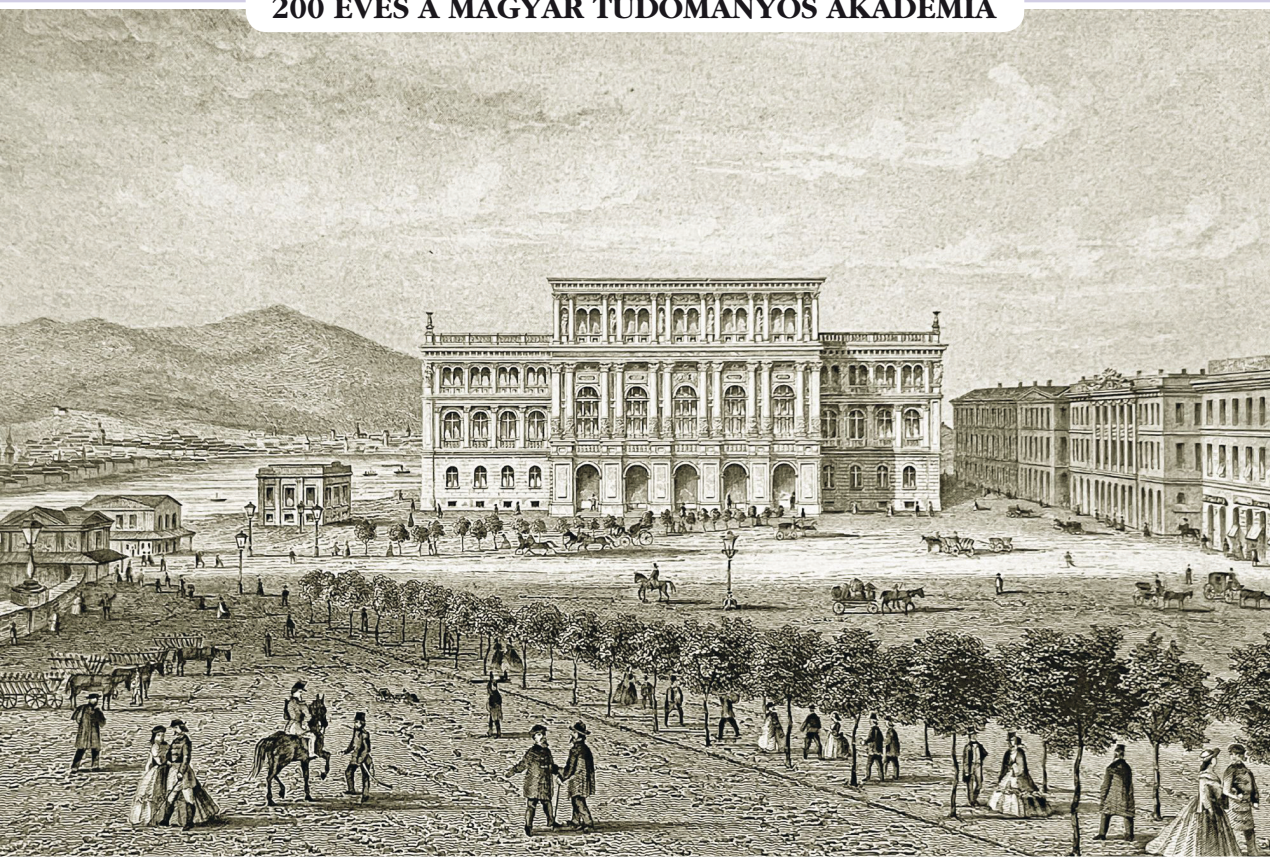


NÖVÉNYVÉDELEM

86 [N.S. 61] 5. szám • Az Agrárminisztérium tudományos lapja • 2025. május

200 ÉVES A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA



A KIADVÁNY A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT


HERMAN OTTÓ
INTÉZET
NONPROFIT KFT.

