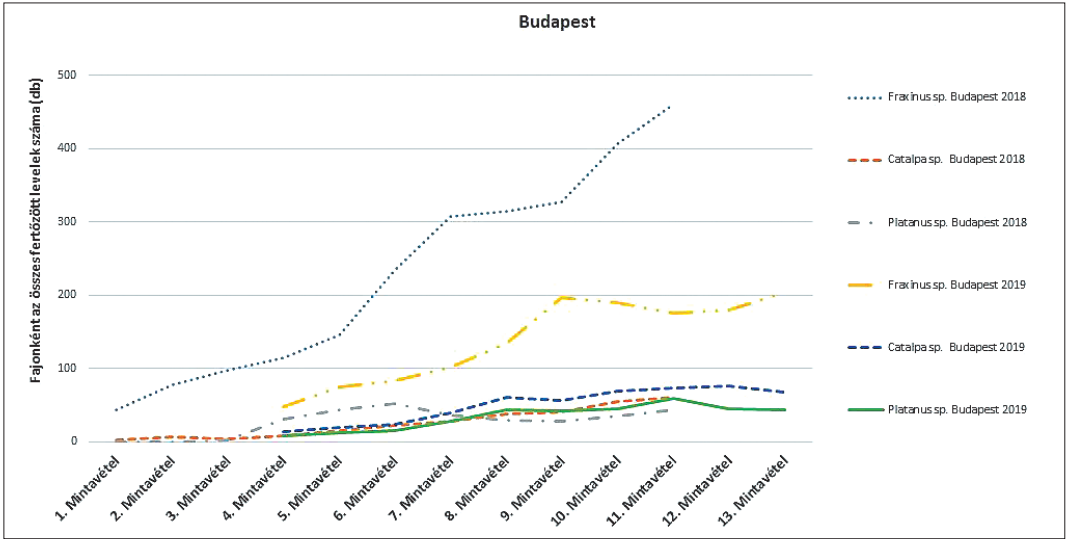


6. ábra: Fajok összes fertőzött levélszáma a mintavételek függvényében, Szombathely

A Budai Arborétumban a növényeken kialakult kártétel mértéke nagyon változó volt. Sok esetben a 2019. évben kisebb mértékű fertőzöttséget figyeltünk meg a fákon. Az első lisztharmat telepek 2018-ban május végén, míg 2019-ben június elején jelentkeztek. A két év alatt nem találtunk lisztharmat tünetet a *Fraxinus excelsior* 'Raywood', a *Fraxinus americana* és a *Fraxinus pennsylvanica* 'Patmore' egyedein. A *Fraxinus angustifolia*-n csak augusztustól jelentkeztek a tünetek, ahol a legmagasabb számított betegségfok a 2,4 és a fertőzési gyakoriság pedig 10% volt. A *Fraxinus ornus*-on csak kismértékű kártételt találtunk, a betegségfok nem érte el egyszer sem az 1-et, a gyakoriság az 5%-ot, ennek ellenére a 'Mecsek' fajtáján 2018 szeptemberében

Következtetések

2018-ban és 2019-ben kőrös, szivarfa és platán fajok és fajták lisztharmat-fertőzöttségét vizsgáltuk Szombathelyen és Budapesten. A betegséget okozó kórokozókat morfológiai bélyegek alapján azonosítottuk. A kőriseken a *Phyllactinia fraxini*-t, a szivarfákon az *Erysiphe elevata*-t, a platánokon az *Erysiphe platani*-t azonosítottuk. A *Phyllactinia fraxini* által okozott tünetek nem mutattak teljes egyezést az irodalmi adatokban leírtakkal. Nekrotikus folatok nem alakultak ki, és a korai lombhullás is csak a 'Westhof's Glorie' fajtán jelentkezett. A vastag micéliumbevonat helyett, vékony micéliumbevonat jelent meg a 'Diversifolia' és a 'Heterophylla pendula' fajtákon. Marácz (2009) szerint a kazmotéciumok a micéliumon



7. ábra: Fajok összes fertőzött levélszáma a mintavételek függvényében, Budapest

képződnek a levél fonáki részén, ezzel szemben a 'Westhof's Glorie' fajta egyedén az ivaros termőtestek a levél színén is kialakultak. A morfológiai adatok leginkább Erper és mtsai által 2010-ben leírtakkal egyeznek meg, miszerint a kazmotécium átmérője 197–268 μm , a függelékek hosszúsága pedig 237–379 μm . A függelékek száma 7–15 db volt, amely megfelel Piatek 2003-as megfigyeléseinek. Az USDA (2020) adatai szerint a *Fraxinus americana* és a *Fraxinus ornus* is a gazdanövényei a kórokozónak, ám ezeken a fajokon a vizsgálataink során nem találtunk fertőzést. Az *Erysiphe elevata* fertőzése esetén kialakult tünetek részben megegyeznek a Vajna (2004) által leírtakkal. Vajna (2004) szerint a micéliumfoltok a levél színi és fonáki oldalán is jelentkezhetnek, illetve megjelenhetnek a termésen is. Az általunk vizsgált növényeken micéliumot sem a levélfonákon, sem a termésen nem találtunk. A tünetek megjelenése fiatal és idős fákön azonos a Vajna (2004) által leírtakkal. A morfológiai vizsgálataink eredményei hasonlóak több szerző által leírt adatokhoz. A kazmotécium átmérője Cook és mtsai (2004) szerint 95–132 μm míg saját megfigyeléseink alapján (97–) 116 (–141) μm . A függelékek száma majdnem azonos Cook és mtsai (2004) által leírtakkal (4–8 db), de vizsgálataink során egyes esetekben 9 függelék

is megfigyeltünk a kazmotéciumokon. Erper és mtsai (2019) adatai – a függelékek (100–340 μm) és az aszkuszok (49–61 \times 28–43 μm) méretéről – igazodnak leginkább a vizsgálataink alatt meghatározott értékekhez. A függelékek mérete (171–) 247 (–331) μm , az aszkuszok mérete (47–) 54 (–60) \times (39–) 42 (–45) μm volt megfigyeléseink során. Az aszkospóra méretét (19–) 23 (–27) \times (10–) 12 (–13) μm -ben határoztuk meg, amely Ale–Agha és mtsai (2004) méréseivel egyezik meg leginkább, ahol az aszkospóra 18–25 \times 10–13 μm volt. A gazdanövények megegyeznek az USDA (2020) által felsoroltakkal. Az *Erysiphe platani* általunk jellemzett tünetei, a fiatal levelek torzulása a hajtásúcson, a micélium megjelenése a levél színi és fonáki oldalán és a diffúz lisztharmattelepek a levél felületén, megegyeznek Vajna és Süle (2011) által leírtakkal. Ellenben nem figyeltünk meg sem korai lomhullást, sem a beéretlen hajtások pusztulását. Kazmotéciumokat találtunk a levélen és a termésen is, amely szintén megegyezik Vajna és Süle (2011) leírásával. A morfológiai vizsgálatok eredménye főként Heluta és mtsai (2013) által leírtakkal azonos. Heluta és mtsai (2013) a kazmotécium átmérőjét 85–125 μm -ben, a függelékek számát 6–14 db-ban, az aszkuszok méretét (42,5–) 50–67,5 \times 32,5–47,5 μm -ben és az aszkospóra méretét 20–27,5 \times

12,5–17,5 µm-ben határozták meg. Vizsgálataink során mért értékek a következők voltak: a kazmotécium átmérője esetén (87–) 117 (–152) µm, a függelékek mennyisége 6–13 db, az aszkuszok mérete (51–) 61 (–70) × (13–) 15 (–17) µm. A függelékek méretei egyik szerző adataihoz sem hasonlók: (87–) 171 (–261) µm. A gazdanövénykör megegyezik az USDA (2020) adatbázisban közöltekkel.

A vizsgált fajokat és fajtákat, a két helyszín és a két év eredményei és a fogékonyáguk alapján a következő módon csoportosíthatjuk:

Nem fogékony: *Catalpa ovata*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', *Fraxinus ornus*, *Fraxinus pennsylvanica* 'Patmore'.

Gyengén fogékony: *Catalpa bignonioides* 'Nana', *Catalpa x erubescens* 'Purpurea', *Fraxinus angustifolia*, *Platanus orientalis*.

Közepesen fogékony: *Catalpa bignonioides*, *Fraxinus excelsior* 'Pendula', *Fraxinus excelsior* 'Tekeresi', *Fraxinus ornus* 'Mecsek', *Platanus hispanica*.

Erősen fogékony: *Fraxinus excelsior* 'Heterophylla pendula', *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia', *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie'.

Eredményeink alapján a nem fogékony fajok és fajták javasolhatók telepítésre, míg az erősen fogékony fajták ültetése kerülendő. A két év eltérő eredményei miatt további vizsgálatok lehetnek szükségesek.

IRODALOM

- Ale-Agha, N., Bolay, A., Braun, U., Feige, B., Jage, H., Kummer, V., Lebeda, A., Piątek, M., Shin, H-D and Pastircakova, K. (2004), *Erysiphe catalpae* and *Erysiphe elevata* in Europe. *Mycological Progress*. 3(4): 291–296.
- Cook, E.T.A. Henricot, B. and Kiss L. (2004), First record of *Erysiphe elevata* on *Catalpa bignonioides* in the UK. *Plant Pathology*. 53: 807.
- Erper, I., Karaca, G.H. and Trükkán, M. (2010), First report of *Phyllactinia fraxini* causing powdery mildew on ash in Turkey. *Plant Pathology*. 59: 1168.
- Glawe, D. (2003), First Report of Powdery Mildew of *Platanus occidentalis* caused by *Microspphaera platani* (*Erysiphe platani*) in Washington State. *Plant Management Network*.
- Heluta, V.P., Korytnianska, V.G. and Akata, I. (2013), Distribution of *Erysiphe platani* (*Erysiphales*) in Ukraine. *Acta Mycologica*. 48(1): 105–112.
- Ialongo, M.T. (1981), Indizi di specializzazione in un „Mal bianco” del platano comune (*Platanus hybrida* Brot.). *Ann. Ist. Sper. Pat. Veg. Roma* 7: 103–114.
- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> Lekérdezés dátuma: 2020.10.01.
- Kim, C.J., Jang, H-Y., Glawe, D., Shin, H-D and Lee, H.B. (2011), First Report of Powdery Mildew Caused by *Phyllactinia fraxini* on Chinese Fring Tree in Korea. *The Plant Pathology Journal*. 27(1): 101.
- Pastirčáková, K. and Pastirčák, M. (2008), *Erysiphe platani* Causing Powdery Mildew of London Plane in Hungary, *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. 43(1): 31–36.
- Pastirčáková, K., Pastirčák, M. and Juhásová, G. (2006), The *Catalpa* powdery mildew *Erysiphe elevata* in Slovakia. *Cryptogamie Mycologie*. 27(1): 31–34.
- Piatek, M. (2003), *Cionanthus* (*Oleaceae*), a new host genus for the powdery mildew *Phyllactinia fraxini* (*Erysiphaceae*). *Nova Hedwigia*. 77(3–4): 379–381.
- Scholler, M., Schmidt, A., Meeboon, J., Braun, U. and Takamatsu, S. (2018), *Phyllactinia fraxinicola*, another Asian fungal pathogen on *Fraxinus excelsior* (common ash) introduced to Europe? *Mycoscience*. 59: 85–88.
- Species Fungorum <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> Lekérdezés dátuma: 2020. 10. 01.
- Townsend G.R. and Heuberger J.W. (1943), Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*. 27: 340–343.
- USDA/U.S. National Fungus Collections Fungus-Host Database <https://nt.ars-grin.gov/fungaldata-bases/fun-gushost/fungushost.cfm> Lekérdezés dátuma: 2020.10.01.
- Vajna L. és Süle S. (2011), Új adatok és megfigyelések a platánlisztharmat magyarországi elterjedéséről *Platanus x hybrida*, *P. orientalis* és *P. occidentalis* fajokon. *Növényvédelem*. 57(10): 421–426.

SIGNIFICANCE OF POWDERY MILDEWS OCCURRING ON ORNAMENTAL TREES

B. Poór¹, A. Tóth¹, M. Ladányi² and L. Palkovics¹¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Mathematics and Basic Science

E-mail: poorbogi@gmail.com

Ornamental trees found in public areas and in home gardens play an important role in maintaining a person's well-being and health. In this study we have examined three tree species, ash (*Fraxinus* sp.), cigar tree (*Catalpa* sp.) and plane tree (*Platanus* sp.) and their cultivars. These ornamental trees are planted in parks, gardens, along streets, roadsides. They and their different cultivars have made our everyday lives more colorful with their distinct appearance, inflorescence and foliage characteristics. However, maintenance of these trees in urban settings are difficult and are therefore surrounded by different sources of abiotic stress. Often their treatments have been carried out by non-professionals, causing entrance to various infections. In addition, in recent years novel pests and pathogens have appeared causing major pest management problems while also decreasing the plant's ornamental value. These include powdery mildews, which cause – as the name implies – powdery coatings on above ground parts of the plants. To our knowledge, *Phyllactinia fraxini* infects ash trees, *Erysiphe elevata* infects cigar trees, and *Erysiphe platani* infects plane trees. Protection of these plants in public places are difficult, because there are few pesticides registered for these conditions and the trees can grow to a large size, so in our point of view planting susceptible cultivars is not recommended.

Our studies were performed in 2018–2019 at the Kámon Arboretum in Szombathely and at the Buda Arboretum in Budapest. We have identified the powdery mildew species appearing on the trees and assessed the disease severity.

Keywords: powdery mildew, *Fraxinus*, *Catalpa*, *Platanus*

Érkezett: 2021. július 8.

Az Agrárminisztérium, valamint a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) kezdeményezte a Belügyminisztériumnál a tartósan vízhiányos időszak kihirdetését. Az erről szóló közlemény a Magyar Közlöny június 30-ai Hivatalos Értesítő című mellékletében meg is jelent – közölte Nagy István tárcavezető.

Az agrárminiszter hangsúlyozta, hogy a tartósan vízhiányos időszak alatt a vízhasználóknak nem kell vízkészletjárulékot fizetni az öntözési, halgazdálkodási és rizstermelési vízhasználat vízmennyisége után és a gazdálkodók élhetnek a rendkívüli öntözési vízhasználat lehetőségével is.

Nagy István emlékeztetett: a vízgazdálkodásról szóló törvény alapján, a tartósan vízhiányos időszak várható kezdetét és végét – a hidrometeorológiai előrejelzések figyelembevételével – a belügyminiszter, mint a vízgazdálkodásért felelős miniszter – állapítja meg. Ennek megítéléséhez az Agrárminisztérium hivatalos állásfoglalást kért az Országos Meteorológiai Szolgálattól. Az agrártárca a beérkező adatok alapján tett javaslatot a Belügyminisztériumnak a tartósan vízhiányos időszak kihirdetésére, amely a mai naptól hatályos.

ÚJ ADATOK A HAZAI LEVÉLBOLHÁK (INSECTA: PSYLLOIDEA) ELŐFORDULÁSAIHOZ II.

Kontschán Jenő¹ és Ripka Géza²

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, ELKH, 1525 Budapest, Pf. 102.

²Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság, 1118 Budapest, Budaörsi út 141–145.

E-mail: kontschan.jeno@atk.hu

Tizennégy levélbolha faj (Insecta: Psylloidea) újabb hazai előfordulásait mutatjuk be Magyarországról. A megtalált fajok közül három faj [*Acizzia jamatonica* (Kuwayama, 1908), *Cacopsylla pulchella* (Löw, 1877) és *Livilla variegata* (Löw, 1881)] idegenhonos, hazánkba behurcolt rovar. Jelen dolgozat tartalmazza a *Livilla variegata* faj első nem budapesti adatait, valamint ennek a kevésbé ismert fajnak a rövid bemutatását is. Szintén rövid leírással és új, eredeti rajzokkal mutatjuk be a hazánkból alig ismert, fűz fajokon előforduló *Cacopsylla pulchra* (Zetterstedt, 1840) fajt. Valamint először jelezzük a *Kochia prostrata* fajt, mint a *Trioza chenopodii* eddig még nem közölt, új gazdanövényét.

Kulcsszavak: levélbolhák, előfordulás, Magyarország

A levélbolhák gazdasági jelentőségük ellenére az egyike a kevésbé ismert hazai fitoparazita rovaroknak. Hazánkból eddig 80 fajt ismerünk (Kontschán és Ripka 2020), azonban a hazai fauna feltártsága korántsem egységes. A legtöbb közölt adat jelentős része Budapestről, és a Balaton-felvidékről származott, azonban az elmúlt évek intenzív faunisztikai feltáró munkájának köszönhetően az ország több pontján is előkerültek ennek a csoportnak a fajai. A korábbi évek adatait előző dolgozatunkban bemutattuk (Kontschán és mtsai 2020), jelen dolgozatunkban az azóta gyűjtött új eredmények bemutatása a célunk.

Anyag és módszer

2020 és 2021 években kopogtatással, fűhálózással, lármzásással és egyelő gyűjtéssel gyűjtöttük a levélbolhákat. A gyűjtéseket Koczor Sándor (KS), Kondorosy Előd (KE), Kontschán Jenő (KJ), Murányi Dávid (MD) és Takács Attila (TA) végezte. A begyűjtött levélbolhákat a helyszínen alkoholos vagy üres fiolákba tettük és laboratóriumba szállítás után egy hétre tejsavba helyeztük, majd Leica 1000 fény-

mikroszkóppal azonosítottuk, elsődlegesen Ossiannilsson (1992) munkája alapján. Heverő seprőfű (*Kochia prostrata*) esetében a begyűjtött növények laboratóriumban, mikroszkóp segítségével végzett átvizsgálását követően a levélbolha egyedeket Ripka Géza gyűjtötte le és helyezte tejsavba. Az azonosított egyedeket Keyence VHX-5000 digitális mikroszkóppal fényképeztük, majd az ATK Növényvédelmi Intézet Állattani Osztályán helyeztük el.

Eredmények

A faunisztikai feltáró munkánk során 14 faj új előfordulását mutatjuk be, melyből egy faj az Aphalaridae, egy faj a Liviidae, kilenc faj a Psyllidae és három faj a Triozidae családba tartozik.

Psylloidea

Aphalaridae

Rhinocola aceris (Linnaeus, 1758)

Hazai előfordulás: Budapest, mezei juharról (*Acer campestre*) és nyírről (*Betula pendula*)

(Ripka 1997); Jásd, Csákberény, Gánt, Pécsvárad, Pécs, Villány, juharról (*Acer* sp.), gyertyánról (*Carpinus betulus*) és körtéről (*Pyrus* sp.) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Nagy-Hideg-hegy, Vasfazék-patak, fűhálózza, 2020. VI. 27. KE; Nagy-Hideg-hegy, Bükkös, fűhálózza, 2020. VI. 27. KS.

Liviidae

***Psyllopsis fraxini* (Linnaeus, 1758)**

Hazai előfordulás: Szekszárd, kőrisről (*Fraxinus* sp.) (Horváth 1886); Budapest (Pasarét, Némethölgy, Rézmál, Óbuda, Törökvész), mezei juharról (*Acer campestre*) és magas kőrisről (*Fraxinus excelsior*) (Ripka 1997); Budapest (II. kerület), magyar kőrisről (*Fraxinus angustifolia*) (Ripka 2009); Martonvásár, kőrisről (*Fraxinus* sp.) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Surd, kőrisről (*Fraxinus* sp.) kopogtatva, 2020. VI. 06. KJ; Nagy-Hideg-hegy, Bükkös, fűhálózza, 2020. VI. 27. KE.

Psyllidae

***Acizzia jamatonica* (Kuwayama, 1908)**

Hazai előfordulás: Budapest, selyemakácról (*Albizia julibrissin*) (Rédei és Péntes 2006); Hévíz, selyemakácról (*Albizia julibrissin*) (Bürgés és Németh 2015); Kék, telelő növényekről (Kontschán és Ripka 2019); Bercel, Budapest, Nagyharsány, Nagyoroszi, Túrony, selyemakácról (*Albizia julibrissin*) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Martonvásár, selyemakácról (*Albizia julibrissin*), kopogtatva, 2020. VII. 08. KJ.

***Cacopsylla crataegi* (Schrank, 1801)**

Hazai előfordulás: Pécs, Sátoraljaújhely, galagonyáról (*Crataegus* sp.) (Horváth 1886); Óbuda, almáról (*Malus* sp.) (Ripka 1997); Nagyvázsony, parlagfűről (*Ambrosia artemisiifolia*) (Ripka és Kiss 2008); Csákvár, Vérteskozma, galagonyáról (*Crataegus* sp.) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Nagy-Hideg-hegy, Nagyhideg-rét, lámpázással, 2020. VI. 6. KS.

***Cacopsylla melanoneura* (Foerster, 1848)**

Hazai előfordulás: Budapest, Simontornya, Pécs, Mosonmagyaróvár, Szerencs, Sátoraljaújhely, cseregalagonyáról (*Crataegus laevigata*) (Horváth 1886); Almásháza, Bak, Becsehely, Gutorfölde, Hanna, Egervár, Lakhegy, Hagyáros, Söjtör, Szentpéterfölde, Túrje, Zalaegerszeg, almáról (*Malus* sp.) (Gálné és Péntes 1995); Budapest (Gellért-hegy, Pasarét, Törökvész, Gazdagrét), egybibéjű galagonyáról (*Crataegus monogyna*), fekete törpeberkenyéről (*Aronia melanocarpa*), cseregalagonyáról (*Crataegus laevigata*) (Ripka 1997); Nagyvázsony, parlagfűről (*Ambrosia artemisiifolia*) (Ripka és Kiss 2008); Siófok, kajsziról (*Prunus armeniaca*) (Ripka 2009); Kék, telelő növényről (Kontschán és Ripka 2019); Csákberény, galagonyáról (*Crataegus* sp.), Bodmér, nagy csalánról (*Urtica dioica*) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Nagy-Hideg-hegy, Hanák-rét, fűhálózza, 2020. VI. 06. KE; Nagy-Hideg-hegy, Hangyás-bérc, fűhálózza, 2020. VI. 06. KS; Nyírbogdány, vegyes növényállományról kopogtatva, 2021. V. 29. KJ.

***Cacopsylla peregrina* (Foerster, 1848)**

Hazai előfordulás: Budakeszi, galagonyáról (*Crataegus* sp.) (Horváth 1886); Budapest (Rézmál, Vérmező, Pasarét, Törökvész), tatár juharról (*Acer tataricum*), cseregalagonyáról (*Crataegus laevigata*), fekete dióról (*Juglans nigra*), cseresznyeszilváról (*Prunus cerasifera*) és madárberkenyéről (*Sorbus aucuparia*) (Ripka 1997).

Új adat: Kék, galagonyáról (*Crataegus* sp.), kopogtatva, 2021. V. 29. KJ.

***Cacopsylla pulchella* (Löw, 1877)**

Hazai előfordulás: Budapest, közönséges júdásfáról (*Cercis siliquastrum*) (Péntes 2004, Ripka 2004, 2005, 2009, Kontschán és mtsai 2020); Törökőr, Vácátót, közönséges júdásfá-

ról (*Cercis siliquastrum*) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Eger, közönséges júdásfáról (*Cercis siliquastrum*), kopogtatva, 2021. VI. 21. MD.

***Cacopsylla pulchra* (Zetterstedt, 1840)**

Ismert hazai adata: Balmazújváros, fűzről (*Salix* sp.) (Percy and Cronk 2020).

Új adat: Nyírbogdány, fűzről (*Salix* sp.), kopogtatva, 2021.V. 29. KJ.

***Cacopsylla visci* (Curtis, 1835)**

Ismert hazai adata: Simontornya, fagyöngyről (*Viscum album*) (Horváth 1897); Keszthely, fagyöngyről (*Viscum album*) (Varga és mtsai 2012).

Új adat: Nagykovácsi, fagyöngyről (*Viscum album*), kopogtatva, 2020. V. 27. KJ.

***Livilla variegata* (Löw, 1881)**

Ismert hazai adata: Budapest (Pünkösdfürdő), aranyesőrről (*Laburnum anagyroides*) (Ripka 1997); Budapest (II. kerület), aranyesőrről (*Laburnum anagyroides*) (Ripka 2009); Budapest (XI. kerület), *Laburnum watereri* fajról (Ripka és mtsai 2018).

Új adat: Budapest (II. kerület, Herman Ottó út), aranyesőrről (*Laburnum anagyroides*), kopogtatva, 2020. V. 07. KJ; Nagykovácsi, aranyesőrről (*Laburnum anagyroides*), kopogtatva, 2020. V. 13. KJ; Érd, aranyesőrről (*Laburnum anagyroides*), kopogtatva, 2020. V. 19. KJ.

***Psylla foersteri* (Flor, 1861)**

Hazai előfordulás: Zákány, Sátoraljaújhely, égeréről (*Alnus glutinosa*) (Horváth 1886); Budapest (Tabán), Baskó, égeréről (*Alnus glutinosa*) (Ripka 1997); Pásztó, Mátrakeresztes, Bakony-nána, égeréről (*Alnus glutinosa*) (Kontschán és mtsai 2020).

Új adat: Letenye, égeréről (*Alnus glutinosa*), kopogtatva, 2021. VI. 23. KJ; Surd, égeréről (*Alnus glutinosa*), kopogtatva, 2021.VI.23. KJ.

Triozidae

***Bactericera albiventris* (Foerster, 1848)**

Ismert hazai adata: Budapest, Kecskemét, Nagykanizsa, Sátoraljaújhely, gazdanövény nélkül, (Horváth 1886); Budapest (Rákospalota), fűzről (*Salix alba*) (Ripka 1997); Dunakeszi, Budapest (Farkasréti temető), telelő növényről (Kontschán és Ripka 2019).

Új adat: Kék (temető), ezüstfenyőről (*Picea pungens*), kopogtatva, 2020. II. 29. KJ.

***Triozia chenopodii* Reuter, 1876**

Hazai előfordulás: Budapest (Gellért-hegy), libatopfajokról (*Chenopodium* spp.) (Horváth 1886); Maglód, fehér libatopról (*Chenopodium album*) (Ripka és Csóka 2016).

Új adat: Tokaj, heverő seprőfűről (*Kochia prostrata*), egyelő gyűjtéssel, 2021. VI. 26. TA.

Megjegyzés: A *Kochia prostrata* a *Triozia chenopodii* eddig még nem közölt, új gazdanövénye.

***Triozia urticae* (Linnaeus, 1758)**

Hazai előfordulás: Budapest, Gödöllő, Simontornya, csalánról (*Urtica dioica*) (Horváth 1886); Kecskemét, Nagyvázsony, parlagfűről (*Ambrosia artemisiifolia*) (Ripka and Kiss 2008); Mesteri, nagy csalánról (*Urtica dioica*) (Ripka és Csóka 2016); Budapest (XIX. ker.), Kék, Martonvásár, telelő növényekről (Kontschán és Ripka 2019); Orfű, libatopról (*Chenopodium album*), Budapest, nagy csalánról (*Urtica dioica*) (Kontschán és mtsai 2020).

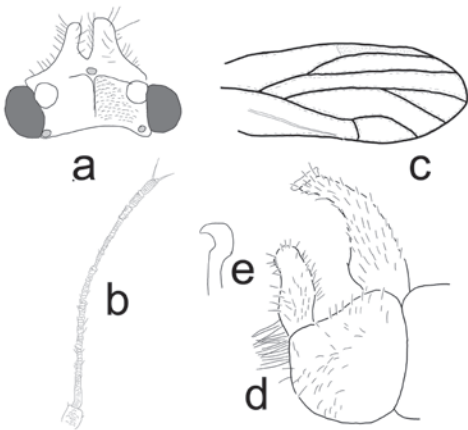
Új adat: Oroszlány, Majk, csalánról (*Urtica dioica*), fűhálózza, 2020. III. 30. KJ; Kék (temető), ezüstfenyőről (*Picea pungens*), kopogtatva, 2020. II. 29. KJ; Surd, csalánról (*Urtica dioica*), fűhálózza, 2021.VI.06. KJ; Sormás, csalánról (*Urtica dioica*), fűhálózza, 2021. VI. 23. KJ; Csurgó, csalánról (*Urtica dioica*), fűhálózza, 2021. VI. 23. KJ; Porrog, csalánról (*Urtica dioica*), fűhálózza, 2021. VI. 23. KJ; Nagy-Hideg-hegy, Vasfazék-patak, fűhálózza, 2020. VI. 27. KE; Nagy-Hideg-hegy, Bükkös,

fűhálózza, 2020. VI. 27. KS; Nagy-Hideg-hegy, Hanák rét, fűhálózza, 2020. VI. 06. KE; Nagy-Hideg-hegy, Szabó-kaszáló, fűhálózza, 2020. VI. 06. KS.

***Cacopsylla pulchra* (Zetterstedt, 1840)
bemutatása (1. ábra)**

Rövid leírás: Csak egy hímét gyűjtöttünk. A begyűjtött egyed teljes testhossza (a pofakúp csúcsától a szárny végéig) 3,2 mm, a szárny 2,8 mm, a test (a pofakúp csúcsától a potrohvéig) 2,6 mm. A szárnyak áttetszőek, színes foltok nélkül. A pofakúp jól fejlett, a begyűjtött egyednél aszimmetriát mutat, amely valamilyen fejlődési rendellenesség eredménye lehet. A szárny vége lekerekített. Szárnyjegy (pterostigma) van, az összes szárnymezőben a szárny tüskéi a teljes mezőt borítják. A 3. lábon erős tüskék nincsenek. A hím 10. potrohszelvénye (proctiger) elkeskenyedő és hátrafelé görbült, az ivarfüggelék (paramere) széles, az apikális vége lekerekített, a felső-külső szegélyén egy tompa kitéremkedést visel, míg az alapi részén hosszú szőrök ülnek. A csápon négy érzőgödröt (rhinaria) figyelhetünk meg.

Biológia, kártétel: Többnemzedékes faj, amellyel egész évben lehet találkozni. Kimondottan fűz fajokon fordul elő. Kártétele nem figyelhető meg.

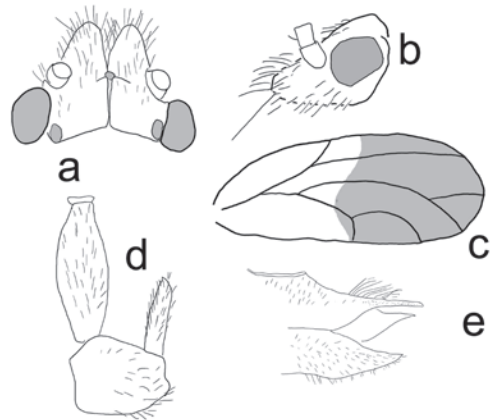


1. ábra. *Cacopsylla pulchra* (Zetterstedt, 1840). a) fej dorzális nézete; b) csáp; c) elülső szárny; d) hím potrohvége; e) hím ivarszerv

Már Lauterer és Burckhardt (1997) jelezte hazánkból pontos előfordulási adat nélkül, azonban a tavalyi évben az első konkrét előfordulási adatát adta meg Percy és Cronk (2020) Balmazújváros környékéről.

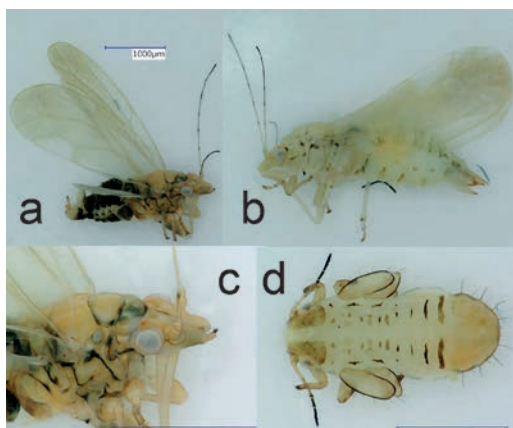
***Livilla variegata* (Löw, 1881) bemutatása
(2., 3. ábra)**

Rövid leírás: A hímek és a nőtények megközelítőleg egyforma méretűek. Az egyedek teljes testhossza (a pofakúp csúcsától a szárny végéig) 3,4–3,6 mm, a szárny 2,8–3,1 mm, a test (a pofakúp csúcsától a potrohvéig) 2,6–3,2 mm. Mindkét nem elülső szárnyának vége füstös, barnás-szürkés színezetű, a hímek sötétebb zöldek, míg a nőtények neonzöldes színűek. A pofakúp jól fejlett, hosszan háromszögletes, előre irányul. A szárny vége lekerekített. A szárnyjegy (pterostigma) hiányzik. A 3. láb láb-szárán 3+2, míg a lábfej tövi ízén 1 erős tüskét találunk. A hím 10. potrohszelvénye (proctiger) hengeres, a közepén kiszélesedik, az ivarfüggelék (paramere) keskeny, a csúcsa befelé fordul, kissé hegyes. A nőtény 10. potrohszelvényének (proctiger) vége lekerekített, számos erős tüskével borított, az anális nyílás mögött egy erős törés látható.



2. ábra. *Livilla variegata* (Löw, 1881). a) fej dorzális nézete; b) fej laterális nézete; c) elülső szárny; d) hím potrohvége; e) nőtény potrohvége

Biológia, kártétel: A faj egynemzedékes, május–június hónapokban figyelhető meg az aranyeső leveleinek a fonákján, ritkábban a levél színén. Ez időszak alatt gyakran látható párzás közben is. Szintén ez időszakban figyelhető meg az utolsó stádiumú lárvá is. Kizárólag az aranyesőn él, azonban az imágók néha gyűjthetők más növényről is, amelyeken valószínűleg nem táplálkoznak. Az erősen fertőzött aranyesőn gyakran látható a levelek torzulása, de nem bizonyítható, hogy ez valóban a faj szivogatása nyomán jelentkező kárkép lenne.



3. ábra. *Livilla variegata* (Löw, 1881). a) hím; b) nőstény; c) fej; d) lárvá

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk *dr. Kondorosy Elődnek*, *dr. Koczor Sándornak*, *dr. Murányi Dávidnak* és *Takács Attilának* a gyűjtésben nyújtott segítségéért.

IRODALOM

- Bürgés Gy.** és **Németh Gy.** (2015): Növényvédelmi feladatok a Hévízi Természetvédelmi Területen. *Journal of Agricultural Sciences, Debrecen*, 66: 81–83.
- Gál T.-né** és **Pénzes B.** (1995): A *Psylla melanoneura* Förster (Homoptera, Psyllidae) levélbolha előfordulása Zala megyei almásokban. *Növényvédelem*, 31: 405–409.
- Horváth G.** (1886): A magyarországi Psyllidákról. *Mathematikai és Természettudományi Közlemények*, 21: 291–320.
- Horváth G.** (1897): Ordo. Hemiptera. In: *A Magyar Birodalom Állatvilága (Fauna Regni Hungariae)*. III. Arthropoda. (Insecta. Hemiptera.) Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, p. 72.
- Kontschán J.** és **Ripka G.** (2019): Új adatok egyes levélbolhafajok (Insecta: Psylloidea) telelőhelyet biztosító növényeihez városi élőhelyeken. *Növényvédelem*, 80: 261–265.
- Kontschán J.** és **Ripka G.** (2020): A seprűzanót-levélbolha [*Arytaina genistae* (Latreille, 1804)] első előkerülése hazánkban. *Növényvédelem*, 56: 453–456.
- Kontschán J.**, **Kiss E.** és **Ripka G.** (2020): Új adatok a hazai levélbolhák (Insecta: Psylloidea) előfordulásaihoz. *Növényvédelem*, 81(5): 197–202.
- Lauterer, P.** and **Burckhardt, D.** (1997): Central and West European willow-feeding jumping plant-lice of the genus *Cacopsylla* (Hemiptera: Psylloidea). *Entomological Problems*, 28: 81–94.
- Ossiannilsson, F.** (1992): The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, vol. 26. Brill, 346 pp.
- Pénzes B.** (2004): Judásfa-levélbolha. *Kertészet és Szőlészet*, 53: 18–19.
- Percy, D.** and **Cronk, Q.** (2020): *Salix* transect of Europe: patterns in the distribution of willow-feeding psyllids (Hemiptera: Psylloidea) from Greece to arctic Norway. *Biodiversity Data Journal*, 8: e53788.
- Rédei D.** és **Pénzes B.** (2006): A selymakác-levélbolha, *Acizzia jamatonica* (Kuwayama, 1908) (Sternorrhyncha: Psyllidae: Acizziinae) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem*, 42: 153–157.
- Ripka G.** (1997): Újabb adatok a díszfa- és díszcserjefajok levélbolha-faunájának ismeretéhez (Homoptera, Psylloidea). *Növényvédelem*, 33: 269–273.
- Ripka G.** (2004): A zöldfelületek növényegészségügyi helyzete. *Növényvédelem*, 40: 385–392.
- Ripka, G.** (2005): Present situation of plant health in urban habitats of Budapest. *Thaiszia-Journal of Botany*, 15(Suppl. 1): 173–181.
- Ripka, G.** (2009): Additional data to the aphid and psyllid fauna of Hungary (Hemiptera: Sternorrhyncha). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 44: 397–417.
- Ripka, G.** and **Csóka, Gy.** (2016): New records of jumping plant-lice from Hungary (Hemiptera: Psylloidea). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 51: 219–228.
- Ripka G.** és **Kiss B.** (2008): További adatok a hazai parlagnövényekben előforduló levélbolha-fajok (Hemiptera: Psylloidea) ismeretéhez. *Növényvédelem*, 44: 257–261.
- Ripka, G.**, **Csóka, Gy.** and **Érsek, L.** (2018): Recent data to the jumping plant-lice fauna of Hungary (Hemiptera: Psylloidea). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 53: 67–82.
- Varga I.**, **Keresztes B.** és **Pocza P.** (2012): Adatok a fehér fagyöngy (*Viscum album*) hazai rovarfaunájához. *Növényvédelem*, 48: 153–164.

NEW DATA TO OCCURRENCES OF THE HUNGARIAN JUMPING PLANT LICE (INSECTA: PSYLLOIDEA) II.

J. Kontschán¹ and G. Ripka²¹Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Researches, ELKH, H-1525 Budapest, P.O. Box 102, Hungary²Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment, National Food Chain Safety Office,

H-1118 Budapest, Budaörsi út 141–145, Hungary

E-mail: kontschan.jeno@atk.hu

New occurrences of fourteen jumping plant lice (Insecta: Psylloidea) are presented from neglected or scarcely investigated regions of Hungary. Three species [*Acizzia jamatonica* (Kuwayama, 1908), *Cacopsylla pulchella* (Löw, 1877), and *Livilla variegata* (Löw, 1881)] from the listed ones are alien, non-indigenous species in Hungary. This study contains the first occurrence data of *Livilla variegata* out of Budapest with a short description and original new illustrations about this species. A brief description and new drawings are also presented about the window-feeding *Cacopsylla pulchra* (Zetterstedt, 1840). Forage kochia, *Kochia prostrata* is reported as a new host plant of *Trioza chenopodii* Reuter, 1876.

Keywords: Psylloidea, occurrences, Hungary

Érkezett: 2021. július 13.

NÖVÉNYVÉDELEM FOLYÓIRAT MEGRENDELÉS

Megrendelés hosszabbítása a 2021. évre

Előfizetési díj a 2021. évre: 9400 Ft/év. Példányonkénti ár: 940 Ft

Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi Társaság tagjainak: 8800 Ft/év

Diákoknak kedvezményesen 7000 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 2021. február 5-ig befizetem** Az előfizetési díjhoz csekket kérek **Megrendelő** adószáma:**Kézbesítés helye**

Neve:

Név:

Számlázási címe: Cím:

Ügyintéző neve:

Telefon: Fax:

E-mail:

Dátum:

Aláírás:

Növényvédelem Szerkesztősége

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

e-mail: balazs.klara@atk.hu

A KLÓRANTRANILIPROL ÉS AZ INDOXAKARB TOXIKOLÓGIAI ÉS SZUBLETÁLIS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA *SPODOPTERA LITTORALIS* (BOISD.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) FEJLŐDÉSÉRE, REPRODUKCIÓS KÉPESSÉGEIRE

Moustafa A. M. Moataz¹, Hamow Kamirán Áron², Mikó Zsanett², Molnár Béla Péter² és Fónagy Adrien²

¹Department of Economic Entomology and Pesticides, Faculty of Agriculture, Cairo University, 12613 Giza, Egyiptom

²ATK Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman O. út 15., Magyarország

A klórantraniliprol (*Coragen*[®]) és az indoxakarb (*Avaunt*[®]) inszekticidek jó eredménnyel alkalmazhatóak kártevő lepkéfajok ellen. Ismereteink bővítése e szerek hatásmechanizmusa területén nélkülözhetetlen. A *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) esetében etetéses módszerrel (inszekticidek vizes oldatával kezelt ricinuslevelekkel 24 órán át) meghatároztuk az LC_{10} , LC_{50} és LC_{90} letális koncentráció értékeit valamennyi lárvastádiumban. Ezt követően szubletális hatásokat vizsgálándó, 24 órán át etettünk második stádiumú lárvákat (LC_{10}) és megfigyeltük a lárvális fejlődést, a bábállapot hosszúságát, báb tömeget, kelési arányt, valamint a fekunditást és fertilitást. Összehasonlításképpen, ugyanezeket a paramétereket megvizsgáltuk (LC_{50}) koncentrációban is. A nőstények csalogató viselkedésének mértékét egytől öt napos korukig figyeltük meg, továbbá gázkromatográffal kapcsolt tömegspektrométerrel megmértük a szexferomon komponenseinek mennyiségét. A kezelések LC_{50} és LC_{10} koncentrációban szignifikánsan növelték a *S. littoralis* lárvák és bábok fejlődési idejét, és negatívan befolyásolták a reprodukciós aktivitást. A nőstények csalogató viselkedése 50–60 százalékkal csökkent a kezeletlen kontrollhoz képest. A kezelés csak kis mértékben csökkentette a feromon össz mennyiségét, de az ötféle komponensre valamelyest eltérő mértékben hatott. Megállapítható, hogy ezek az inszekticidek jó alternatívák lehetnek a *S. littoralis* gyérítésére akár már kisebb koncentrációban is.