 **ATK** NÖVÉNYVÉDELMI
INTÉZET
**HUN
REN**  **ATK**

A KÖRNYEZETBARÁT NÖVÉNYVÉDELEMÉRT ALAPÍTVÁNY

Megjelenik havonként

Előfizetési díj a 2025. évre: 15 000 Ft

A Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi

Társaság tagjainak: 13 500 Ft/év

Diákoknak: 10 500 Ft/év

Egyes szám: 1500 Ft

Szerkesztőbizottság:

Elnök: Eke István

(Folyóiratunk múltjából rovatvezetője)

Rovatvezetők:

Almási Asztéria (virológia)

Csóka György (erdővédelem)

Haltrich Attila (rovartan, gerincesek)

Koczor Sándor (rovartan)

Körösi Katalin (növénykórtan)

Novák Róbert (gyomszabályozási technológia)

Molnár János (jogszabályfigyelő, krónika)

Petróczy Marietta (növénykórtan)

Ripka Géza (rovartan, akarológia)

Solymosi Péter (gyombiológia, botanika)

Szőcs Gábor (rovartan, kémiai ökológia)

A Szerkesztőbizottság munkáját segítik:

Balázs Klára (tanácsadó)

Dancsházy Zsuzsanna (angol nyelv)

Dzsudzsák Szilvia (HOI)

Mihályi Krisztina (Alapítvány)

Szerkeszti: Szerkesztőbizottság

Szerkesztőség:

Levelezési cím: 1116 Budapest, Fehérvári út 132–144.

Postacím: 1114 Budapest, Pf. 112.

E-mail: balazs.klara@atk.hun-ren.hu

Felelős kiadó: Füredi Kornél

a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

Kiadó:

A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány

Postacím: 1114 Budapest, Pf. 112.

Együttműködő partner:

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont

Növényvédelmi Intézet

Megrendelhető az Alapítvány postacímén, vagy

e-mail címén (balazs.kara@atk.hun-ren.hu),

illetve befizethető az Alapítvány

K&H 10400054-00502306-00000000 számú

csekszámláján.

ISSN 0133–0829

Készítette az INFORM Kiadó és Nyomda Kft.

Felelős vezető: Bolyki István

2025/15

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, lasernyomtatóval 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, lakcím, munkahely, munkahely címe, telefon, fax, e-mail) megadni.

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

Részletes útmutató a 2024. áprilisi számban található.

CÍMKÉP:

Hermann Lüders metszete,
a Magyar Akadémia Palotája Pesten
(1856 előtt)

Kapcsolódó cikk: 193. oldal

COVER PHOTO:

Cover photo of the first number
of the journal 'Növényvédelem'
(‘Plant Protection’)

Related article: p. 193

KESERÉDES ÜNNEP

Balázs Ervin

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont

2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

E-mail: ervin.balazs@gmail.com

Kétszáz évvel ezelőtt Gróf Széchenyi István a legnagyobb magyar a pozsonyi diétán 1825. november 3-án birtokainak évi jövedelmét ajánlotta fel egy magyar tudós társaság megalapítására a magyar nyelv ápolására, mert vallotta, hogy nyelvében él a nemzet. A felvilágosult magyar nagybirtokosok többen, így Wesselényi, Festetics lelkesen csatlakoztak eme nemes indítványhoz, mivel más európai országokban járván felismerték a feudális szemlélet tarthatatlanságát. Ők megértették, milyen fontos szerepe van a tudományos eredményeknek egy nemzet fejlődésében, hasonlóan Kossuth Lajos máig ható kijelentéséhez, miszerint ipar nélkül az ország félkarú óriás.

A XIX. századi Magyarország gazdasági sikereihez nagyban hozzájárult az, hogy az akkori politikai vezetés megbecsülte a tudományos eredményeket. Darányi Ignác földművelésügyi miniszter 14 kutatóintézetet alapított az ország javára, köztük a szőlő-gyökértetű gradáció elleni védekezés vezénylesére rendelt Országos Filoxéra Kísérleti Állomást, amely a Növényvédelmi Kutatóintézet (NKI) egyik jogelődje volt. A 145 évvel ezelőtt alapított NKI páratlan tudományos sikereket ért el a korszerű növényvédelmi technológiák bevezetésében, a járványok előrejelzésében, és a környezetkímélő szemlélet elterjesztésében.