Kulcsszavak: Inszekticidek, peszticidek, klórantraniliprol, indoxakarb, toxicitás, szubletális koncentrációk, *Spodoptera littoralis*

A trópusi lápi-bagolylepke (közismert angol neve: cotton leafworm), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), veszélyes polifág kártevője különböző haszonnövényeknek elsősorban a gyapotnak, zöldségféléknek és gyümölcsöknek is (Pineda és mtsai 2004) trópusi és szubtrópusi területeken (Carter 1984). A *S. littoralis* körülbelül 90 különféle gazdaságilag fontos termesztett növényfajban okoz jelentős terménycsökkenést (El-Sheikh és mtsai 2018). A *S. littoralis* ellen használt különböző szintetikus kemikáliák rendszeres alkalmazása a legtöbb szer ellen rezisztencia kialakulásához vezetett (Aydin és Gürkan 2006, Ishaaya és mtsai 1995), még az újabb bioinszekticidek

esetében is, mint a spinozad vagy abamektin (Gamal és mtsai 2009). Ezért további igény merül fel, hogy újabb típusú és hatásmechanizmusú inszekticideket vessünk be, melyek lassítják vagy akár megelőzik a rezisztencia kialakulását.

Az antranil-diamid csoportba tartozó szelektív inszekticid a klórantraniliprol (DuPont fejlesztésű és Rynaxipyr néven is ismert) egy nagyon ígéretes növényvédőszer, mely az emlősökre nézve csekély veszélyt rejt (Lahm és mtsai 2009). A klórantraniliprol (Bentley és mtsai 2010), a kártevő lepkék széles körében eredményesen alkalmazható (Hannig és mtsai 2009, Lahm és mtsai 2005), és más rovarren-

dekben, pl. bogarakban és kétszárnyúakban is jól használható (Lanka és mtsai 2013, Sattelle és mtsai 2008). A klórantraniliprol 28-as besorolása az Insecticide Resistance Action Committee szerint (IRAC 2019). A rianodin receptorhoz (nem feszültségfüggő kalciumcsatorna) kapcsolódva a Ca^{2+} ionok izmokban történő megfelelő áramlását bénítja. Az izmok összehúzódásának befolyásolásával gátolja a táplálkozást, letargiát, paralízist okoz, és végül pusztuláshoz vezet. A hatásmechanizmusának köszönhetően csökkenti a rezisztencia kialakulásának lehetőségét is (Guo és mtsai 2013).

Az indoxakarb egy másik vegyület, az oxadiazin osztályba sorolt szelektív inszekticid, amit mezőgazdaságban, illetve városi környezetben egyaránt alkalmaznak (Gondhalekar és mtsai 2011, Harder és mtsai 1996, Wing és mtsai 2000). Az 22A (IRAC 2019) besorolású feszültségfüggő Na^{+} -csatorna blokkoló indoxokarbot a rovarok észteráz és amidáz enzimek alakítják a biológiailag aktív dekarbometoxilát származékká (Wing és mtsai 1998, Zhao és mtsai 2005). Az izmok paralizálódnak, ami a táplálkozás felhagyásával jár, majd a lárvák elpusztulnak.

A nemek egymásra találásának rendkívül fontos szerepe van az imágók esetében, hogy párosodjanak és szaporodhassanak. Többnyire a nőstény lepke termel egy fajspecifikus feromon elegyet a feromonmirigyben (FM), ami egy módosult hámszöveti része a tojócsőnek (Percy és Weatherson 1974). A bagolylepkék feromonja rendszerint hosszú szénláncú alifás komponensek keveréke, melyek gyakran 1–3 kettős kötést is tartalmaznak (Ando és mtsai 2004). A feromon kibocsátása szorosan igazodik a hímek aktivitásához (Raina és mtsai 1987). A napi ciklusosságot mutató párzási hajlandóságot Silvegren és mtsai (2005) részletesen tanulmányozták *S. littoralis*-ban. A *S. littoralis* nőstények FM-ben a kelést követő 1–3 nap folyamán termelték a feromont a legnagyobb mennyiségben, mégpedig a sötét fázis második–harmadik órájában (Dunkelblum és mtsai 1987). Számos, főleg C_{14} acetátot azonosítottak *S. littoralis* FM kivonatokból (Nesbitt és mtsai 1973; Tamaki és Yushima 1974; The Pherobase). Az egyiptomi törzsben a fő komponensek a (Z,E)-9,11-

tetradekadién-1-ol-acetát [(Z,E) 9,11–14:Ac] és a (Z,E)-9,12-tetradekadién-1-ol-acetát [(Z,E) 9,12–14:Ac], három alkotórészrel együtt: (Z)-9-tetradecenil-acetát (Z9–14:Ac), (E)-11-tetradecenil-acetát (E11–14:Ac) és a Z-11-tetradecenil-acetát (Z11–14:Ac) (Campion és mtsai 1980, The Pherobase).

Az eredményes növényvédelem az inszekticid hatékonyságának és hatástartamának függvénye, ezért a szubletális hatások vizsgálata kiemelt fontosságúak. Számos tanulmány számolt be lepkékártevők esetében a szubletális dózisok hatásairól, például *Plutella xylostella* faj esetében (Guo és mtsai 2013, Wang és mtsai 2011, Yin és mtsai 2008), továbbá a *Helicoverpa armigera*, a *S. littoralis* és *Mamestra brassicae* fajoknál (El-Sheik 2015, Moustafa és mtsai 2016, 2020, Parsaeyan és mtsai 2013, Shen és mtsai 2013). A szubletális dózisok/koncentrációk viselkedési zavarokat, élettani változásokat eredményezhetnek, aminek jelentős kihatása lehet a rovar egész életére (Desneux és mtsai 2007). A bemutatott tanulmányunk a *S. littoralis* érzékenységet mutatja be klórantraniliprol, illetve indoxakarb szubletális koncentrációival szemben (LC_{10} , LC_{50}) második lárv stádiumban történő kezelést követően. Megfigyeltük a fejlődési stádiumok hosszát, azok jellemzőit, az imágók kelését, valamint a reprodukciós képességeiket a csalogató viselkedést, a termelt feromon mennyiségét és összetételét, a fekunditást és a fertilitást.

Anyag és módszer

Spodoptera littoralis tenyésztés

A *S. littoralis* egyedeket Giza tartományban (Egyiptom) szabadföldről gyűjtötték. Több mint 20 generáción keresztül inszekticidektől mentes körülmények között tartották El-Defrawi és mtsai (1964) leírása alapján. Magyarországra bábállapotban kerültek, kísérleti céllal (Eng. szám: PE-06/KA/01478-2/2018; Pest megyei Kormányhivatal, Érdi Járási Hivatal). A rovarokat egy elkülönített helyiségben, ellenőrzött körülmények ($25 \pm 1^{\circ}C$, $75 \pm 5\%$ relatív páratartalom) között, 16:8 h fény–sötét ciklusban

(8:00–16:00 h a sötét periódus) tartottuk. A lárvákat üvegházban nevelt friss ricinuslevelekkel (*Ricinus communis*; Malpighiales: Euphorbiaceae) tápláltuk műanyag hálóval letakart nagy egérpoharakban (18 × 14 cm), majd a hatodik stádium végén sterilizált földet tartalmazó lavórokba helyeztük. A bábokat 10 nap múlva kiszedtük, nemek szerint elkülönítettük és legyezőszerűen hajtogatott csomagolópapírral kibélelt kis egérpoharakba (12 × 10 cm) helyeztük. A kikelő imágókat 10%-os cukoroldattal tápláltuk.

Inszekticidek és vegyszerek

A klórántraniliprolt (Coragen® 20%, koncentrált szuszpenzió, DuPont, Franciaország), és indoxakarbot (Avaunt® 15%, emulgeálható koncentrátum, DuPont) vizes oldatban használtuk. A feromonkomponensek azonosítását szolgáló összehasonlító szintetikus vegyületeket a Pherobanktól BV (Hollandia), az *n*-hexánt a Mercktől (Németország) vásároltuk.

Letális és szubletális koncentrációk meghatározása

A kétféle inszekticiddel úgy kezeltük a leveleket, hogy a megfelelő koncentrációjú vizes oldatba mártottuk 20 másodpercre. A vizsgálatot mind a 6 stádiumban elvégeztük frissen vedlett lárvákat használva. A klórántraniliprol esetében 0,0078–4 mg/l, (azaz 1. és 2. stádiumokban: 0,0078, 0,0156, 0,0312, 0,0625, 0,125 mg/l; 3.–5. stádiumokban: 0,125, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 mg/l; 6. stádiumban: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 mg/l) míg az indoxakarb esetében 0,0019–4 mg/l koncentrációtartományban (1. stádiumban: 0,0019, 0,0039, 0,0078, 0,0156, 0,0312 mg/l; 2. stádiumban: 0,0078, 0,0156, 0,0312, 0,0625, 0,125 mg/l; 3. stádiumban: 0,0312, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5 mg/l; 4. stádiumban: 0,125, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 mg/l; 5., 6. stádiumokban: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 mg/l) vizsgáltuk a mortalitást (A gyakorlati szokásnak megfelelően a laboratóriumi koncentrációk egy nagyságrenddel kisebbek a szabadföldre ajánlott LC₅₀ értékhez viszonyítva). A bemártott, majd megszáritott teljes leve-

leket kis egérpoharakba helyeztük 25–25 lárvá mellé négy ismétlésben, és a leveleket 24 óra elteltével kezeletlenekre cseréltük. Becslésünk szerint a levelek 5–10%-át fogyasztják el a lárvák, a kezeléstől függetlenül. A mortalitást 24, illetve 96 óra után ellenőriztük. A teljes kísérletet kétszer ismételtük.

A klórántraniliprol és az indoxakarb szubletális koncentrációinak hatása a fejlődésre

A megállapított szubletális koncentrációkat alkalmazva folytattuk a vizsgálatokat. A klórántraniliprol, illetve az indoxakarb kezelése során az LC₁₀ (0,01, illetve 0,001 mg/l) és LC₅₀ (0,09, valamint 0,01 mg/l) koncentrációjú oldatokba merítettük a leveleket. Száradás után második stádiumú lárvákat (25–25 db, négy ismétlésben) helyeztünk a levelekre kis egérpoharakban. Kezeletlen levelekre helyeztük át a lárvákat 24 óra elteltével és a mortalitást naponta ellenőriztük a bábozódásig. Nagy egérpoharakba steril földet raktunk, ricinuslevelekkel takartuk, majd a bábozódás előtti lárvákat ebbe helyeztük. Néhány nap elteltével (3–5 nap) a bábokat a földből kiszedtük, meghatároztuk a nemüket, súlyukat, és a továbbiakban külön tartottuk őket kis műanyag poharakban, nedves vattával, hálóval lefedve. A bábok arányát, illetve a kelés százalékát (a kelés napját 0 naposként határoztuk meg) az alábbi képletek szerint számítottuk:

$$\begin{aligned} \text{Bábozódás százaléka} &= \\ &= \frac{\text{bábok száma/összes élő lárvá száma}}{\text{a kezelést követően}} \times 100 \\ \text{Kelési százalék} &= \\ &= \frac{\text{imágók száma/összes báb száma}}{\text{a kezelést követően}} \times 100 \end{aligned}$$

Csalogató viselkedés megfigyelése

A csalogató viselkedést 1–5 napig (n = 9 nőstény, kezelésenként) figyeltük meg kis egérpoharakban azon szűz nőstények esetében melyeket szubletális dózissal ettünk (LC₁₀ és LC₅₀ érték) második lárvastádiumban, Moustafa és mtsai. (2020) szerint, némi módosítással. A megfigyelést vörös színű led világitással ellá-

tott külön szobában végeztük 60 percenként a sötét fázisban 8:00-tól 16:00 óráig.

Fekunditás (tojásszám) és fertilitás (kelési arány) vizsgálata

Miután mindkét inszekticid esetében (LC_{10} és LC_{50} érték) megtörtént a második stádiumú lárvák etetése, a túlélő és kifejlődött imágókból 5 nőtényt és 7 hímeket kis egérpoharakba helyeztük hasonlóképpen, mint Moustafa és mtsai. (2020) leírták. Három ismétlést állítottunk be az LC_{10} és LC_{50} koncentrációk esetében. A tojásokat tartalmazó barna csomagoló papírt naponta cseréltük, majd megszámloltuk a tojásokat. A tojásrakást a hatodik napig követtük nyomon az alábbi képlet szerint:

$$\text{Kelési százalék} = \frac{\text{kikelt tojások száma}}{\text{összes tojás}} \times 100.$$

Feromonmirigy kivonatok készítése

A feromonösszetétel elemzéséhez 4–5 FM-ből készítettünk kivonatokot. A két napos szűz nőtényekből a sötétszakasz 2–4. órája között metszettük ki a mirigyeket és szobahőmérsékleten egy órán át extraháltuk 50 μ l *n*-hexánban. A kivonatokot boroszilikát mintatartókba, majd azokat 1,5 ml-es injektáló fiolába helyeztük. Ezt követően 5 μ l *n*-hexánban oldott 500 ng tridecyl-acetátot (13:OAc, belső standard) adtunk a mintákhoz, s végül teflonbélelésű kupakkal lezártuk és a mérésig -30 °C-on tároltuk a fiolákat.

Feromonkomponensek mérése gázkromatográfhoz kapcsolt tömegspektrométerrel (GC-MS)

A mintabevitelt és a szeparációt egy Agilent (Santa Clara, California, USA) 6890 GC rendszeren végeztük, amihez Agilent 5973 MS rendszer volt kapcsolva. Az injektor hőmérséklet 220 °C, az injektálási térfogat 1 μ l volt „splitless” üzemmódban, míg a „purge flow-t” 20 ml/percre állítottuk a mérés második percétől kezdődően. Vivőgázként 6.0 tisztaságú héliumot használtunk 1 ml/perc konstans áramlás

üzemmódban. Az elválasztást egy Agilent J&W VF WAXms (60 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m) poláris kapilláris oszlopon végeztük. A hőmérséklet 50 °C-ról indult, amit 1 percig tartottunk, ezt követően 20 °C/perccel 90 °C-ra, majd 10 °C/perccel 190 °C-ra, végül 4 °C/perccel 240 fokra emeltük és 4 percig tartottuk. Futást követően az oszlopot 245 °C-ra fűtöttük és 3 percig tartottuk ezt a hőmérsékletet a kiindulási állapothoz. Elsőként tanúsított referenciaanyagokat injektáltuk pásztázó módban, majd a legkarakterisztikusabb ionok *m/z* értékeinek kiválasztásával szelektív ionkövetéses célzott mennyiségi elemzési MS módszert alkalmaztunk. A NIST 17 tömegspektrum adatbázis segítségével azonosítottuk a komponenseket. A kvantitatív mérésekhez az MS 20 Hz-es felvételezési sebességgel gyűjtötte az egyes tömeg/töltésű (*m/z*) ionokat, kiválasztott ionkövetés (SIM) üzemmódban. Az egyes komponenseknél az első ion a legjobb jel/zaj viszonytal rendelkező kvantitatív ion, míg a második a minőségi megerősítést szolgáló ion *m/z* értéke:

Belső standard (13:OAc) 16,97 perces retenciósi idővel (RT), *m/z* 83, 69; Z9–14:Ac (RT: 19,015 perc), *m/z* 96, 86. E11–14:Ac (RT: 19,05 perc); Z11–14:Ac (RT: 19,25 perc) *m/z* 68, 82. (Z,E) 9,12–14:Ac (RT: 20,19 perc) és végül (Z,E) 9,11–14:Ac (RT: 21,25 perc) *m/z* 67, 79. Az Agilent Enhanced MSD ChemStation szoftver kezelte a GC és MS paramétereket a futások során. A minőségi és mennyiségi elemzéshez a Mass Hunter Workstation Quantitative Analysis B.09.00 programot használtuk

Statisztikai elemzés

Probit analízist (EPA Probit Analysis Program, ver. 1.5) használtunk a letális (LC_{90}), valamint a szubletális értékek (LC_{10} and LC_{50}) meghatározásához a klórantraniliprol, illetve az indoxakarb kezelést követő 4. napon. További elemzésekhez egy-utas ANOVA (SAS 2001) vizsgálatot végeztünk Tukey-féle Honestly Significant Different (HSD-teszt, Tukey becsléses szignifikancia) *post hoc* teszttel kiegészítve a mindenkorai kontrollok és különféle kezelések között.

Eredmények

A klórántraniliprol és az indoxakarb hatása a különböző lárvastádiumokban

A *S. littoralis* lárvák esetében a klórántraniliprol LC₁₀ és LC₅₀ értékei 0,014-től 0,323 mg/l-ig, illetve 0,06-től 1,07 mg/l-ig terjedtek az első és hatodik lárvastádiumig bezárólag, míg az LC₉₀ értékek 0,34-től 3,54 mg/l-ig adódtak (1. táblázat). Ezzel ellentétben, az LC₁₀ és LC₅₀ értékei az indoxakarb kezelés következté-

ben 0,001-től 0,055-ig, és 0,005-től 0,81 mg/l-ig változtak, a hat lárvastádiumban, miközben az LC₉₀ értékek 0,021-től 11,87 mg/l-ig emelkedtek (2. táblázat).

A klórántraniliprol és indoxakarb szubletális koncentrációban tapasztalt hatása:

– a fejlődésre

Mindkét inszekticiddel történő kezelés szignifikánsan növelte a lárvális, valamint bábállapot időtartamát (1. ábra A, B). A bábozódási arányt

1. táblázat

A számított LC₁₀, LC₅₀ és LC₉₀ értékek a klórántraniliprollal kezelt *S. littoralis* lárvákon

Elsőtől a hatodik stádiumú lárvákat etettünk különböző koncentrációjú (0,0019-től 4 mg/l-ig, lsd. Anyag és módszer) klórántraniliprollal kezelt ricinuslevelekkel. Egy nap elteltével (24 óra) kezeletlen friss levelekre helyeztük a lárvákat és feljegyeztük a mortalitást. A kísérletet négy ismétlésben (n = 25 lárvá), kétszer végeztük el.

Lárva stádium	LC ₁₀ (mg/l) ^a (95% (95 % konfidencia határ)	LC ₅₀ (mg/l) ^b (95 % konfidencia határ)	LC ₉₀ (mg/l) ^c (95 % konfidencia határ)	Meredekség±SE
1.	0,014 (0,004–0,023)	0,06 (0,044–0,145)	0,34 (0,157–2,981)	1,82 ± 0,284
2.	0,019 (0,015–0,024)^d	0,09 (0,075–0,114)^d	0,41 (0,286–0,729)	1,91 ± 0,190
3.	0,024 (0,01–0,10)	0,20 (0,001–0,479)	1,67 (0,646–2,429)	1,39 ± 0,404
4.	0,058 (0,039–0,078)	0,23 (0,195–0,270)	0,93 (0,765–1,214)	2,12 ± 0,187
5.	0,175 (0,70–0,288)	0,76 (0,554–0,970)	3,37(2,445–5,883)	1,99 ± 0,418
6.	0,323 (0,152–0,483)	1,07 (0,809–1,360)	3,54 (2,529–6,499)	2,46 ± 0,319

^a LC₁₀: 10%-os mortalitást okozó koncentráció

^c LC₉₀: 90%-os mortalitást okozó koncentráció

^b LC₅₀: 50%-os mortalitást okozó koncentráció

^d A második stádiumokban alkalmazott LC₁₀ és LC₅₀-os koncentrációk.

2. táblázat

A számított LC₁₀, LC₅₀ és LC₉₀ értékek az indoxakarbval kezelt *S. littoralis* lárvákra

Elsőtől a hatodik stádiumú lárvákat etettünk különböző koncentrációjú (0,0019-től 4 mg/l-ig, lsd. Anyag és módszer) indoxakarbval kezelt ricinuslevelekkel. Egy nap elteltével (24 óra) kezeletlen friss levelekre helyeztük a lárvákat és feljegyeztük a mortalitást. A kísérletet négy ismétlésben (n = 25 lárvá), kétszer végeztük el.

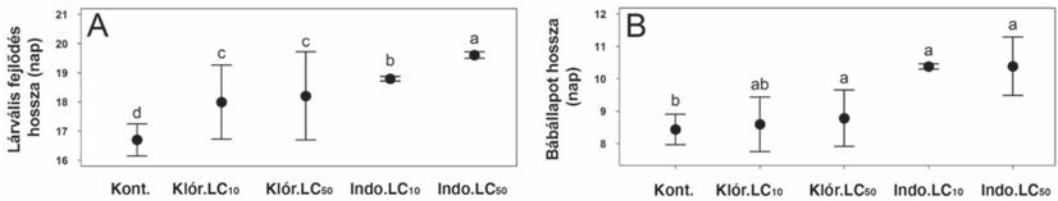
Lárva-stádium	LC ₁₀ (mg/l) ^a (95 % konfidencia határ)	LC ₅₀ (mg/l) ^b (95 % konfidencia határ)	LC ₉₀ (mg/l) ^c (95 % konfidencia határ)	Meredekség ± SE
1.	0,001 (0,001–0,002)	0,005 (0,004–0,006)	0,021 (0,014–0,039)	2,00 ± 0,303
2.	0,001 (0,001–0,002)	0,01 (0,008–0,020)^d	0,17 (0,084–1,260)	1,15 ± 0,278
3.	0,003 (0,001–0,010)	0,03 (0,017–0,057)	0,44 (0,240–2,140)	1,20 ± 0,286
4.	0,016 (0,002–0,040)	0,13 (0,062–0,188)	1,04(0,660–2,820)	1,41 ± 0,304
5.	0,041 (0,021–0,063)	0,31 (0,251–0,380)	2,43 (1,735–3,952)	1,44 ± 0,150
6.	0,055 (0,011–0,124)	0,81 (0,547–1,145)	11,87 (5,779–50,448)	1,09 ± 0,199

^a LC₁₀: 10%-os mortalitást okozó koncentráció

^c LC₉₀: 90%-os mortalitást okozó koncentráció

^b LC₅₀: 50%-os mortalitást okozó koncentráció

^d A második stádiumokban alkalmazott LC₁₀ és LC₅₀-os koncentrációk.