A történelem viharai az akadémiai kutatásokat többször is megrázták. A trianoni békediktátummal nemcsak az ország területének kétharmadát veszítettük el, hanem a magyar nemzetiségű honfitársaink mintegy harmada a határokon kívül rekedt. A Magyar Tudományos Akadémiát is hatalmas veszteség érte azzal, hogy Vigyázó Ferenc erdélyi nagybirtokos és felesége által az MTA-nak adományozott hatalmas vagyona (szinte fél Erdély erdeit, föld-



birtokait) a román állam rátette a kezét, majd a második világháborút követő párizsi békeszerződés megpecsételte ezt a döntést. Ha ez a vagyon most az MTA tulajdona lenne, akkor a tudós társaságnak nem kellene állami költségvetési támogatásért kuncsorognia.

Az elmúlt évtizedek kutatóintézeti átszervezése tragikusan hatott a nagymúltú Növényvédelmi kutatóintézetre. Először több más intézettel együtt leválasztották az intézeteket az MTA-ról, majd áthelyezték őket az ELKH keretébe, végül a HUN-REN Magyar Kutatási Hálózatba. A kiszolgáltatottságot fokozta az MTA vagyonának átirányítása a Kutatási Hálózathoz. Ennek az átszervezésnek az egykori Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, valamint a Növényvédelmi Kutatóintézet lett a legnagyobb vesztese, mert felszámolták a Herman Ottó úti kutatótelepet, és a két intézetet – kényszerintézkedés keretében – a munkára teljesen alkalmatlan külvárosi gyárépületbe helyezték át.

Ma, amikor az Európai Zöld Megállapodás (Green Deal) szinte tudatosan lerombolja az EU-tagországok mezőgazdaságát, a szakemberek többsége úgy látja: növényvédelmi háttérintézmények nélkül nem tudjuk felvenni a harcot a klímaváltozás okozta következményekkel, védtelenek leszünk az új kórokozók, kártevők és inváziós gyomnövények elterjedésével szemben. Merítsünk erőt a Magyar Tudományos Akadémia elmúlt 200 éves dicső múltjából, és győzzük meg a döntéshozókat arról, hogy gyorsítsák fel az Agrártudományi Kutatóközpont Martonvásárra tervezett kibővítését, ahol a talajtani, vízgazdálkodási és növényvédelmi kutató-egységek munkára alkalmas helyet kaphatnak. Ezek az intézmények ugyanis nagyban hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a magyar mezőgazdasági innováció újra a világ élvonalába kerüljön.

HŐHULLÁMOK KÖVETKEZTÉBEN CSÖKKEN A POSZHÉHEK VIRÁGILLAT ÉRZÉKELÉSE

Kárpáti Zsolt^{1,2}, Korten, Hanno², Schmitt, Thomas² és Nooten, S. Sabine²

¹HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézet, Kémiai Ökológiai Osztály, 1116 Budapest, Fehérvári út 132–144.

²University of Würzburg, Animal Ecology and Tropical Biology, Biozentrum, Am Hubland, 97074, Würzburg, Németország

Levelező szerző: karpati.zsolt@atk.hun-ren.hu

A globális éghajlatváltozás megzavarja a kulcsfontosságú ökológiai folyamatokat és biotikus kölcsönhatásokat. A hőhullámok gyakoriságának és intenzitásának közelmúltbeli növekedése szükségessé teszi azoknak a fiziológiai folyamatoknak az értékelését, amelyek biztosítják az alapvető ökoszisztéma-szolgáltatásokat, például a beporzás fennmaradását. Kísérleti hőhullámokat alkalmaztunk annak meghatározására, hogy a magas hőmérséklet miként befolyásolja a poszméhek virágillat felismerő képességét. A hőhullámok mindkét vizsgált poszméhfajnál (*Bombus terrestris* és *Bombus pascuorum*) erőteljes csökkenést okoztak a virágillatokra adott csápválaszokban. A poszméhek a hőhullámot követő 24 óra után sem mutattak egyértelmű regenerációs mintázatot. Eredményeink arra utalnak, hogy a hőhullámok előre jelzett növekvő gyakorisága és súlyossága veszélyeztetheti a poszméhek által közvetített beporzási szolgáltatásokat azáltal, hogy megzavarja a kémiai kommunikációt a növények és a beporzók között. A csökkent olfaktórikus érzékelés ronthatja a poszméhek táplálékforrás felkutatását, ami a kolóniák és a populációk csökkenéséhez vezethet.

Kulcsszavak: *Bombus terrestris*, *Bombus pascuorum*, földi poszméh, mezei poszméh, hőstressz, klímaváltozás, illatanyagok, elektroantennográf

A poszméhek létfontosságú szerepet játszanak beporzóként mind a természetes ökoszisztémákban, mind a mezőgazdaságban, jelentősen hozzájárulva a terméshozamhoz és a biodiverzitáshoz (Gallai és mtsai 2009, Kleijn és mtsai 2015, Klein és mtsai 2006). Ez az ökoszisztéma szolgáltatás azonban veszélyben van, mivel a beporzók világszerte gyorsan pusztulnak számos, az ember által okozott tényező miatt (Brown és mtsai 2016, Goulson 2010). A nagymértékű élőhelyvesztés, valamint a peszticidek jelentős veszélyt jelentenek ezekre az őshonos beporzókra (Brown és mtsai 2016, Williams és mtsai 2010). Az éghajlatváltozás és a szélsőséges időjárási események, mint például a hőhullámok, tovább súlyosbítják ezeket a negatív hatásokat. Ez különösen aggasztó, mivel a hőhullámok az elmúlt évtizedekben egyre gyakoribbá és erősebbé váltak, és intenzitásuk várhatóan tovább fog nőni (Hansen és mtsai 2012). A beporzó

rovarok hőstressz hatására csökkenő viráglátogatási aránya a növények szaporodásának jelentős csökkenéséhez vezethet (Settele és mtsai 2016).

A növények és a beporzók közötti kölcsönhatásokat a vizuális jelek mellett a virágokból származó illékony anyagok (Volatile Organic Compounds – VOC) is szabályozzák (Chittka és Raine 2006, Dötterl és Vereecken 2010, Raguso 2008, Spaethe és mtsai 2001). A beporzók számos virágillatot használnak kémiai jelként, hogy nagy (élőhely méretű) és kis (folt méretű) skálán megtalálják a táplálékforrásokat, és felmérjék a virág állapotát (Dötterl és Vereecken 2010, Reinhard és mtsai 2004).

Az éghajlatváltozás veszélyeztetheti a növények és a beporzók közötti kémiai kommunikációt. A növények részéről az éghajlati paraméterek – az ózon- és CO₂-szint, a fény és a hőmérséklet – módosítják a növények fiziológiáját, és befolyásolják a VOC-k termelését és

kibocsátását. Például a légszennyezést okozó ózon és szén-dioxid emelkedett koncentrációja jelentősen képes lebontani a virágok illatanyagait és megváltoztatni a kibocsátott virágillatok kémiai összetételét (Fuentes és mtsai 2016, Otieno és mtsai 2023). Az éghajlati tényezők, különösen a magasabb hőmérséklet, összetett módon befolyásolják a VOC-k kibocsátását, növelve vagy csökkentve a kibocsátási arányokat, megváltoztatva az illatanyagok arányát, kiszámíthatatlan tendenciákat okozva, ami a beporzók vonzódásának megváltozásához vezet (Barman és Mitra 2021, Cordeiro és Dötterl 2023, Dötterl és mtsai 2016, Farré-Armengol és mtsai 2014, Sagae és mtsai 2008).