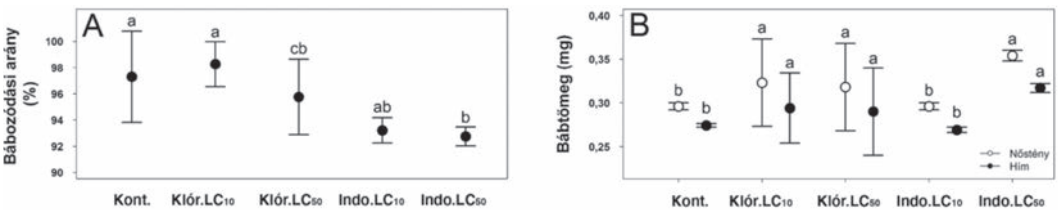
1. ábra. A klórántraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a lárvafejlődés időtartamára (A) és a bábállapot hosszára (B)

A ricinus friss leveleit klórántraniliprol (Klór.), valamint az indoxakarb (Indo.) LC₁₀ és LC₅₀ koncentrációjú oldatába merítettük 20 mp-ig, míg a kezeletlen kontrollt (Kont.) vízbe. A szárítást követően kis egérpohárba helyeztük azokat és 25–25 db második stádiumú lárvát (4 ismétlésben) helyeztünk a levelekre, majd lefedtük az edényt. Kezeletlen levelekre helyeztük át a lárvákat 24 óra elteltével. A fejlődésük során kétnaponta friss leveleket kaptak. Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag ±SE, p<0,05. Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan (1.–4. ábrák).

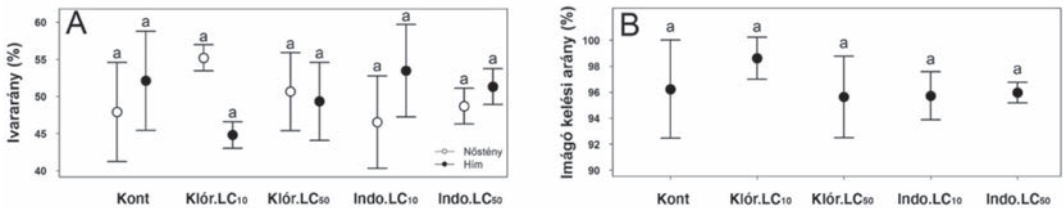
minkét inszekticid szignifikánsan csökkentette LC₅₀ koncentrációban (2. ábra A), miközben a báb tömeg szignifikánsan nőtt a klórántraniliprol LC₁₀ és LC₅₀, valamint indoxakarb LC₅₀ koncentrációk hatására (2. ábra B). Ezekkel szemben egyik inszekticides kezelés sem gyakorolt statisztikailag szignifikáns hatást az ivararányra és az imágó kelési arányra (3. ábra A, B).

– a fekunditásra és a fertilitásra

Egyik inszekticid sem mutatott szignifikáns hatást a vizsgált koncentrációkban a nőstények tojásrakására (fekunditás) (4. ábra A). Ami a lárvakelést illeti (fertilitás), a klórántraniliprol LC₁₀ és LC₅₀ koncentrációban nem befolyásolta, míg az indoxakarb LC₅₀ kezelés jelentősen csökkentette a kelést (4. ábra B).

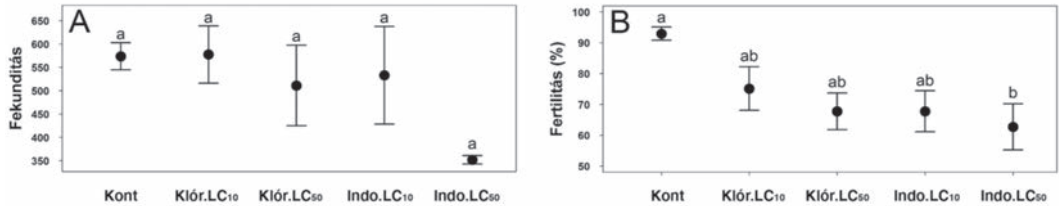


2. ábra. A klórántraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a bábozódási arányra (A) és a báb tömegre (B) A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. Nagy egérpoharakba steril földet raktunk, ricinuslevéllel takartuk és a hatodik stádiumú lárvákat át pakoltuk a levelekre. A bábokat 3–5 nap elteltével kirostáltuk, feljegyeztük a bábozódás arányát és a báb tömeget.



3. ábra. A klórántraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása az ivararányra (A) és az imágók kelési arányára (B)

A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A bábok kiszedését követően megállapítottuk nemüket, majd külön-külön kis műanyag pohárkába helyeztük, nedves vattával és tüllel takarva. A kelési arányt is feljegyeztük.



4. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a fekundításra (A) és a fertilitásra (B) A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A túlélő imágókat a kelést követően (5 nőtény és 7 hím) kis egérpohárba helyeztük, mézes vízzel láttuk el, valamint hullámos barna papírral béleltük és tüllel takartuk. A tojásokat tartalmazó barna csomagolópapírt naponta cseréltük, a tojásokat megszámoztuk (2–6 napig). A tojásokat nedvességet tartalmazó Petri-csészékbe helyeztük, majd megállapítottuk a kelési százalékot. Három ismétlést állítottunk be.

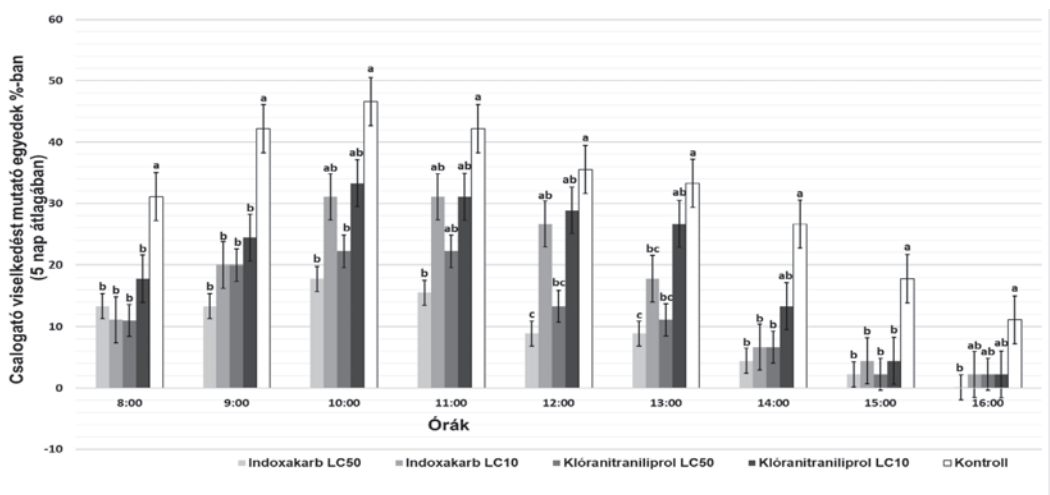
– a csalogató viselkedésre

A csalogató viselkedés a legintenzívebb a sötét fázis második (09:00) és a negyedik (11:00) órája között volt a két napos kontroll nőtényekben. A második stádiumú lárvák kezelt levelekkel történő etetését követően mindkét inszekticid csökkenést idézett elő a csalogató viselkedésben; a klórtraniliprol LC₁₀ esetében a nőtények 24,42±4,1%-a és 31,08±8,1%-a mutatott csalogató viselkedést 9:00, illetve 11:00 órakor, szemben a kontroll állatoknál tapasztalt 46,2±5,8 százalékkal. A klórtraniliprol LC₅₀-nél 19,98±2,2% és 22,2±7,8%, míg az indoxakarb esetében LC₁₀-nél mindössze 19,98±2,2% és 31,08±6,4%,

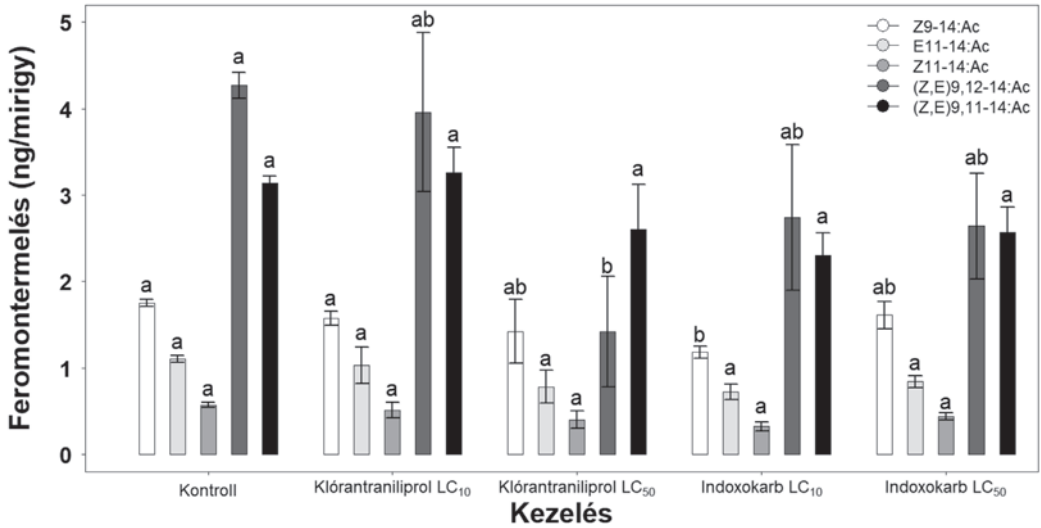
valamint LC₅₀-nél 13,32±2,2% és 17,76±4,4%-ban mutattak csalogató viselkedést az említett két időpontban. Összességben az LC₅₀-es koncentrációknál 50–60%-os a visszaesés (5. ábra).

– a feromonkomponensek mennyiségére

A GC–MS módszer segítségével 5 feromonkomponens mennyiségét határoztuk meg, közöttük a két legfontosabb, a (Z,E)9,12–14:Ac és a (Z,E)9,11–14:Ac, változásait. A 6. ábrán az öt összetevő a retenciós idők sorrendjében van feltüntetve (ng/FM). A kezelések általában nem eredményeztek szignifikáns csökkenést a komponensek mennyiségében a kontrollhoz képest, kivéve a klórtraniliprol LC₅₀ esetében a fő



5. ábra. A klórtraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a csalogató viselkedésre A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A megfigyelést 60 percenként végeztük, 8 órás intervallumban, 1–5 napig átlagolva (n=9 nőtény). Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag ±SE) ($p < 0,05$, Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan.



6. ábra. A klórántraniliprol, valamint az indoxakarb kezelések hatása a feromon komponenseinek mennyiségére. A kezelés tekintetében az 1. ábránál leírtak szerint jártunk el. A feromonkoncentrációkat ($n = 4-5$ FM kezelésként), a második nap 2–4 órája között végeztük el, három ismétlésben. Az összetevőket gázkromatográfhoz kapcsolt tömegspektrometriával határoztuk meg. Az azonos betűvel jelölt oszlopok (átlag \pm SE) ($p < 0,05$, Tukey féle HSD *post hoc* teszt alkalmazásával) nem különböznek szignifikánsan a kontrollokhoz képest.

komponens, (Z,E)9,12–14:Ac tekintetében, és az indoxakarb LC₁₀ vonatkozásában, egy mellék komponens, a Z9–14:Ac-ot illetően.

Következtetések

A klórántraniliprol és az indoxakarb ígéretes alternatív szer a növényvédelemben. Az új típusú peszticidek hatásainak megismerése fontos tényező a rezisztencia kialakulásának megelőzésében. Így csökkenthetjük annak a veszélyét, hogy a szert nem megfelelően alkalmazva – és a környezetet terhelve – sikertelen védekezést hajtsunk végre (Liu és mtsai 2011). Ennek a tanulmánynak az volt a célja, hogy jobban megismerjük a klórántraniliprol és az indoxakarb inszekticid aktivitását és latens hatásait a *S. littoralis*-ra.

Eredményeink azt mutatják, hogy a *S. littoralis* érzékenysége a klórántraniliprol és az indoxakarb rovarölőszerekkel szemben a lárvák fejlődésének előrehaladtával csökken. A hatodik stádiumú lárvák jóval magasabb toleranciát mutatnak, mint az első vagy második stádiumú lárvák (1. és 2. táblázatok). Egy

szervezet érzékenysége bármilyen kemikáliával szemben számos olyan tényezőtől függ, mint a méret, táplálkozás vagy fiziológiai állapot (Liu és Trumble 2005, Stark és Rangus 1994, Yin és mtsai 2008). A korai lárvastádiumhoz képest a hatodik stádiumú lárvák esetében a tolerancia növekedése 283-szoros volt a klórántraniliprol, míg az indoxakarb esetében 162-szeresnek adódott. Hasonlóképpen, Gamil és mtsai (2011) a *S. littoralis*-ban azt találták, hogy a második stádiumú lárvák sokkal érzékenyebbek voltak indoxakarbba, mint a negyedik stádiumúak. A *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) egy laboratóriumúban fenntartott vonala sokkal érzékenyebb volt a klórántraniliprolal szemben (LC₅₀ = 0,014 mg/l) mint 18 másik, Kínában szabadföldről begyűjtött vonal (Lai és Su 2011). *A.H. armigera* szintén toleránsabb volt indoxakarbba (LC₅₀ = 0,147 μ g/ml), mint klórántraniliprolal (LC₅₀ = 0,0147 μ g/ml) szemben (Bird 2015). Nemrég Cui és mtsai (2018) közölték egy 5,93 mg/l indoxakarb LC₅₀ értéket harmadik stádiumú *H. armigera* lárvákban, ami valószínűtlenül magas. Rovarak esetében gyakran előfordul,

hogyan szubletális dózisú inszekticid hatásnak vannak kitéve, például a kezelést követően a kemikália lebomlásának köszönhetően. Tehát amikor szubletális koncentrációkkal kezelünk, az valójában a szabadföldi körülményeket modellezi. A jelentősen megnövekedett kártételhez is vezethet. Ezek az eredmények összhangban vannak El-Dewy (2017) által közltekkel, aki azt találta, hogy mindkét inszekticid jelentősen megnövelte a fejlődési időt, ha negyedik stádiumú *S. littoralis* lárvákat etettek LC₂₅ koncentrációval kezelt levelekkel. *A.P. xylostella* fejlődését szintén hátráltatta, amikor mindkét inszekticiddel kezelték szubletális dózisban (Guo és mtsai 2013, Wang és mtsai 2011). A fejlődési idő növekedéséről született beszámolók összhangban vannak azzal, amit Yin és mtsai (2008) és Liu és Trumble (2005) találtak *P. xylostella* és *Bactericera cockerelli* (Šule) (Hemiptera: Trioizidae) fajokban.

A nőtények csalogató viselkedése a kezeletlen kontrollokban azonos volt a korábban leírtakhoz képest (Dunkelblum és mtsai 1987, Silvegren és mtsai 2005). Amint az 5. ábrán látható, az intenzív csalogató viselkedés csúcsa a sötétszakasz második és negyedik órájára esik, majd fokozatosan csökken és 10%-ra esik vissza a sötétszakasz végére. Hasonló drasztikus visszaesés volt tapasztalható a *M. brassicae* esetében, miután szubletális koncentrációkat keverték felszintetikus tápba spinozadból és emamektin-benzoáttól (Moustafa és mtsai 2016). A *P. xylostella* nőtények esetében, amikor harmadik stádiumú lárvákat szubletális dózisú indoxakarból kezelt levéllel etettek, eleinte egy intenzív csalogató viselkedés volt megfigyelhető a sötétfázis elején, ami hamarosan visszaesett a normális mértékre (Wang és mtsai 2011).

A szexferomon termelése szorosan összehangolt élettani folyamatok eredménye, melyek hormonális és idegi szabályozás alatt állnak. Az éjszakai kártevő lepkék esetében a feromon termelődését a feromon bioszintézisét aktiváló neuropeptid (PBAN) szabályozza kártevő bagolylepkék (Noctuidae) fajok öbbségénél a sötét-fázis végére esik (Bloch és mtsai 2013,

Hull és Fónagy 2019). A *S. littoralis*-ban, amely jól egybevághat a csalogató viselkedéssel (Silvegren és mtsai 2005) (5. ábra) vizont a sötétszakasz második–harmadik órájában a legintenzívebb. Korábbi tanulmányokban a *S. littoralis* feromontermelését a főkomponensre (Z,E)9,11–14:Ac-ra, mely 7–8 ng/FM találták (Dunkelblum és mtsai 1987, Marco és mtsai 1996;). A mi vizsgálatainkban 4,27±015 ng/FM-et kaptunk a (Z,E)9,12–14:Ac-ra, továbbá 3,14±0,08 ng/FM-et a (Z,E)9,11–14:Ac-ra, (6. ábra). A nagyon érzékeny hőprogramnak köszönhetően melyet a SIM méréshez készítettünk, szétválaszthatók voltak a feromonkomponensek, mely értékek, ha összeadjuk őket, jól egyeznek a korábban közltekkel (Dunkelblum és mtsai 1987, Marco és mtsai 1996). A legjelentősebb visszaesést a klórántraniliprol LC₅₀ dózisának hatására az egyik főkomponens, a (Z,E)9,12–14:Ac esetében mértük (1,42±0,64 ng/FM). Hasonló jellegű eredményeket kaptunk *M. brassicae* második stádiumú lárváztatást követően spinozaddal és emamektin-benzoáttal történt kezelést követően (Moustafa és mtsai 2016). Az emamektin-benzoáttal kezeltetek esetében volt szignifikáns visszaesés a Z11–16:Ac főkomponens tekintetében.

Az új típusú inszekticidok ígéretes alternatívát nyújthatnak a hagyományos inszekticidokkal szemben. További kiegészítő vizsgálatokkal beépíthetők az Integrált Növényvédelmi eljárások lehetséges tárházába.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az egyiptomi Science & Technology Development Fund (STDF) **támogatta**, (project ID; 33353). Molnár Béla Péter Bolyai János ösztöndíjban részesül.

IRODALOM

- Ando, T., Inomata, S. and Yamamoto, M.** (2004): Lepidopteran sex pheromones. Topics in Curr Chem, 239: 51–96.
- Aydin, M.H. and Gürkan, M.O.** (2006): The efficacy of spinosad on different strains of *Spodoptera litto-*

- ralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Turk J Biol, 30: 5–9.
- Bentley, K.S., Fletcher, J.L. and Woodward, M.D.** (2010): Chlorantraniliprole: an insecticide of the anthranilic diamide class. In: Krieger, R. (Ed.), Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology. Academic Press, London. UK, pp. 2232–2242.
- Bird, L.J.** (2015): Baseline susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to indoxacarb, emamectin benzoate, and chlorantraniliprole in Australia. J Econ Entomol, 108: 294–300.
- Bloch, G., Hazan, E. and Rafaeli, A.** (2013): Circadian rhythms and endocrine functions in adult insects. J Insect Physiol, 59: 56–69.
- Campion, D.G., Hunter-Jones, P., McVeigh, L.J., Hall, D.R., Lester, R. and Nesbitt, B.F.** (1980): Modification of the attractiveness of the primary pheromone component of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), by secondary pheromone components and related chemicals. Bull Entomol Res, 70: 417–434.
- Carter, D.** (1984): Pest lepidoptera of Europe with Special Reference to the British Isles. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Cui, L., Wang, Q., Qi, H., Wang, Q., Yuan, H. and Ru, C.** (2018): Resistance selection of indoxacarb in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): cross-resistance, biochemical mechanisms and associated fitness costs. Pest Manag Sci, 74: 2636–2644.
- Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J.M.** (2007): The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annu Rev Entomol, 52: 81–106.
- Dunkelblum, E., Kehat, M., Harel, M. and Gordon, D.** (1987): Sexual behaviour and pheromone titre of the *Spodoptera littoralis* female moth. Entomol Exp Appl, 44: 241–247.
- El-Defrawi, M.E., Tappozada, A.T., Salama, A. and El-Khishen, S.A.** (1964): Toxicological studies on the Egyptian cotton leafworm *prodenia litura* F.II. Reversions of Toxaphene resistance in the Egyptian cotton leafworm. J Econ Entomol, 18: 265–267.
- El-Dewy, M.E.H.** (2017): Influence of some novel insecticides on physiological and biological aspects of *Spodoptera littoralis* (Boisduval). Alex Sci Exchange J, 38: 250–258.
- El-Sheikh, E.A.** (2015): Comparative toxicity and sublethal effects of emamectin benzoate, lufenuron and spinosad on *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lepidoptera: Noctuidae). Crop Prot, 67: 228–234.
- El-Sheikh, E.S.A.M., El-Saleh, M.A., Aioub, A.A. and Desuky, W.M.** (2018): Toxic effects of neonicotinoid insecticides on a field strain of cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. Asian J Biol Sci, 11: 179–185.
- Gamal, A., Abdel-Raof, E. and Hossam, E.** (2009): Resistance stability to spinosad and abamectin in the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisid.). Resis Pest Manag Newslett, 19: 21–26.
- Gamil, W.E., Mariy, F.M., Youssef, L.A. and Abdel Halim, S.M.** (2011): Effect of Indoxacarb on some biological and biochemical aspects of *Spodoptera littoralis* Boisid. larvae, Ann Agri Sci, 6: 121–126.
- Gondhalekar, A.D., Song, C. and Scharf, M.E.** (2011): Development of strategies for monitoring indoxacarb and gel bait susceptibility in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). Pest Manag Sci, 67: 262–270.
- Guo, L., Desneux, N., Sonoda, S., Liang, P., Han, P. and Gao, X-W.** (2013): Sublethal and transgenerational effects of chlorantraniliprole on biological traits of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. Crop Prot, 48: 29–34.
- Hannig, G.T., Ziegler, M. and Marcon, P.G.** (2009): Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. Pest Manag Sci, 65: 969–974.
- Harder, H.H., Riley, S.L., McCann, S.F. and Irving SN** (1996): DPXMP062: a novel broad-spectrum, environmentally soft, insect control compound, Proceedings of the Brighton Conference, Brighton, UK.
- Hull, J.J. and Fónagy, A.** (2019): Molecular basis of pheromonogenesis regulation in moths. In: Olfactory Concepts of Insect Control - Alternative to insecticides. Ed: J.-F. Picimbon, Springer® Nature Switzerland AG, pp:151–202.
- Insecticide Resistance Action Committee, IRAC** (2019): IRAC Mode of Action Classification, Ver. 9.3, IRAC Mode of Action Working Group. http://www.MoA-Classification_v9.4_3March20.pdf
- Ishaaya, I., Yablonski, S. and Horowitz, A.R.** (1995): Comparative toxicity of two ecdystroids, RH-2485 and RH-5992 on susceptible and pyrethroid resistant strains of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. Phytoparasit, 23: 139–145.
- Lahm, G.P., Cordova, D. and Barry, J.D.** (2009): New and selective ryanodine receptor activators for insect control. Bioorg Med Chem Lett, 17: 4127–4133.

- Lahm, G.P., Selby, T.P., Freudenberger, J.H., Stevenson, T.M., Myers, B.J., Seburyamo, G., Smith, B.K., Flexner, L., Clark, C.E. and Cordova, D.** (2005): Insecticidal anthranilic diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bioorg Med Chem Lett*, 15: 4898–4906.
- Lanka, S.K., Ottea, J.A., Beuzelin, J.M. and Stout, M.J.** (2013): Effects of chlorantraniliprole and thiamethoxam rice seed treatments on egg numbers and first instar survival of *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae). *J Econ Entomol*, 106: 181–188.
- Lai, T. and Su, J.** (2011): Assessment of resistance risk in *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorantraniliprole. *Pest Manag Sci*, 67: 1468–1472.
- Liu, D.G. and Trumble, J.T.** (2005): Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Homoptera: Psyllidae). *Crop Prot*, 24: 111–117.
- Liu, H., Xiao, P., Liu, Y., He, J., Qiu, X. and Jiao, Y.** (2011): Resistance risk analysis and biochemical mechanism of *Spodoptera litura* to indoxacarb. *Agrochemi*, 50: 197–200.
- Marco, M.P., Fabriàs, G., Lázaro, G. and Camps, F.** (1996): Evidence for both humoral and neural regulation of sex pheromone biosynthesis in *Spodoptera littoralis*. *Arch Insect Biochem Physiol*, 31: 157–167.
- Moustafa, M.A.M., Kákai, A., Awad, M. and Fónagy, A.** (2016): Sublethal effects of spinosad and emamectin benzoate on larval development and reproductive activities of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae). *Crop Prot*, 90: 197–204.
- Moustafa, M.A.M., Kákai, A., Awad, M. és Fónagy, A.** (2020): A spinosad és az emamectin-benzoát szubletális hatásainak vizsgálata a káposzta bagolylepke (*Mamestra brassicae* L. Lepidoptera: Noctuidae) fejlődésére és reprodukciós aktivitására. *Növényvédelem*, 81 (N.S.56): 351–360.
- Nesbitt, B.F., Beevor, P.S., Cole, R.A., Lester, R. and Poppi, R.G.** (1973): Sex pheromones of two noctuid moths. *Nature*, 244: 208–209.
- Parsaeyan, E., Saber, M. and Bagheri, M.** (2013): Toxicity of emamectin benzoate and cypermethrin on biological parameters of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in laboratory conditions. *Crop Prot*, 2: 477–485.
- Percy, J.E. and Weatherston, J.** (1974): Gland structure and pheromone production in insects In: Birch M C (Ed), *Pheromones*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, London, pp. 11–34.
- Raina, A.K., Jaffe, H., Klun, J.A., Ridgway, R.L. and Hayes, D.K.** (1987): Characterization of a neurohormone that controls sex pheromone production in *Heliothis zea*. *J Insect Physiol*, 33: 809–814.
- Sattelle, D.B., Cordova, D. and Cheek, T.R.** (2008): Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. *Invert Neurosci* 8: 107–119.
- Shen, L.-Z., Chen, P.-Z., Xu, Z.-H., Deng, J.-Y., Harris, M.-K., Wanna, R., Wang, F.-M., Zhou, G.-X. and Yao, Z.-L.** (2013): Effect of larvae treated with mixed biopesticide *Bacillus thuringiensis* – Abamectin on sex pheromone communication system in cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Plos One*, 8: e68756.
- Silvegren, G., Löfstedt, C. and Rosén, W.Q.** (2005): Circadian mating activity and effect of pheromone pre-exposure on pheromone response rhythms in the moth *Spodoptera littoralis*. *J Insect Physiol*, 51: 277–286.
- Stark, J.D. and Rangus, T.M.** (1994): Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, 'Margosan-O', on the pea aphid. *Pestic Sci*, 41: 155–160.
- Tamaki, Y. and Yushima, T.** (1974): Sex pheromone of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *J Insect Physiol*, 20: 1005–1014.
- The Pherobase.** <http://www.pherobase.com/>
- Wang, G., Huang, X., Wei, H. and Fadamiro, H.Y.** (2011): Sublethal effects of larval exposure to indoxacarb on reproductive activities of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Pest Biochem Physiol*, 101: 227–231.
- Wing, K.D., Schnee, M.E., Sacher, M and Connair, M.** (1998): A novel oxadiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. *Arch Insect Biochem Physiol*, 37: 91–103.
- Wing, K.D., Sacher, M., Kagaya, Y., Tsurubuchi, Y., Mulderig, L., Connair, M and Schnee, M.** (2000): Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. *Crop Prot*, 19: 537–545.
- Yin, X.-H., Wu, Q.-J., Li, X.-F., Zhang, Y.-J. and Xu, B.-Y.** (2008): Sublethal effects of spinosad on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Crop Prot*, 27: 1385–1391.
- Zhao, X., Ikeda, T., Salgado, V.L., Yeh, J.Z. and Narahashi, T.** (2005): Block of two types of sodium channels in cockroach neurons by indoxacarb insecticides. *Neurotoxicol*, 26: 455–465.

TOXICITY AND SUBLETHAL EFFECTS OF CHORANTRANILIPROLE AND INDOXACARB ON SPODOPTERA LITTORALIS (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

M. A. M. Moustafa¹, Á. Hamow Kamirán², Zs. Mikó², B.P. Molnár² and A. Fónagy²

¹Department of Economic Entomology and Pesticides, Faculty of Agriculture, Cairo University, 12613 Giza, Egyiptom

²Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research, Herman Ottó street 15, H-1022 Budapest, Hungary

Chlorantraniliprole and indoxacarb insecticides exhibit good efficiency for control of lepidopteran pests. The current study is a comprehensive analysis on the effect of lethal and sublethal concentrations of these insecticides on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) by using the leaf dipping technique. The lethal LC₅₀ values ranged from 0.06 to 1.07 mg/l, and 0.005 to 0.81 mg/ for chlorantraniliprole and indoxacarb, respectively. Our results showed that treatment of the 2nd instar larvae with LC₅₀ concentrations of these insecticides significantly increased the length of larval and pupal duration as well as pupal weight in most cases. However, no significant differences have been found in the percentage of hatchability, except for LC₅₀ equivalent of indoxacarb. Female behavior regarding calling activity decreased by 50–60% following exposure to the LC₅₀ concentration of both insecticides. Gas chromatography coupled mass spectrometry analysis results showed that both insecticides lowered pheromone titer except chlorantraniliprole at LC₅₀ equivalent for (*Z,E*)-9,12-tetradecadien-1-ol acetate, and indoxacarb LC₁₀ equivalent for (*Z*)-9-tetradecenyl acetate. These results indicate that chlorantraniliprole and indoxacarb could be effective against *S. littoralis*, even in sublethal doses.

Keywords: Toxicity, Sublethal concentration, Chlorantraniliprole, Indoxacarb, *Spodoptera littoralis*

A NÖVÉNYVÉDELMI KLUB

2021. szeptember 6-án 14,30 órától várja az érdeklődőket a Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság (1112 Budapest, Budaörsi út 141–145.) előadótermében tartjuk.

A klubdélutánon **JORDÁN LÁSZLÓ** igazgató
Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal
Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

DRÓNOK A NÖVÉNYVÉDELEMBEN – LEHETŐSÉGEK ÉS KORLÁTOK

címen tart előadást.

VÁRJUK A FIATAL ÉRDEKLŐDŐKET AZ ÖSSZEJÖVETELEINKEN!

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

META-ANALÍZIS AZ AGRÁR KUTATÁSBAN: TUDOMÁNYOS MEGKÖZELÍTÉS ÉS STATISZTIKAI MÓDSZER

Kocsis Ivett¹, Kordás Péter², Tóth Andrea Tímea³ és Markó Gábor^{1,4}

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, 1118 Budapest, Ménesi út 44.;

*e-mail: ivett.kocsis95@gmail.com

²Eurofins Agroservice Services Kft., 2477 Vereb, Petőfi utca 10/6.

³Docler Services Kft., 1101 Budapest, Expo tér 5–7.

⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C

A 21. században kutatási eredmények és tapasztalatok széles köre áll rendelkezésünkre a legkülönbözőbb tudományterületekről. Nincs ez másként az emberiség élelmézéséhez nagymértékben hozzájáruló agrárkutatásban sem, az elmúlt évszázadok alatt hatalmas mennyiségű, értékes tudásanyagot halmoztak fel a kutatók. A különböző részterületeken végzett kutatások azonban, az esetek döntő többségében eltérő módszerek alapján készültek, így az egyesével is értékes, önálló tudásanyagok összevetése, együttes újraelemzése a meta-analízis módszerének megalkotásáig nem volt kivitelezhető. A meta-analízis nem más, mint az elemzések elemzése, amelynek során statisztikai módszerek segítségével „közös nevezőre hozzák” a különböző módszerrel készült kutatások eredményeit, így az eltérő módszereken alapuló kutatások egymással összehasonlíthatóvá és együttesen elemezhetővé válnak. A meta-analízis a hatékonyabb agrárkutatás eszköze lehet, ugyanis a vizsgált tématerület korábbi kutatási eredményeinek együttes újraelemzésével olyan értékes információkhoz juthatunk, amelyek a jövőbeni kutatások alapjaként vagy kiegészítőjeként szolgálhatnak.

Kulcsszavak: adatelemzés, agrárkutatás, meta-analízis, statisztika

Napjaink tudományos forgatagában tömegesen jelennek meg új, tudományos munkák a legkülönbözőbb tudományterületeken, annak érdekében, hogy egy adott probléma kapcsán, megfigyelt vagy mért adatokon alapulva, új összefüggésekről számoljanak be. A kutató vizsgálata során modellezi a világ általa megismerni kívánt részletét, az adott tudományterületre jellemző módszereket követve, amelyek segítségével empirikus elemzéssel igazolhatja vagy cáfolhatja elmélete helyességét, vagy éppen hiányosságát. Azonban a világról alkotott modelljeink csak ritkán hasonlítanak teljesen a valóságra, mert a jelenlévő hatások szinte átláthatatlanul összetett módon jelennek meg benne.

Talán ennek köszönhetően sokszor tapasztaljuk, hogy az általunk kimért összefüggések, olykor máshogy működnek a gyakorlatban. Ennek okán merült fel az a tudományos igény, hogy a lehető legtöbb vizsgálatból származó összefüggést, befolyásoló tényezőt és más értékes információt össze kellene gyűjteni, rendszerezni kellene, annak érdekében, hogy a megfelelő módon újraértékelhessük azokat (Koop 2009). Ehhez a szintetizáló munkához a meta-analízis módszertanán nyugvó kutatások adják a legjobb alapot. Jelen módszertani áttekintésünk a mezőgazdaság területére specializálva mutatja be ezt a megközelítést, amely képes a különböző szakirodalmakból származó információkat a

lehető legjobban összegezni és a kapott összefüggéseket statisztikai eszközök segítségével objektíven tesztelni.

Definíció és mezőgazdasági vonatkozások

Minden szakterületen számos folyóirat közöl tudományos kísérleteket, de az empirikus munkák száma és azok eszköztára korlátozott. Ezért mind a kutatóknak, mind a döntéshozóknak szükségük van olyan tudományos összefoglalókra, amelyek a már meglévő tapasztalati munkák elemzéseit és azok eredményeit dolgozzák fel (Singer 2010). A meta-analízis egy statisztikai módszer, amely egy tárgyilagos összképet mutat egy adott téma vonatkozó szakirodalmain keresztül (Brereton és mtsai 2007). Az összehasonlítás előre meghatározott szempontok alapján történik, amelyek alapján az egyes összeválogatott tanulmányok eredményei összehasonlíthatóvá válnak egymással (Glass 1976). Tulajdonképpen a meta-analízis az „elemzések elemzése” (Singer 2010).

Más kutatáshoz hasonlóan a meta-analitikus megközelítéssel végzett kutatások is felvetett problémát vagy hipotézist válaszolnak meg. Ebben az esetben azonban a mintavételi egységeket az egyes szakirodalmi cikkek jelentik, amelyek egymástól független, de ugyanazon témájú és módszertan alapján feldolgozott tudományos eredményeket foglalnak magukba. A közös téma és módszertan ellenére minden tanulmány kissé más és más, ezért statisztikai eljárások segítségével ezeket az egyedi eredményeket közös nevezőre kell hozni a meta-analitikus feldolgozás előtt. Ennek érdekében hatásnagyság, un. effect size értékkel kell számszerűsíteni az egyes tanulmányokban mérhető összefüggések erősségét. Ennek segítségével azonos standardizált skálára lehet ültetni az egyes tanulmányokban mért hatásokat, majd összesített hatást kell számolni az egyes hatásnagyságokból. A meta-analízis rávilágíthat olyan módszertani hiányosságokra is, amelyek további, újabb tudományos kísérlet alapjául szolgálhatnak valamint az elméleti feltételezések a lehető legjobban le tudják fedni a gyakorlati oldalt (Staples és Niazi 2006).

Napjainkban a globalizáció jelei egyre erőteljesebben mutatkoznak meg az élet számos területén, ami a mezőgazdaságban is megnyilvánul. A drasztikusan emelkedő népesség egyre több élelmiszert igényel, amely egyre intenzívebb gazdálkodást, magasabb élelmiszer- és élelmiszerbiztonságot, valamint a lehető legmagasabb szintű költség-hatékonyság szükségességét vonja maga után. Ezenfelül, meg kell említeni a klímaváltozás szerepét is, amihez az egész természeti környezetnek alkalmazkodnia kell, ideértve a különböző természetstechnológiákat, az új fajták termesztésbe vonását, valamint az inváziós károsítók előrenyomulását is. A változás folyamata egyre gyorsabb, ami arra készteti a kutatókat és technológia fejlesztő szakembereket, hogy megelőzzék vagy legalábbis lépést tudjanak tartani a felmerülő igényekkel és környezeti, természetstechnológiai kihívásokkal. Az integrált növényvédelem területén a jelenlegi kutatások a lehető leghatékonyabb és legkörnyezetkímélőbb módszerek feltárására és alkalmazására adnak lehetőséget. Tekintve, hogy számos mezőgazdasági kutatás irányul a válaszok és megoldások keresésére, ezért a meta-analitikus összegző vizsgálatok hatékony eszközei lehetnek egy-egy konkrét probléma megoldásának.

A meta-analízis története

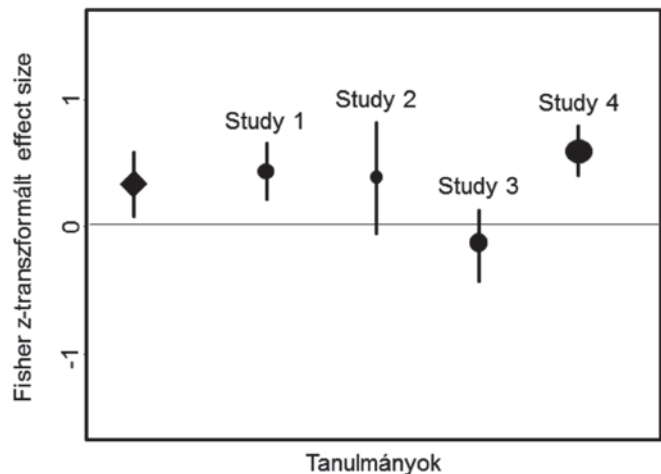
A „meta-analízis” kifejezést, illetve az eljárás módszerét Glass (1976) a nevelépszichológia kapcsán alkotta meg. A különböző pszichoterápiai gyógymódok tanulmányozása során felismerte azt a problémát, hogy bizonyos témakörökön belül felhalmozott nagy mennyiségű irodalom ellenére nehéz átfogó képet kapni a probléma egészéről, hiszen a megértést számos egymással ellentmondó eredmény nehezíti, így a tudományos munkák nem mindig összevethetőek egymással. A meta-analízis módszertanának kidolgozására 1976-ban került sor, amely az első olyan tudományos kutatás volt, amely felhívta a figyelmet a módszerre, a jelentőségére és a benne rejlő lehetőségekre. Később egyre több meta-analízist alkalmazó publikáció született a társadalomtudományok területén (Guilera

és mtsai 2013) és mára már számos más tudományterületen végeznek ilyen jellegű elemzéseket. Archie Cochrane kutató 1979-ben arra hívta fel a figyelmet, hogy az orvostudomány nagy hiányossága, hogy nem tud létrehozni egy csoportosított és állandóan frissített, tanulmányokon alapuló kritikai összegzést. Ennek a hiányosságnak az áthidalására létrehozták a Cochrane-adatbázist, amely a ma létező egyik legnagyobb és legrégebbi orvosi adatbázis, amely a meta-analitikus elemzéseket és más összefoglaló, integráló tanulmányokat hivatott összegyűjteni. A Cochrane intézetnek napjainkra már 60 országban van munkatársa, és összesen több mint 6000 kutató fejleszti az adatbázist (Singer 2010). Egy ilyen nagyméretű és átfogó adatbázis nagymértékben megkönnyíti a kutatók, orvosok és a döntéshozók tájékozódását adott részterületen.

A meta-analízis történetében mérföldkönek számítottak az 1980-as évek azon munkái, melyek átfogóan, egyetlen dokumentumban törekedtek arra, hogy egyesítsék az adott témában születő egyéni munkák statisztikai számításokkal megalapozott effect size értékeit, illetve az összesített eredmények összevethetőségének különböző módszereit (pl. Cooper 1984, Rosenthal 1984, Hedges és Olkin 1985). Ezen munkák voltak az alapjai a később születő olyan műveknek, melyek a meta-analízis módszertanával foglalkoznak (pl. Rosenthal 1991, Cooper és Hedges 1994, Cooper 1998, Lipsey és Wilson 2001, Hunter és Schmidt 2004, Rothstein és mtsai 2005, Hartung és mtsai 2008, Borenstein és mtsai 2009).

A meta-analitikus elemzés során az a leglényegesebb, hogy közös skálára kell hozni a különböző tanulmányokat, amelyek azonban sem adataikban, sem a mért változóikban,

illetve módszereikben sem feltétlenül egyeznek. Ezt a problémát azonban áthidalja az effect size (hatásnagyság), ami alkalmas a különböző publikációk eredményeinek közös nevezőre hozására (1. ábra). A hatásnagyság egy olyan dimenzió nélküli szám, amit az alkalmazott módszertantól függetlenül számíthatunk ki. Például két vizsgálati csoport esetén a kontroll és a kezelési csoportok átlagai közti különbség és az adatok szórásának a hányadosa adja a hatásnagyságot (Cohen-féle d érték). Ha az egyes tanulmányok hatásnagyság-értékeit közösen szeretnénk értékelni, akkor összesített hatást számolunk, melyet a hatásnagyságoknak valamilyen szempont szerinti súlyozott átlaga alapján számolhatunk ki (Sullivan és Feinn 2012). Közel tíz, gyakran használt effect size mutató létezik, amelyek nem csak a kiszámolásuk módjában különböznek, hanem a belőlük kinyerhető információban is. Így kiemelten fontos a megfelelő effect size mutató kiválasztása az adott kérdés megválaszolásához.