Tanulmányunkban a földi poszméhre (*Bombus terrestris*) és a mezei poszméhre (*Bombus pascuorum*) mint kulcsfontosságú beporzókra összpontosítunk. A poszméhek kivételesen jól alkalmazkodtak a hideg környezethez, ami különösen sebezhetővé teszi őket a folyamatban lévő éghajlatváltozással és hőhullámokkal szemben (Arbetman és mtsai 2017, Maebe és mtsai 2021, Rasmont és Iserbyt 201, Soroye és mtsai 2020). A poszméhek repülését és a táplálékkeresési sikerét szintén negatívan befolyásolja a magas hőmérséklet és a szimulált hőhullámok (Hemberger és mtsai 2023, Kenna és mtsai 2021). Munkánk során azt vizsgáljuk, hogy egy másik kulcsfontosságú élettani folyamat, a virágillatok periférikus érzékelésének képessége megváltozhat-e a hőhullámok hatására.

A poszméhek euszociális stratégiája miatt a táplálékkeresési feladatokat a dolgozók végzik, míg a hímek a szaporodás szempontjából fontosak. Ennek ellenére a hímek is látogatják a virágokat táplálékkeresés és beporzás céljából. A hím poszméheknél a hőtűrésre irányuló szelekciós nyomás különösen hangsúlyos lehet, mivel életük során több időt töltenek a fészken kívül. Munkánkban laboratóriumi körülmények között hőhullámokat szimuláltunk, hogy megvizsgáljuk a poszméhek virágillat-érzékelési képességét elektroantennográfia (EAG) segítségével. A következő kérdéseket tettük fel: 1. A dolgozók és a hímek egyformán érzékel-e a virágok illatát? 2. A hőhullámok befolyásolják-e a csápok válaszait? És ez különbözik-e

nemek és fajok között? 3. Képes-e a poszméhek illatanyag-felfogása regenerálódni a hőhullámok után?

Anyag és módszer

Vizsgált fajok

Munkánkhoz két poszméhfajt, a földi poszméhet (*Bombus terrestris* Linnaeus 1758) és a mezei poszméhet (*Bombus pascuorum* Scopoli 1763) választottuk ki, mivel ezek a fajok Európa-szerte elterjedtek és gyakoriak számos élőhely típusban, valamint azért, mert igen fontos szerepük van a beporzásban.

Kolóniák tartása

A *Bombus pascuorum* kolóniákat (n=30) a Würzburg (Németország, szélesség: 49,7833; hosszúság: 9,9333) környékén vadon befogott, telelésből ébredő királynőkből alapítottuk. A kolóniákat klímakamrában neveltük 25–27 °C-on, 24 órás sötétben és 50–70%-os relatív páratartalom (RH) mellett. A *Bombus terrestris* kolóniát a Behr cégtől (Kampen, Németország) szereztük be, és 25 °C-on, 50% RH mellett, 12–12 órás fény/sötét ciklusban tartottuk klímakamrában. A poszméhek korlátlanul fértek hozzá a háziméhek által gyűjtött többfajú pollenkeverékhez és egy úgynevezett API folyadékhoz, amely glükóz, fruktóz és szacharóz keveréke (Südzucker AG, Mannheim, Németország) volt.