1. ábra. Az ábrán egy hipotetikus meta-analitikus vizsgálat lehetséges eredményét mutatjuk be. A fekete pontok a vizsgálatban szereplő, feldolgozott tanulmányok elemszám szerint súlyozott hatásnagyságait (effect size), a függőleges vonalak a hozzájuk tartozó konfidencia intervallumokat (95%-os CI) jelölik. A nagyobb méretű pont, nagyobb mintaméretet tükröz, ami megbízhatóbban tükrözi az adott összefüggést. A fekete négyzet az egyes tanulmányok összesített hatásnagyságát, illetve a fekete vonal a hozzá tartozó konfidencia intervallumot jelöli. Az effect size értékek esetén a 0 értéktől való statisztikai különbségről beszélhetünk, amely egyaránt eltérhet mind a pozitív, mind a negatív tartományba.

Módszertani jelentősége

A tudományos munkák közlésére számos lehetőség és forma kínálkozik, ami tudományterületenként és/vagy akár az egyes folyóiratok között is jelentős eltérhet. A „szaktanulmány” típusán belül lehetnek tudományos, ismeretterjesztő, közérdekű stb. jellegű munkák. A tudományos cikkek típusán belül megkülönböztetünk kutatási eredményeket bemutató szakcikkeket („original research”), áttekintő tanulmányokat („review paper”) és rövid közleményeket („short communication” vagy “Letter to the Editor”). Ezen különböző mértékű tudományos közlések formáit nem mindig könnyű egységes csoportokba sorolni.

Egy másik csoportosítás szerint (Glass 1976), három csoportot definiáltak: az elsődleges elemzést, a másodlagos elemzést és a meta-analízist. Egy kutatómunka eredményeinek feldolgozása során az adatokat elsődleges elemzésnek vetjük alá és ez az, amit általában statisztikai elemzésnek hívunk. Például ide tartozik a természettudományok területén végzett legtöbb egyetemi diplomamunka is, amelyek fő fázisai: kísérlettervezés, adatgyűjtés, a kapott adatok statisztikai kiértékelése. Másodlagos elemzésről akkor beszélünk, ha az eredeti adatokat ismét feldolgozzuk, mert jobb statisztikai módszert találtunk vagy, mert új hipotézist, koncepciót szeretnénk tesztelni. Ilyen másodlagos elemzést végzett például Bottomley és Holden (2001) is, akik tanulmányukban a fogyasztók értékelését vizsgálták egy meglévő márka új termékére vagy termékcsoportokra való kiterjesztésével kapcsolatban. Az említett témában több kutatás is született, de eltérő statisztikai elemzéseket alkalmazva, eltérő eredményeket értek el. Bottomley és Holden (2001) nyolc korábbi munkát választott ki az adott területről és a kutatások nyers adatait egy új statisztikai modell segítségével elemezte, így eredményül a már meglévő adatokból egy sokkal jobb eredményt kapott. Gupta és munkatársai (2004) a régi adatok feldolgozásával egy új kérdésre keresték a választ: többek között arra voltak kíváncsiak, hogy az allergiás rendellenességek mekkora terhet rónak az Egyesült Királyság egészségügyi ellátására és mennyibe kerül

az allergiás betegek kezelése. Több általános felmérésből kinyerték a megfelelő adatokat majd azokat újraelemzték, így a kutatók a korábbiakhoz képest egy sokkal átfogóbb képet kaptak a problémáról anélkül, hogy az egészségügyi pénzt áldozott volna egy újabb felmérés elvégzésére.

A review típusú munkákhoz hasonlóan ezek szintén egy átfogó áttekintést adnak bizonyos problémakörökről, amit már korábban publikált szakcikk eredményeiből mutatnak ki. A review munkákhoz való hasonlóságuk ellenére viszont a különbség abban mutatkozik, hogy a szakcikk eredményeit nem verbálisan (mint a review tanulmányoknál), hanem validált statisztikai módszerekkel elemzi, amelyek segítségével objektív képet kaphatunk a kimutatott összefüggésekről. Alkalmazhatóságát támasztja alá, hogy egy meta-analízis módszerű összegzés komoly statisztikai erővel bír, míg egy, review módszerű feldolgozás egy statisztikai erővel nem bíró, leíró áttekintés. A meta-analízis külön statisztikai tudományterület, ugyanis statisztikailag alátámasztott, szakszerű elemzést tesz lehetővé, míg összehasonlítva egy narratív review-val, az nem nyújt statisztikailag alátámasztott elemzést, pusztán csak adatokat közöl.

A meta-analízis gyakorlati jelentősége abban áll, hogy a különböző kutatások eredményeiből plusz anyagi és egyéb ráfordítások nélkül lehet főbb mintázatokat feltárni, amelyek a vizsgált tudományterület gyakorlatában alkalmazhatók. Mivel ezen munkák több független kísérletes munkát használnak fel az általános összefüggések feltárására, leírására, ezek statisztikai megbízhatósága jóval nagyobb, mint azoknak a különálló tanulmányoknak, amelyek egyedi kísérletekből, kísérletorozatokból próbálnak következtetni ezekre az általános mintázatokra. Ezek alapján elmondható, hogy a meta-analízis egy statisztikai módszer, és nem egy publikációs forma, ezért a meta-analízisen alapuló munkákat a kutatási szakcikk (azaz az „original research”) kategóriájába kell sorolni.

Példák az agrárkutatásból

A meta-analitikus megközelítést tudományterülettől függetlenül alkalmazhatjuk, beleértve

a tágabb értelemben vett mezőgazdasági, és a szűkebb részterületeit, mint a kertészettudományt is. Tonitto és munkatársai (2006) a biológiai nitrogén-megkötés hatékonyságát vizsgálták meta-analízis segítségével. A nitrogén műtrágyák felhasználása növeli a termésmennyiséget, így azok a természetét is intenzívebbé teszik, ugyanakkor a kijuttatott műtrágya fele kimosódás formájában elveszik. Ennek elkerülésére alkalmas megoldás lehet a zöldtrágyanövény (pl. hüvelyes növények) alkalmazása. Azonban voltak olyan kutatók, akik ennek az ellenkezőjét vallották. Véleményük szerint a biológiai nitrogén megkötés nem praktikus, mert termésnövekedéshez vezet és a zöldtrágya alkalmazása gazdaságilag nem kifizetődő. Az ellentmondó eredmények tisztázására a szerzők meta-analízis segítségével elemezték a témában megjelent kutatásokat, amelyek konvencionális termesztés (nitrogén műtrágya és téli ugaroltatás), áttelelő zöldtrágyanövény, valamint áttelelő zöldtrágyanövény és műtrágya együttes alkalmazását tesztelték. Az összevetés alapját a termésátlag, nitrogén-kimosódás vagy a talaj nitrát tartalma képezte. A szerzők megállapították, hogy a termésátlag a zöldtrágyázás esetében a konvencionális termesztéshez képest 10%-al volt alacsonyabb. Ez azonban csak abban az esetben volt igaz, ha a zöldtrágyanövény biomasszája kevesebb, mint 110 kg nitrogént szolgáltatott hektáronként. A zöldtrágya alkalmazás nagy előnye a kutatás szerint, hogy a nitrogén-kimosódás a zöldtrágya alkalmazása esetén átlagosan 40%-al alacsonyabb a konvencionális termesztéshez viszonyítva.

Egy másik tanulmányban Pooter és munkatársai (2012) a cserépméret gyökértömegre és növekedésre kifejített hatását elemezték meta-analízis segítségével. Annak ellenére, hogy a megfelelő cserépméret függ a növényfajtól is, általánosságban elmondható, hogy az edény méretének megkétszerezése a biomassa tömegét 43%-al növeli meg. A szerzők javaslata szerint a jó cserépméret esetén a biomassa tömege nem haladja meg az 1 g/l-t. Ennek ellenére a jelenlegi kutatói gyakorlatban a kutatások 65%-a alkalmaz csak megfelelő cserépméretet. Továbbá rávilágítanak arra is, hogy

a tudományos publikációk során az anyag és módszer részben gyakran nem tüntetik fel a cserépméretet. A tanulmány módszertani részletre hívta fel a kutatók figyelmét és ajánlják a cserépméret feltüntetését, valamint arra is felhívják a figyelmet, hogy körültekintőbben válasszanak cserépméretet és kerüljék a túlzottan kisméretű cserepek alkalmazását a módszertani hibák kiküszöbölése érdekében.

Kiaer és munkatársai (2013) lágyszárúakon vizsgálta a gyökér- és hajtáskompetíció biomasszára kifejített hatását. Megállapították, hogy a gyökérkompetíció hatására nagyobb mértékben csökken a biomassa tömege, mint a hajtáskompetíció esetén, főleg a kisebb méretű növényeknél. A gyökérkompetíció a fűfélék szomszédságában a legerőteljesebb, zöldség- és egyéb növények esetében ez a hatás kisebb. A haszonnövények és a vadnövények összehasonlításából kiderült, hogy a vad genotípusok jobb kompetitorok a földalatti forrásokért folyó harcban, mint a haszonnövények.

A mezőgazdaság tudományterületén belül számos témakörben születtek meta-analízis témájú publikációk, úgy mint technikai hatékonyság jellemzése a mezőgazdasági termelésben (Ogundari 2011, Thiam 2001); a termesztett növénykultúrák fenntartható termesztésének vizsgálatai termésmennyiségi és jövedelmezőségi szempontból (Marra 2000, Tirol-Padre 2006); a mezőgazdasági termelés intenzívebbé tételének lehetőségei (Keys 2005); kultúrák adaptációs képességének vizsgálatai eltérő klimatikus viszonyok között (Rusinamhodzi 2011, Knox 2012, Challinor 2014).

A mezőgazdaság, és azon belül is a növényvédelem, egy speciális területe a biológiai növényvédelem, mellyel Clewley és munkatársai (2012) foglalkoztak, kutatásuk során az invazív növények biológiai növényvédelmi módszerekkel történő visszaszorítási lehetőségeit vizsgálták kimondottan meta-analitikus módszerrel, 61 tanulmány alapján. Megállapították, hogy az invazív növények biomassa tömegét a Chrysomelidae és Curculionidae család fajai csökkentik a legnagyobb mértékben.

Diehl és munkatársai (2013) a levéltetvek predátor típusú természetes ellenségeinek haté-

konyságát elemezték a gazdanövény és a klimatikus tényezők függvényében. Megállapították, hogy a tisztán specialista bioágens fajegyüttes levéltetű gyérítő hatása nagyobb, mint egy specialista, vagy egy generalista fajé, vagy azon bioágens fajegyüttesé, mely a specialista faj(ok) mellett generalista faj(oka)t is tartalmazott. Ugyanakkor azt is megállapították, hogy a természetes ellenségek hatékonyságát a csapadék pozitívan befolyásolta, tehát a csapadékosabb területeken nagyobb a hatékonyság.

Stiling és Cornelissen (2005) 1994 és 2003 között 145 tanulmányt összegeztek, ahol a célszervezetek gyomnövények és kártevők (rovarok és atkák) voltak. A szerzők, a biológiai növényvédelem típusait tekintve, a klasszikus és az augmentatív típusokon belül kivitelezett növényvédelmi programok eredményességét elemezték, de az eredményeket nem típusonként, hanem a két típust összevonva közölték. 233 független összehasonlításban 94 kártevőt, valamint 89 bioágens fajt vizsgáltak. A bioágensek típusát tekintve pedig parazitoidok, predátorok és patogének eredményességét vizsgálták. Kimutatták, hogy a célszervezet a legtöbb esetben Lepidoptera faj volt és legtöbbször parazitoid bioágens juttattak ki valamely célszervezet ellen. A bioágensek a kontroll csoportokhoz képest 30%-kal csökkentették a kártevők egyedszámát. Azon célszervezetek körében, melyek bioágensnek voltak kitéve, a parazitáltság 39%-kal, a teljes mortalitás pedig 59%-kal volt nagyobb, mint azon célszervezetek körében, melyek nem voltak kitéve bioágensnek. A kártevők egyedszámát a predátor bioágensek nagyobb mértékben csökkentették, mint a parazitoidok. Kettő vagy több bioágens egyszerre történő kijuttatása, egyetlen bioágens faj kijuttatásához képest 12,97%-kal növelte a kártevők mortalitását és 27,17%-kal csökkentette a kártevők egyedszámát. A kezelés hatékonysága generalista bioágensek kijuttatása esetén jobb volt, mint specialista fajok kijuttatásakor.

Rosenberg és munkatársai (2004) a különböző kezelések hatását vizsgálták a betegségek mértékére, pontosabban a levélfelületi-kár termésátlagra kifejtett hatását és a rezisztenciaformák és a rezisztencia áttérés kapcsolatát kutatták gabonanövények körében. Megállapították,

hogy a viaszérés stádiumában a zászlóslevélen a betegség 1%-os növekedése, a termésátlag 0,309%-os csökkenését eredményezi.

Olkin és Shaw (1995) a biológiai és kémiai növényvédelem hatékonyságát vizsgálta a közös takácsatka (*Tetranychus urticae*) faj kapcsán. A bioágens mindegyik kutatásban az üvegházi ragadozóatka, a *Phytoseiulus persimilis* volt. Az elemzett cikkek közös jellemzője az volt, hogy a kísérlet során regisztrált növényvédő szereket alkalmaztak, tartalmaztak termésátlagokat, kontrollt és többször is megisméltették a kísérletet. Olkin és Shaw (1995) kutatása során rávilágítottak a módszertannal kapcsolatban arra, hogy a statisztikailag nem megfelelően dokumentált cikkek, valamint a metodikailag helytelen vagy hiányos kutatások nem alkalmazhatóak. Tehát, kevésbé kutatott területeken kevesebb vizsgálatból tud kiindulni a meta-analízis.

Bengtsson és munkatársai (2005) a biotermesztés és a biodiverzitás kapcsolatát vizsgálták. Az általános vélekedés szerint a peszticidek, a herbicidek és műtrágyák mellőzése pozitív hatással van a biodiverzitásra. Ezt a szerzők kutatásuk során igazolni tudták, a biotermesztés során átlagosan 50%-kal nagyobb a termesztett területen a biodiverzitás mértéke. Ez a pozitív hatás legnagyobb mértékben a madarakra, ragadozó-rovarokra, talajlakó szervezetekre és a növényekre vonatkozik. Ezzel szemben a nem predátor rovarok, illetve kártevők, kimutathatóan nincsenek nagyobb számban a biotermesztés során.

A bemutatott munkákban közös pont, hogy az elsődleges és másodlagos elemzésekhez képest átfogóbb kérdéseket kutattak. Rendszerint olyan kérdésekre keresték a választ, amelyre egyetlen kutatáson belül csak a meta-analízis teremt lehetőséget. A bemutatott meta-analitikus munkák a mezőgazdaság és a kertészettudomány különböző részterületéről származtak, igazolva ezzel azt, hogy az agrártudományterületén is van létjogosultsága ennek a statisztikai eljárásnak.

Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy egy-egy nagyobb kategórián (pl. az agrárágazatokon) belül a kutatási témánk szerint (pl. csak zöldségtermesztés) lehet kisebb alcsoportokat létrehoz-

ni, és így a lehető legrészletesebben és legpontosabban kielemezni az adott témát. Így ezekben a témakörökben, felölelve és feldolgozva a lehető legtöbb tanulmányt és azok eredményeit, a meta-analízis szélesebb rálátást tud mutatni az adott témára, mint az egyes tanulmányok külön-külön.

Módszertani korlátok

A meta-analízis széles elterjedése ellenére nem vált azonnal elfogadottá, és a módszerrel kapcsolatban számos kritika is megjelent (Feinstein 1995, Sharpe 1997). Természetesen, ahogyan a többi statisztikai módszernél is, ennek az eljárásnak is több ponton adódnak korlátai, de azokra korrigálva hiteles eredményeket kaphatunk.

Elsősorban, mivel a statisztikai vizsgálatok legáltalánosabb problémája az adatok hiánya és a meta-analitikus vizsgálatok ezen cikkek eredményein alapulnak, ezért nem mindegy, hogy ezt hibát hogyan korrigáljuk. Ez a probléma abból fakadhat, hogy minden tudományterületen adódnak olyan adatok, amelyeket nem sikerült felvételezni, vagy a feldolgozási módszerek nem minden esetben mutattak eredményt (például laborvizsgálatok során kinyert eredmények) és ezeket kihagyták, vagy esetleg pótolni kellett az adatokat. Így, ha eleve nem tesznek említést a cikkben ezekről az eredményekről annak zavarósága miatt, akkor ezek torzíthatják a meta-analízis végeredményét és a belőlük levont következtetéseket, vagy egyszerűen nem adnak hiteles képet az adott témaköréről.

Komoly korlátot jelent még a módszer alkalmazhatóságában az ún. publikációs torzítás („publication bias”) jelensége is, amely nagyban befolyásolhatja az eredményeket. Ez a meta-analízis mellett a review típusú összefoglaló munkákra is jellemző, azonban ennek mértékét objektíven csak a meta-analízis esetében lehet statisztikailag kimutatni. A publikációs torzítás jelenlétét pedig éppen a meta-analízisen alapuló kutatásoknak köszönhetik, mert ráirányították a figyelmet a jelenségre és a fogalom megértése is egyre nagyobb teret nyert. A publikációs torzítás okait Borenstein és munkatársai (2009) sorolták fel. A publikációs torzítás egyrészt eredhet

az eleve hiányos szakirodalomból, ami annak tulajdonítható, hogy a nagyobb hatást mutató munkák nagyobb valószínűséggel jelennek meg, mint a kisebb hatást mutató tanulmányok. Továbbá, a népszerű szakfolyóiratokon kívül megjelenő tanulmányok eleve kisebb valószínűséggel kerülhetnek bele egy ilyen elemzésbe. A nem szakfolyóiratban publikált munkák nem minden esetben jelentenek alacsony színvonalat (kormány által alkalmazott kutatók általában sokkal több jelentést készítenek, mint tudományos publikációkat), így a nem folyóiratban publikált munkákat nem feltétlenül kellene kizárni ezekből az elemzésekből. További publikációs torzítások erednek a publikáció nyelvhasználatából, így az angol nyelven publikált munkák nagyobb valószínűséggel kerülnek az elemzésekbe. A tudományos munkák könnyű hozzáférhetősége, valamint az előfizetések ára (alacsony áron vagy ingyenesen elérhető munkák), szintén befolyásolhatja a beválogatást. Ezen kívül, ha szubjektív és nem szakmai okok alapján történik a beválogatás, szintén torz eredmény születik. Továbbá a többet idézett munkákat könnyebb felkutatni, valamint a statisztikailag szignifikáns cikkeket nagyobb valószínűséggel publikálják többször és ennek okán többször is kiválasztásra kerülhetnek.

Egy másik, gyakran felmerülő ellenérvre a „garbige in, garbige out” kifejezéssel utalnak a kritikusok. Ezzel arra utalnak, hogy ha a meta-analízis sok gyenge minőségű kutatást is bevesz az elemzendők közé, akkor ez megkérdőjelezi a kapott eredmények hitelességét és pontosságát. Borenstein és munkatársai (2009) megemlítik, hogy minden meta-analízises kutatásnak van egy előre definiált beválogatási kritériuma. Általában nagy mennyiségű kutatásból indul ki és a kritériumok miatt végül ez a kör nagyon leszűkül. A kritériumok felállításánál számos olyan tényezőt figyelembe lehet venni, amelyek kiszűrjük a kevésbé színvonalas vagy módszertanilag hiányos munkákat (pl. az orvostudomány területén végzett kutatásoknál kritérium lehet a placebo kontrollként való használata). Lényeges kérdés a cikkek beválogatását vagy kizárását érintő kritériumok megfogalmazása: a túl szigorú követelmények korlátozhatják az általánosítást, a túl megengedő

kritériumok gyengítik a bizalmat az eredmények helyességében (Olkin és Shaw 1995). Következésképpen, a kritériumok felállításánál lényeges megtalálni az egyensúlyt, amely megfelel a kutatási kérdésnek. A kritériumok helyes felállítása a meta-analízist végző kutatók felelőssége és nem a meta-analízis módszerének hiányossága. Szintén nem a meta-analízis hiányossága, hogy nagy az emberi tévedés kockázata az elemzés bonyolultsága miatt és ezek az egyéni adottságok nagyban befolyásolhatják az eredményeket (Borenstein és mtsai 2009). Gyakori kritika a túl tág beválogatási kritérium ellentéte, hogy fontos kutatások kimaradhatnak az elemzésből és általában túl kevés kutatást szintetizál egy-egy meta-analízis. Borenstein és munkatársai (2009) azt hangsúlyozzák, hogy a meta-analízis egyik gyenge pontja a cikkek beválogatási kritériumainak meghatározása jelenti, mert ez legtöbbször az adott témakört vizsgáló kutatók szubjektív megítélésén alapszik. Így elképzelhető, hogy ugyanarra a témakörre különböző kutatók valószínűleg kicsit eltérő beválogatási kritériumot állítanak fel, amivel a létrejött adatbázisok csak részben lesznek átfedőek egymással.

Ennek ellenére, a beválogatási kritériumokat a vizsgálati protokoll előzetesen rögzíti, ami a kutatás részeként bemutatásra kerül, így a feltételek teljes mértékben átláthatók. A meta-analízisek elvégzésének elsődleges akadálya lehet a megfelelő cikkek hiánya (Olkin és Shaw 1995). Ahhoz, hogy egy cikk felhasználható legyen, minimum az eszközöket, a mintanagyságot, a standard hibát vagy a szórást („standard deviation”) ismerni kell. A regresszió-analízis vagy a variancia-analízis használata a meta-analízis során csak akkor lehetséges, ha a közepes négyzet („mean square”) szerepel az eredeti cikkben. Nem alkalmazhatóak azok a cikkek, melyek csak az összegzésben közlik az eszközöket és a post-hoc analízis („post hoc ergo propter hoc”, azaz a logikai hibákon belül a helytelen ok-okozati összefüggéseket jelentő) eredményeit, valamint grafikonokat közölnek hibásávokkal („error bar”). Természetesen egyre inkább növekszik azoknak az átszámítási eljárásoknak a száma, amelyek segítségével egyre szélesebb körben lehet bevonni az elem-

zésbe a kifinomultabb statisztikai elemzések eredményeit is.

A meta-analízissel kapcsolatos ellenérvekről általánosságban elmondható, hogy a legtöbb kritika a review munkákra is fennáll. A meta-analízis az egyik leghasznosabb módszer a tudományos irodalom tanulmányozására egy adott témával kapcsolatban (Guilera és mtsai 2013). A meta-analízis egy olyan védhető elemzést nyújt az adott témában, ahol az egész folyamat pontosan dokumentált, így ezáltal átlátható, ellenőrizhető és megismételhető a vizsgálat.

A meta-analitikus elemzések jövője

Részleteztük korábban, hogy a meta-analízis alkalmas szinte a legtöbb kutatási téma fellelérésére és egy-egy tudományterület globális feltérképezésére. Az agrárium területén, különös tekintettel a precíziós mezőgazdasági technológiára, egyre szélesebb spektrumban jutunk új tudományos ismeretekhez. Így a témakörökről egyre részletesebb, új eredmények tárulnak fel, ezekről egyre speciálisabb, mélyebb információkat tudunk meg, és egyúttal a tudományterületek közti kapcsolatok is egyre jobban erősödnek. Természetesen a cél, hogy ezeket összegezve általános mintázatokat kapjunk.

A különböző gazdaságból származó adatokkal együttesen akár egy-egy földrajzi területről szerzett meghatározó vizsgálatot végezhetünk, amellyel a térségre jellemző tulajdonságokat is feltérképezhetünk bizonyos témakörökben. Ezeket akár össze is lehet kapcsolni és további következtetéseket lehet belőlük levonni. A további kutatások, egy-egy faj meta-analitikus kutatása és annak részletes feltérképezése (például a faj biológiai vizsgálatai, növényvédelemmel kapcsolatos kutatások) után akár egy másik tudományterülettel is összevonható. A közös témában lévő kutatásokat szintén meta-analízissel vizsgáljuk, majd a sokkal részletesebb alapokat hozzátéve még szélesebb körben, még pontosabb rálátást kaphatunk az adott kutatási témánkra. Például, egy adott területre jellemző mezőgazdasági környezeti tényezőkről (hőmérséklet, fényintenzitás, csapadék stb.) számos kutatást tudunk összegezni, amely által

megfelelően jellemezhetjük az általunk elemzett régiót. Ugyanakkor, például növényvédelmi szempontból is elemzünk egy adott fajt (pl. rezisztencia, szaporodásbiológiai tulajdonságok). Az így kapott eredményeket összevetjük olyan tanulmányokkal, amelyek ezzel (a közös) témával megegyeznek, majd levonhatjuk a következtetéseket.

A meta-analízis módszerét az alkalmazhatósági korlátai ellenére a legtöbb tudományos közösség támogatja, ami egyben azt is jelenti, hogy nem jelent univerzális megoldást minden tudományos probléma megoldására (Shapiro 1994, Feinstein 1995, Bailar 1997, Sharpe 1997), de mindenképpen érdemes nagyobb figyelmet fordítani a jövőbeni alkalmazására.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a MATE Növényvédelmi Intézet Növénykórtani Tanszék kollégáinak és hallgatóinak a sok hasznos és inspiráló beszélgetést, aminek eredményeként ez az áttekintő anyag elnyerhette jelenlegi formáját. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Tématerületi Kiválósági Program 2020- Intézményi Kiválóság Alprogram (TKP2020-IKA-12) növénynevelés, növényvédelemmel kapcsolatos kutatások tématerületi programja keretében, valamint a Tématerületi Kiválósági Program 2020- Nemzeti Kihívások Alprogram (TKP2020-NKA-16) „Változó környezethez való alkalmazkodás a szőlő és bor ágazatban” című tématerületi programja keretében.

IRODALOM

- Bailar, J. C.** (1997): The promise and problems of meta-analysis. *New England Journal of Medicine*, 337: 559–561.
- Bengtsson, J., Ahnstrom, J. and Weibull, A. C.** (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 41: 261–269.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. and Rothstein, H. R.** (2009): *Introduction to meta-analysis*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bottomley, P., Holden, S.** (2001): *Do We Really Know How Consumers Evaluate Brand Extensions? Empirical Generalizations Based on Secondary Analysis of Eight Studies*. *Journal of Marketing Research*, 38: 494–500.
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner M. and Khalil, M.** (2007): Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *The Journal of Systems and Software*, 80: 571–583.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R. and Chhetri, N.** (2014): A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4: 287–291.
- Clewley, G. D., Eschen, R., Shaw, R. H. and Wright, D. J.** (2012): The effectiveness of classical biological control of invasive plants. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1287–1295.
- Cooper, H.** (1984): *The integrative research review: A systematic approach*. Applied social research methods series, 2: 135–139.
- Cooper, H.** (1998): *Integrating research: A guide for literature reviews*. Thousand Oaks. Sage Publications, Ltd.
- Cooper, H. and Hedges, L. V.** (1994): *The handbook of research synthesis*. New York. Russel Sage Foundation.
- Diehl, E., Sereda, E., Wolters, V. and Birkhofer, K.** (2013): Effects of predator specialization, host plant and climate on biological control of aphids by natural enemies: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 50: 262–270.
- Feinstein, A. R.** (1995): Meta-analysis: statistical alchemy for the 21st century. *Journal of Clinical Epidemiology*, 48:71–79.
- Glass, G.V.** (1976): *Prymary, Secondary and Meta-analyses of research*. Educational Researcher, 5: 3–8.
- Guilera, G., Barrios, M. and Gómez-Benito, J.** (2013): Meta-analysis in psychology: a bibliometric study. *Scientometrics*, 94: 943–954.
- Gupta, R., Sheike, A., Strachan, D. P. and Anderson, H. R.** (2004): Burden of allergic disease in the UK: secondary analyses of national database. *Clinical and Experimental Allergy* 34: 520–526.
- Hedges, L. V. and Olkin, I.** (1985): *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando. Academic Press.
- Hartung, J., Knapp, G. and Sinha, B. K.** (2008.): *Statistical meta-analysis with applications*. Wiley.
- Hunter, J. E. and Schmidt, F. L.** (2004): *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Thousand Oaks. Sage Publications, Ltd.
- Keys, E. and McConnell, W. J.** (2005): Global change and the intensification of agriculture in the tropics. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 15: 320–337.
- Kiaer, L. P., Weisbach, A. N. and Weiner, J.** (2013): Root and shoot competition: a meta-analysis. *Journal of Ecology*, 101: 1298–1312.
- Knox, J., Hess, T., Daccache, A. and Wheeler, T.** (2012): Climate change impacts on crop productivity in Africa and south Asia. *Environmental Research Letters*, 7: 1–8.
- Koop G.** (2009): *Közgazdasági adatok elemzése*. Osiris Kiadó Kft., pp. 251–253.

- Lipsey, M. W. and Wilson, D. B.** (2001): Practical meta-analysis. Thousands Oaks. Sage Publications, Inc.
- Marra, M. C. and Kaval, P.** (2000): The relative profitability of sustainable grain cropping systems: a meta-analytic comparison. *Journal of Sustainable Agriculture*, 16: 19–32.
- Ogundari, K. and Brummer, B.** (2011): Technical efficiency of Nigerian agriculture: A meta-regression analysis. *Outlook on Agriculture*, 40: 171–180.
- Olkin, I. and Shaw, W. D.** (1995): Meta-analysis and Its Applications in Horticultural Science. *HortScience*, 7: 1343–1348.
- Pooter, H., Bühler, J., Dusschoten, van D. and Climent, J.** (2012): Pot size matters: a meta-analysis of the effect of rooting volume on plant growth. *Functional Plant Biology* 39: 839–850.
- Rosenberg, M. S., Garrett, K. A., Su, Z. and Bowden, R. L.** (2004): Meta-Analysis in Plant Pathology: Synthesizing Research Results. *The American Phytopathological Society*, 94: 1013–1017.
- Rosenthal, R.** (1979): The “file-drawer problem” and tolerance for null results. *Psychol Bull* 86: 638–41.
- Rosenthal, R.** (1984): Meta-analytic procedures for social research. Beverly Hills. Sage, 15: 18–20.
- Rosenthal, R.** (1991): Meta-analytic procedures for social research. London. Sage Publications, 6
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J. and Borenstein, M.** (2005): Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment, and adjustments. Wiley.
- Rusinamhodzi, L. and Corbeels, M.** (2011): A meta-analysis of long-term effects of conservation agriculture on maize grain yield under rain-fed conditions. *Agronomy for Sustainable Development*, 31: 657–673.
- Shapiro, S.** (1994): Meta-analysis/Smetha-analysis. *American Journal of epidemiology*, 140: 771–778.
- Sharpe, D.** (1997): Of apples and oranges, file drawers and garbage: Why validity issues in meta-analysis will not go away. *Clinical Psychology Review*, 17: 881–901.
- Singer J.** (2010): 13. Az elemzések elemzése (metaanalízis). *Medicalonline-biostatiztika* http://www.medicalonline.hu/biostatiztika/cikk/13_az_elemzések_elemzése_%28metaanalízis%29
- Staples, M. and Niazi, M.** (2006): Experiences using systematic review guidelines. *The Journal of Systems and Software*, 80: 1425–1437.
- Stiling, S. and Cornelissen, T.** (2005): What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biological control agent performance. *Biological Control*, 34: 236–246.
- Sullivan, G. M., and Feinn, R.** (2012): Using Effect Size-or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of graduate medical education*, 4: 279–82.
- Thiam, A. and Bravo-Ureta, B. E.** (2001): Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis. *Agricultural Economics*, 25: 235–243.
- Tirol-Padre, A. and Ladha, J. K.** (2006): Integrating rice and wheat productivity trends using the SAS mixed-procedure and meta-analysis. *Field Crops Research*, 95: 75–88.
- Tonitto, C., David, M. B. and Drinkwater, L. E.** (2006): Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112: 58–72.

META-ANALYSIS IN AGRICULTURAL RESEARCH: SCIENTIFIC APPROACH AND STATISTICAL METHOD

I. Kocsis^{1*}, P. Kordás², A. T. Tóth³ and G. Markó^{1,4}

¹*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection, Ménési út 44., Budapest 1118, Hungary; *e-mail: ivett.kocsis95@gmail.com*

²*Eurofins Agrosience Services Kft., Petőfi utca 10/6., Vereb 2477, Hungary*

³*Docler Services Kft., Expo tér 5-7., Budapest 1101, Hungary*

⁴*Behavioural Ecology Group, Department of Systematic Zoology and Ecology, Eötvös Loránd University, Pázmány P. sétány 1/C, Budapest 1117, Hungary*

A considerable amount of scientific results and experience are available recently from a wide range of disciplines in the scientific literature. Similarly, the agricultural literature has also been accumulated valuable knowledge, especially in the last decades. However, the researchers investigating different disciplines using a highly diverse methodology, these results are often serving only a single focus on a specific scientific issue without generalizing the results into a broader scientific context. The meta-analysis is a relatively new statistical approach that provides a valid and objective statistical comparison of the independent scientific results. Therefore, the meta-analysis can be an effective tool for exploring or predicting new scientific relationships or patterns and suggesting relevant topics for further investigations. In the present review, we introduce the statistical approach of the meta-analytic and its relevance in agriculture research.

Keyword: agricultural research, data analysis, meta-analysis, statistics

Érkezett: 2021. július 29.

KRÓNKA

KÁRT OKOZÓ ROVARFAUNÁNK VÁLTOZÁSA ÉS AZ IDEI ROVARKÁRTÉTELEK ALAKULÁSA A SZESZÉLYES NYÁRBAN

Az utóbbi években egyre több jele van a megváltozott időjárás, rovarokra gyakorolt hatásának. A szántóföldön, gyümölcsösökben, vagy akár a kiskertekben egyre gyakrabban találkozunk korábban nem, vagy csak elvétve észlelt rovar kártételekkel. Ennek oka, hogy számos új kártevő került behurcolásra idegen kontinensről, vagy terjedt tovább térségünkben és természetes úton telepedett be új élőhelyekre.

Az új kártevők eredményes megtelepedése és fennmaradása többnyire a megváltozott időjárási körülményeknek köszönhető. Az Európába behurcolt új kártevők sikeres megtelepedésüket követően továbbterjedtek, és a számukra élettanilag megfelelő térségben felszaporodtak. Szakmai körökben is meglepetést okozott, hogy a kontinensükön korábban nem ismert „új fajok” milyen gyorsan terjedtek szét és váltak részévé az őshonos faunának.

Ugyanakkor a felmelegedés eredményeként egyes dél-európai, észak-afrikai, közel-keleti rovarfaj terjedését észlelhettük Európa belsejébe. Ezek a főként északi irányba terjeszkedő fajok az elmúlt évtizedekben, a számukra élettanilag kedvezővé vált térségekben leltek új hazára. Megállapítható, hogy eredményesen szétterjedtek megtelepedtek és ma már „otthonosan” érzik magukat az új élőhelyeken. Mint ismeretes (egyebek mellett), számos kártevő rovarfaj is van közöttük.

Az Európába behurcolt, ezt követően természetes úton továbbterjedt, majd szétterjedt, és Magyarországon is sikeresen megtelepedett, kárt okozó fajok az **eperpajzstetű** (1. ábra), **amerikai lepkebabóca** (2. ábra), **amerikai kukoricabogár**, **amerikai szőlőkabóca**, **keleti cseresznyelég** (3. ábra), **nyugati dióburokfurólég** (4. ábra), **selyemfényű puszpáng-**

moly (5. ábra), **nyugati levéllábú poloska** (6. ábra), **ázsiai márványpoloska** (7. ábra), **pettyesszárnyú muslica**, **kígyóaknás szőlőmoly** (8. ábra), **dióaknázó fényesmoly**, **kajszilevéltetű**. Szétterjedésük és megtelepedésük intenzívebb volt, mint a hajdan behurcolt **szőlőgyökértetű** (9. ábra), **vértetű**, **kaliforniai pajzstetű**, **burgonyabogár** (10. ábra), **amerikai fehér medvelepke** (11. ábra), **keleti gyümölcsmoly** (12. ábra) esetében történt.



1. ábra. Eperpajzstetű telepe (Fotó: Szeőke K.)



2. ábra. Amerikai lepkebabóca lárva (Fotó: Szeőke K.)



3. ábra. Keleti cseresznyelég (Fotó: Szeőke K.)



4. ábra. Nyugati dióburok-furólégy (Fotó: Szieberth D.)



5. ábra. Selyemfényű puszpángmoly (Fotó: Szeőke K.)



6. ábra. Nyugati levéllábú-poloska (Fotó: Szeőke K.)



7. ábra. Ázsiai márványospoloska (Fotó Szeőke K.)



8. ábra. Kígyóaknás szőlőmoly aknája (Fotó: Szeőke K.)



9. ábra. Szőlőgyökértetű levéllakó alakja (Fotó: Szeőke K.)



10. ábra. Burgonyabogár (Fotó: Rózsahegyi P.)



11. *ábra.* Amerikai fehér medvelepke hernyója
(Fotó: Rózsahegyi P.)



12. *ábra.* Gyümölcsmoly kártétele (Fotó: Szeőke K.)

Gyakran a kártevők közé sorolják az eredendően távol-keleti honosságú, de Európába az Egyesült Államokból behozott **harlekin katicabogarat** is (13. *ábra*). Valójában nem mezőgazdasági kártevő, de robbanásszerű terjedésével és agresszív életmódjával konkurensévé vált az őshonos **hétpettyes katicabogárnak**. Úgy tűnik, hogy a kezdeti túlszaporodást követően a harlekin katica egyedszáma mérsékelten, csökkenően van, talán előbb-utóbb stagnál, majd várhatóan elfoglalja a végleges helyét a természetes ökoszisztémában.

A hazai mezőgazdaságban jelentős kártételi nyomást jelent egyes dél-európai, észak-afrikai, kisázsiai elterjedésű mezőgazdasági kártevők megjelenése. Az elmúlt évtizedek fokozatos felmelegedése eredményeként számos melegigényes rovarfaj terjesztette ki az elterjedését északi irányba, sajnálatos módon,

jelentős mértékben a Kárpát-medence térségébe. Ezt leglátványosabban a **gyapottok-bagolylepke** (14. *ábra*) tette az elmúlt harminc évben. A korábban nálunk rovartani ritkaságként ismert gyapottok-bagolylepke ma már az egyik legjelentősebb mezőgazdasági kártevő. Mint ismeretes vándorlásai során jut el Európa belsejébe, és károsítja a mezőgazdasági növények jelentős részét. Azt is megfigyeltük, hogy melegebb teleken, szárazabb talajokban bábként történő áttelelése is lehetséges. Ugyancsak északi irányú terjedés eredményeként jelent meg és károsít rendszeresen a zöld vándorpoloska. Tápnövényei közt számos zöldség és dísnövény szerepel. Szántóföldi kártételei leginkább a kukoricára korlátozódnak. Ma már a hazai klíma megfelel számára, két-három nemzedéket fejleszt, bábként diapauzálva, eredményesen át is telet a térségben.



13. *ábra.* Harlekin katicabogár (Fotó: Szeőke K.)



14. *ábra.* Gyapottok-bagolylepke (Fotó: Szeőke K.)



15. ábra. Drótféreg (Fotó: Szieberth D.)



16. ábra. Cserebogárpajorok (Fotó: Szieberth D.)

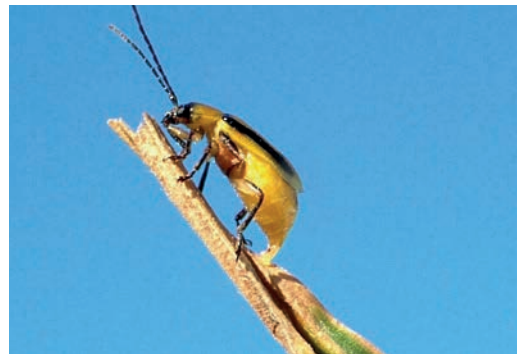


17. ábra. Mocskospajorok (Fotó: Szeőke K.)

Külön kell beszélni a trópusi, szubtrópusi területekről származó, de nálunk főként üveg-
házban károsító rovarfajokról.

Ezek a melegigényes rovarfajok alkalman-
ként az üvegházból kiszabadulva szabadföldi

körülmények között is megjelenhetnek és káro-
síthatnak, de számukra „zord” klímánk alatt
áttelelni nem képesek. Ezért behurcolt, üveg-
házban károsító fajoknak tekintjük őket. Közü-
lük ismertebbek a **nyugati virágtripsz**, **üveg-
házi molytetű**, **dohányliszteske**, **paradicsom
sarlósmoly**. Hazai fennmaradásuk csak úgy
lehetséges, ha folyamatos természetességgel bizto-
sítjuk számukra a tápnövényt és az igényeiknek
megfelelő klímát. Kipusztulásuk esetén csak
újabb behurcolás biztosíthatja e fajok újbóli
megjelenését és fennmaradását.



18. ábra. Amerikai kukoricabogár (Fotó: Szeőke K.)



19. ábra. Amerikai kukoricabogár lárvák
(Fotó: Szeőke K.)

Az idei évre is jellemző volt a szeszélyes és
változékony időjárás. Heves esőzés és aszály
egyaránt tarkította a tavaszt és a nyarat. Egyes
kártévők, mint a talajlakó gyökérvárosító rovar-
lárvák, **mint a drótféreg** (15. ábra), **csere-
bogárpajorok** (16. ábra), **mocskospajorok**
(17. ábra), **kukoricabogár** (18. ábra) a koráb-

bi évekhez hasonló intenzitással károsítottak. Az amerikai kukoricabogár lárvái leginkább az őnmaga után vetett kukoricákban károsítottak (19. ábra). A tavaszi vetésű növények az esőzések hatására gyors fejlődésnek indultak, de a talajlakók által okozott kártételeket helyenként így is elszenvettkék. Az őszi vetésű kalászosok és repcék kártevői tél végén és tavasszal ellepték a növényeket. Ugyanakkor kártételüket a heves esőzések némileg mérsékeltek. Kalászosokban a **búzalegyek** és a **vetésfehérítő bogarak**, repcében az **ormányosok** és a **fénybogarak** károsítottak. Egyes vidékeken érzékeny károkat okozott a **mezei pocok**, ezért pocokirtószer szükséghelyzeti engedély kiadására került sor. A pocok károkat mérsékeltek a ragadozó emlősök, ragadozó madarak és a gémek. A pocokgradáció összeomlásához végül is az intenzív esőzések járultak hozzá leginkább.

A csonthéjasokban a virágzás időszakában bekövetkezett kedvezőtlen időjárás miatt a beporzás és terméskötődés sokféle szenvedett károkat. Ismert, hogy ebben az időszakban leginkább az éjszakai fagyok okoztak súlyos károkat. Ezért a várható termés mennyisége jelentősen csökkent. Egyes kártevők, mint a **cseresznyelegek** a megszokottnál kisebb károkat okoztak. Sajnos, ez nem mondható el a **nyugati dióburok-légyről**, mert idén is mindenhol jelentős károkat okoz a dió ültetvényekben és a szórvány diófákon egyaránt. A **gyümölcsmolyok** kártétele viszont ez évben is jelentősnek látszik a csonthéjasokban és az almatermésűekben egyaránt. A csapadékos időjárás a **levéltetveknek** kedvezett leginkább. Robbanásszerű felszaporodásukat szinte valamennyi kultúrában tapasztalhattuk (20. ábra, 21. ábra). Ellenük védekezésre kényszerültünk. Az almásokban a levéltetveken kívül a **vértetű** is túlszaporodott, és érzékeny károkat okozott. Kajsziiban helyenként egy új levéltetűfaj, a **kajszilevéltetű** is károsít. A **pettyes-szárnyú muslica** bogyósokon kívül esetenként a meggyet is károsította. Előrejelzésre alapozott célirányos védekezéssel a fűrőlegek, mint **cseresznyelegek**, a **dióburok-fűrőleget**, **gyümölcsmolyok**, **pettyesszárnyú muslica** ellen hatékonyan védekeztek. A levéltetvek elleni eredményes védekezés, a levéltetvek robbanásszerű felsza-

porodása miatt nagyobb odafigyelést igényel. Előrejelzésük helyszíni vizuális megfigyelést tesz szükségessé. Ugyanakkor a levéltetvek a számukra védelmet nyújtó deformálódó levelekben találtak védelmet a permetezőszerekkel szemben. Tavasszal hasonló „levélsodratokban” a **sodrómoly lárvák** is meghúzódtak és károsítottak. Rágásuk gyakran egybeesett a **nagy- és kis téliaraszolók** kártételével. A levéltetvekhez hasonlóan a vértetvek is felszaporodtak és helyenként kárt okoztak az almásokban.



20. ábra. Levéltetvek kártétele cseresznyén (Fotó: Szeőke K.)



21. ábra. Levéltetvek kártétele kukoricán (Fotó: Szeőke K.)

A kártevők sajátos károkozása a szántóföldön is nyomon követhető volt. A kapásokban a talajlakó kártevők (**drótférgék** és **cserebogárpajorok**) szórványos, de észrevehető károkat okoztak. Kártételük csak ott maradt el ahol védekeztek ellenük. A mocskos-pajorok közül néhány évig a **felkiáltójeles bagolylepke** lárvájának a kártétele dominált. Az ideai csapadázások során úgy tűnt, hogy a **vetési bagolylepke** lét-

száma van emelkedőben, ezért valószínűnek látszik, hogy a pajor kártételeket is zömmel a vetési bagolylepke lárvái okozták. A lombszinten károsító bagolylepkék zöldségféléken, dísznövényeken és a szántóföldön is kárt okoztak. Emelkedőben van a **gammabagolylepke** (22. ábra) és a **gyapottok-bagolylepke** kártétele. Kártételükre főként a nyár végén lehet számítani.



22. ábra. Gamma-bagolylepke (Fotó: Szeőke K.)



23. ábra. Káposztalégy kártétele repcegyökéren (Fotó: Szeőke K.)

Sajátos kártételek fordultak elő a repcében. A kelést követően ősszel, tél elején a **káposztalégyek** kártétele volt megfigyelhető a növények gyökerén (23. ábra). Ezt a kártételt a repcék többnyire elviselték. Átteelve, dús állománnyal mentek a tavaszba. Néhány inszekticides kezeléssel látszólag túléltek a fénybogár és **ormányos** kártételeket. Ám nyár elején az új nemzedékű **repcebecő ormányosok** kirajzása meglepetést okozott helyenként. Ugyanis olyan tömegben jelentek meg és vonultak tova, hogy arra már laikusok is felfigyeltek. A vonu-

ló bogarak esetenként tömegesen jelentek meg lakott településeken is. Sokan panaszkodtak, hogy az emberek izzadt testére is rászálltak és csípő érzést váltottak ki. Nyilvánvaló, hogy ez a sok repcebecő-ormányos (lárva korában) érzékeny károkat okozott. Ezért sem volt meglepő, hogy betakarításkor a repce termésátlagok kissé elmaradtak az elmúlt év eredményeitől.

A csapadékos tavasz és nyár szárazságra torkolhat, ami további kártevők fellépéséhez vezet. Amíg a levéltetvek gradációja összeomlott, úgy a száraz periódusban a **takácsatkák** felszaporodása volt észlelhető. Előfordulásuk és kártételük a zöldség és dinnye-termelőket érzékenyen érinti, de a szőlőben, vagy a szántóföldön (babon, szóján, kukoricán stb.) is károsít. Száraz évjáratokban a gyümölcsfák levélete is sokat szenved a takácsatkák szívogatásától. A takácsatkákra is jellemző, hogy a szárukra kedvező száraz időjárási körülmények között, erőteljes túlszaporodásba kezdenek. A takácsatka telepekben élő atkák szívogatásukkal sárgulást, levélszáradást idéznek elő.

Az utóbbi években egyre gyakoribb, hogy az egyes gyümölcsfák a fás részükben szenvednek kárt. A kár mértéke gyakran az egész fára áterjed, és annak pusztulását okozza. Ezek a kártételek esetenként összetettek, így a pusztulás már egy kárláncolat eredménye lehet. A gyümölcsfákat különösen veszélyeztetik az eredetileg erdészeti kártevőnek számító farágó lepkék, nevezetesen a **kisfarágó** (alfafarontó) **lepke** (24. ábra, 25. ábra) és a **nagyfarágó lepke** hernyói.



24. ábra. Kisfarágó lepke (Fotó: Szeőke K.)



25. ábra. Kisfarágó lepke hernyója (Fotó: Szeőke K.)



26. ábra. Kishőscincér (Fotó: Szeőke K.)



27. ábra. Cincérfarátok gyümölcsfa törzsében (Fotó: Szeőke K.)

Előbbi az alma és a dió gyakori kártevője, utóbbi szinte minden gyümölcsfán előfordulhat, de különösen kedveli a csonthéjasokat. Egy-egy fatörzsben több hernyó is károsíthat. A rágás eredményeként a fa száradásnak indul, másodlagosan gyümölcsfa károsító szúfajok és kórokozók telepednek meg. E káresetek együttes hatása a gyümölcsfa pusztulásához vezet. Lassan feledésbe merül, mert a régmúlt idők kártevőinek tartjuk az egyes cincér és díszbogár fajokat is. Sajnos napjainkban is károsítanak. Így esetenként előfordul, hogy a **kis hőscincér** (26 ábra) lárvái furkálják meg a gyümölcsfák törzsét (27. ábra). Ugyancsak probléma, hogy a kéreg felületén károsító rovarfajok, mint a **pajzstetvek**, vagy a **vértetű** szaporodik fel a gyümölcsöseinkben. Kártételük súlyosságára, ezúttal is többnyire a nyugalmi időszakban, és a vegetáció kezdetén figyelünk csak fel. Az ellenük való védekezés fontos (kihagyhatatlan) eleme a télvégi lemosó permetezés és a törzsápolás, célirányos metszés. Ugyanakkor a törzsben károsító rovarok (farontó lepkék, cincérek, díszbogarak, gyümölcszúfajok) ellen csak a rajzásuk idején végzett törzs-permetezés vezethet eredményre.

Szeőke Kálmán
 növényvédelmi szakmérnök
 Székesfehérvár

FOLYÓIRATUNK MÚLTJÁBÓL

„A VILÁG LEGGYÁMOLTALANABB ROVARA”..... : ...és más érdekességek az élővilágból

A **bunkócsápú hangyabogár**, amelyet egyik olvasónk egy hangyabolyban talált és meghatározásra küldött be hozzánk, egyike a legigénytelenebb bogaraknak, az életük azonban talán a legérdekesebbek közé tartozik. A hangyabogár a sárga hangyák bolyában a kövek alatt tartózkodik, s a hangyák, ha a bolyt feltárják, a követ felemelik, felkapják és úgy viszik magukkal, mint bábjaikat. Müller P. lelkesen figyelte meg életüket és igen érdekes tapasztalatokra jutott. Összefogott hangyákat és bogarokat s az egész társaságot mohával, kaparékkal együtt egy nagy üvegbe tette. Másnapra a foglyok már egész otthonosan rendezkedtek be. Elkészült a hangyaboly, s a hangyák szorgalmasan igazgattak, javítottak rajta. Közben Müller észrevette, hogy mikor valamelyik hangya egy bogárral találkozik, csápjaival szelíden megcírogatja, becézgeti, s



Bunkócsápú hangyabogárt etető hangyák

míg a bogár eközben csápjaival szintén barátságosan integet, mohó vággyal nyalogatja a hátát. Otthagyva a bogarat, újabb hangyák jöttek, melyek szintén nyalogatni kezdték a bogarat, azonban csodálatosan rövidesen otthagyták. Mint a hogy más hangyák a levélteveket dédelgetik a mézharmatukért, úgy dédelgetik a sárga hangyák bogarukat, mint később kitént azért a válladákért, amelyet az szőreiből izzad ki. Érdekes, hogy a bunkócsápú hangyabogár annyira gyámoltalan, hogy táplálni sem tudja magát, hanem a hangyák etetik meg védencüket. Csodálatos a természet játéka, a bunkócsápú bogarak, nem lévén nekik sem szemük, sem szárnyuk, gyámoltalanabban minden más bogárnál, a hangyabolyon kívül nincs számukra hely, ott élnek, ott szaporodnak és ott halnak meg, anélkül, hogy azt csak egyszer is elhagynák.

Élet a petróleumban. Amundsen, a déli sark jegének üregeiben parányi férget talált: senki által sem gyanított élőt a halál birodalmában. A tudomány emberei találtak már légyálcákat olyan bonctani preparátumokban, melyek sokáig álltak bádogdobozba forrasztott erős formalinoldatban. Mikor a leólmozott dobozokat egy év múltán felnyitották, vidáman röppentek ki belőle az időközben kifejlődött legyek. A légyálcáknak ezt a csodálatos méregállókéességét is felülmúlja egy parányi, két milliméteres légyfaj álcáinak képessége. Tudniillik ezek csakis petróleumban élnek át lárvakorszakukat s ezért magát a légyfajt is Psilopa petrolei néven ismerik a rovartanban. *Eddig úgy tudtuk, hogy a petróleum halálos mérég, megöli minden rovaréletnek.* Tehát annál csodálatosabb, hogy mégis van rovar, amelynek élete bizonyos korszakában egyenesen életeleme ez a gyilkos folyadék. Mert a Psilopa petrolei tojásait és magát a

kifejlett legyet épúgy megöli a petróleum, mint más rovar.

A petróleumlégy az élettanilag is érdekes és különös Ephyridák kétszárnyú családjához tartozik. Hazája Kalifornia, ahol a nagy petróleumterületek nyers földolajpocso-lyáiban tenyészik. A légy tojásait közvetlenül a petróleumpocsolya szélein rakja kiálló kövekre, vagy olyan tárgyra, melyek a petróleum felszínén úsznak. Amint az álcák a tojásból kibújnak, egyszerűen belesiklanak a petróleumba, ott aztán a felszínén úsznak és azokból a hulladékokból táplálkoznak, melyek a petróleumba esett és ott elpusztult temérdek rovartestből gyűlte össze. A petróleumlégy álcái alá is tudnak merülni a petróleumba és sokáig, egy teljes napig is lent tudnak maradni anélkül, hogy ez az életmód legkevésbé is ártana nekik. De ha a petróleumból kivesszük s levegőre viszik, vagy vízre helyezik őket, akkor 12–18 órai kínlás után menthetetlenül elpusztulnak.

Madárpók Budapesten. Igen érdekes exóti- kus vendége van Budapestnek. A ritka vendéget madárpóknak hívják, Indiában és Braziliában található, s jelenleg a Magyar Nemzeti Múzeum természettani osztályában van egy élő példány belőle. Ezt a példányt itt fogták Budapesten, egy visegrádi-utcai banánrak-tárban, ahova Indiából hurcolták be. Európa már egy ízben látta vendégül a madárpókot, 1862-ben, mikor egy Danzigba érkezett szénzállító hajón egy eleven pókot találtak. A pókot odaadták *Menge* tanárnak, a híres pókspecialistának, aki azt majdnem



Madár pók

egy évig tartotta életben. *Tragikus* módon következett be ennek a póknak a kimúlása. Ugyanis a pók vedlése után három napig mozdulatlanul maradt, s teljesen; élettelennek látszott. A tudós professzor aztgondolta, hogy a pók kimúlt s borszeszbe tette, hogy gyűjteményébe áttegye. A borszeszben azonban a pók egyszerre megélnékült, elkezdett mozogni. Hirtelen kivették, lemosták, azonban már késő volt, már végérvényesen kiszervezett. A fogságban főként fiatal békákkal táplálták,,

melyekkel egy-kettőre végzett. Igen szerette a svábokat és hazai póktársait is, melyeket a jelekből ítélve, igen finom csemegének tartott. Az eléje tett békával igen hamar végzett. Néhány szempillantás alatt már rágócsápjai között tartotta a békát, húsát péppé rágta és csontostól-bőröstül megette. A csontot később félcentiméternél nagyobb darabokban köpeteiben kiadta magából. A madárpókok igen nagyra megnőnek. Lábukat kinyújtva, 18 cm. átmérőjű területet foglalnak el, potrohájuk és fejük hossza pedig az 5 cm-t is meghaladja. Egyes fajták erős hálószővedéket fon-

nak s abban fogják meg áldozataikat, amelyek között megtaláljuk a rovar- és állatvilág számos tagját egészen a pinty nagyságú madarakig. A madárpók harapása az ember testén heves gyulladást okoz, azonban távolról sem olyan veszélyes, mint azt eleinte tartották. Ezt bizonyítja az a jelenet is, amelyet *Betésnek* volt alkalma megfigyelni. Ő ugyanis egyszer akkor lépett indiángyerekek közé, mikor azok egy nagy madárpókot torkára kötött madzagon, mint a kutyát vezetgettek körül a házban.

A szénművelés egyetlen élő rokona.

A triász-korszakban hatalmas bunkókhoz hasonló növények, a kalamiteszek sorakoztak egymáshoz az ősmocsarakban és mérföldnyi távolságra sűrű erdőket alkottak. Ezekből a növényekből, melyek elemi katasztrófák következtében a föld alá süllyedtek, hol irtózatossá kellett elszervezniük, lett a ma oly óriási gazdasági fontosságra emelkedett *kőszén*. A kalamiteszek évezredek folyamán teljesen kihaltak, csak egyetlen törpe rokonuk, a *zsurló* maradt fenn több fajban.

Ezek közül a legismertebb a mezei zsurló (*Equisetum arvense*), mely réteken, patakok mentén hazánkban is elég gyakori s mely kétféle alakban él. Először fejlődik ki a termőszár, mely kicsinyben a kalamiteszekhez hasonlít s a szaporodásra elkerülhetetlenül szükséges spórakapszulát viseli. Ennek elhervadása után fejlődik ki ugyanabból a töből a leveles alak, mely zöld lombot visel s a túlevelűekre emlékeztet. A zsurló tehát a legrégebb, sok tízezer évre visszatekintő növényünk, melynek ősei a kőszén szolgáltatták. **Z. V.**

Azt hiszem, ezekhez a kis anyagokhoz nem kell kommentárokat írni. Bevallom, nem is nagyon tudnék.

Eke István

JOGSZABÁLYFIGYELŐ MOLNÁR JÁNOSTÓL NÖVÉNYVÉDELEMMEL KAPCSOLATOS – 2021. JÚLIUSBAN KIHIRDETETT – JOGSZABÁLYOK

- A Bizottság (EU) 2021/1098 rendelete (2021. július 2.) a 396/2005/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II., III. és IV. mellékletének a bizonyos termékekben, illetve azok felületén található 24-epibrassinolid, *Allium cepa* L. hagymakivonat, ciflumetofen, fludioxonil, fluroxipir, nátrium-5-nitroguajakolat, nátrium-o-nitrofenolát és nátrium-p-nitrofenolát maradékanyag-határértéke tekintetében történő módosításáról
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1098&qid=1627051703158>
- A Bizottság (EU) 2021/1110 rendelete (2021. július 6.) a 396/2005/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. és III. mellékletének a bizonyos termékekben, illetve azok felületén található ametoktradin, bixafen, fenazakin, spinetoram, teflutrin és tienkarbazon-metil maradékanyag-határértéke tekintetében történő módosításáról
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1110&qid=1627052050812>
- A Bizottság (EU) 2021/1165 végrehajtási rendelete (2021. július 15.) bizonyos termékek és anyagok ökológiai termelésben való használatának engedélyezéséről és ezek jegyzékének összeállításáról
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1165&qid=1627052697360>
- A Bizottság (EU) 2021/1177 végrehajtási rendelete (2021. július 16.) az (EU) 2015/408 végrehajtási rendeletnek a propoxikarbazonnak a helyettesítésre jelölt anyagként besorolt hatóanyagok jegyzékéből való törlése tekintetében történő módosításáról
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1177&qid=1627052953110>
- A Bizottság (EU) 2021/1191 végrehajtási rendelete (2021. július 19.) a klopivalid hatóanyag-nak 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
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2021.258.01.0037.01.HUN&toc=OJ%3AL%3A2021%3A258%3ATOC
- A Bizottság (EU) 2021/1247 rendelete (2021. július 29.) a 396/2005/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet II. mellékletének a szőlőben és a szamócában található mandesztrobin megengedett szermaradék-határértékei tekintetében történő módosításáról
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1247&qid=1627674406608>

TARTALOM

<i>Poór Boglárka, Tóth Annamária, Ladányi Márta és Palkovics László: Díszfákon előforduló lisztharmatgombák jelentősége</i>	327
<i>Kontschán Jenő és Ripka Géza: Új adatok a hazai levélbolhák (Insecta: Psylloidea) előfordulásaihoz II.</i>	336
<i>Moustafa A. M. Moata, Hamow Kamirán Áron, Mikó Zsanett, Molnár Béla Péter és Fónagy Adrián: A klóránitaniliprol és az indoxacarb toxikológiai és szubletális hatásainak vizsgálata <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) fejlődésére, reprodukciós képességeire</i>	342
Review	
<i>Kocsis Ivett, Kordás Péter, Tóth Andrea Tímea és Markó Gábor: Meta-analízis az agrárkutatásban: tudományos megközelítés és statisztikai módszer</i>	354
Krónika	
<i>Szeőke Kálmán: Kárt okozó rovarfaunánk változásai és az ideai rovarkártételek alakulása a szeszélyes nyárban</i>	364
Folyóiratunk múltjából	
<i>Eke István: „A világ leggyámoltalanabb rovara”: ...és más érdekességek az élővilágból</i>	371
Jogszábflygelyelő Molnár Jánostól	373

TABLE OF CONTENTS

<i>Poór, B. A. Tóth, M. Ladányi and L. Palkovics: Significance of powdery mildew fungi occurring on ornamental trees</i>	327
<i>Kontschán, J. and G. Ripka: New data on the occurrences of Hungarian jumping plant lice (Insecta: Psylloidea) II.</i>	336
<i>M. A. M. Moustaf, Á. Hamow Kamirán, Zs. Mikó, B.P. Molnár and A. Fónagy: Toxicity and sublethal effects of chlorantraniliprole and indoxacarb on the development and reproductive capacity of <i>Spodoptera littoralis</i> (Lepidoptera, Noctuidae)</i>	342
Review	
<i>Kocsis, I., P. Kordás, A. T. Tóth and G. Markó: Meta-analysis in agricultural research: scientific approach and statistical method</i>	354
Chronicle	
<i>Szeőke, K.: The changes in our insect pest fauna and the damage caused in the capricious summer of 2021</i>	364
From the past of our journal	
<i>Eke, I.: “The most supportless insect in the world”: ...and other interesting issues from the world of biology</i>	371
Legislation review from János Molnár	373