Klímakamra feltételek és hőkezelések

Egy héttel a kísérletek megkezdése előtt a poszméh kolóniákat klímakamrában tartottuk 25–27 °C-on, 50–70% relatív páratartalom mellett, 12–12 órás nappal/éjszaka fényciklussal. A hőhullámok hatásainak szimulálására egyesével vettük ki a kolóniából a poszméheket és négy különböző hőkezelésnek vetettük alá őket 40 °C-on 2,75 órán keresztül. Az 1. hőkezelést (a továbbiakban „hő”) magas relatív páratartalom mellett végeztük (90% relatív páratartalom), a 2. kezelést („hő+folyadék”) magas relatív páratartalommal (90% relatív páratartalom)

és további korlátlan hozzáféréssel az API folyadékhoz, a 3. kezelést („hő+246”) magas relatív páratartalommal és 24 órás pihenőidővel kontroll körülmények között az EAG tesztelés előtt, beleértve a korlátlan hozzáférést az API folyadékhoz, és a 4. kezelést („hő+száraz”) száraz levegővel (15% relatív páratartalom). A négy különböző kezelést úgy választottuk ki, hogy szimuláljuk a hőhullámok (1. kezelés) és az alacsony relatív páratartalmú hőhullámok (4. kezelés) hatásait, valamint hogy felmérjük, hogy a poszméhek képesek-e „felépülni” 24 órával a hőhullámok után (3. kezelés), illetve hogy a tapasztalt hatások vajon az energiahányának és vízvesztésének tulajdoníthatók-e (2. kezelés).

Minden hőkezeléshez egyesével helyeztük be a poszméhet egy 50 ml-es Falcon csőbe (Sarstedt, Nümbrecht, Németország) habszivacs betétre. A „száraz” hőkezeléshez 10 g szilikagélt (Roth, Karlsruhe, Németország) helyeztünk a habszivacs alá. A tetőket a Falcon csőre lazán helyeztük rá, hogy biztosítsuk a megfelelő légáramlást. Minden hőkezelést klímaszekrényben végeztünk (Memmert, Schwabach, Németország). Kontrollként a poszméheket szintén egyesével Falcon csövekbe helyeztük, és a klímakamrában 25–27°C-on és 50–70% relatív páratartalom mellett tartottuk 2,75 órán át (kontroll).

Virágillatanyagok előkészítése

Három szintetikus virágillatanyagot választottunk három vegyületcsoportból, melyek sok virágos növényben előfordulnak, a rovarokat vonzzák, vagy csápválaszt váltanak ki számos generalista beporzó, köztük a poszméhek esetében is (Byers és mtsai 2014, Dobson és mtsai 1999, Farré-Armengol és mtsai 2017, Knauer és Schiestl 2015, Knudsen és mtsai 2006, Kubo és Ono 2014, Suchet és mtsai 2011). A monoterpén β -ocimén cisz és transz izomerjeinek keverékét (CAS: 13877-91-3, Sigma-Aldrich, tisztaság $\geq 90\%$), a továbbiakban „ocimén”-ként említve, a monoterpén geraniolt (CAS: 106-24-1, Sigma-Aldrich, tisztaság: 98%) és az aldehid nonanal (CAS: 124-19-6, Sigma-Aldrich, tisztaság $\geq 98\%$) választottuk

ki. Ezeket a vegyületeket *n*-hexánban oldottuk fel (CAS: 110-54-3, Merck). A megfelelő hígítások (0,1, 1 és 10 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$) 10 μl -ét Pasteur-pipettába elhelyezett szűrőpapírra (1 $\times$ 1 cm) csepegtettük, melyet stimulusként használtunk az elektroantennográfiás (EAG) kísérletekben.

Elektroantennográfiás mérések (EAG)

Annak felmérésére, hogy a hőkezelések milyen mértékben csökkentik a poszméhek virágillat érzékelési képességét, EAG felvételeket készítettünk a három, fent említett virágillatanyaggal. Az EAG az összes aktív szaglőreceptor neuron depolarizációs amplitúdóját egy ingerre adott válaszként méri. A felvételekhez a poszméh csápját levágtuk és egy Ringer-oldattal töltött üvegapillárisba (ID 1,17 mm, Syntech, Kirchzarten, Németország) helyeztük, majd a referencia ezüstelektrodához csatlakoztattuk. A csáp utolsó (disztális) szegmensének felét levágtuk és a felvételező üvegelektrodába helyeztük, amelyet szintén Ringer-oldattal töltöttünk meg. A csáp felől érkező jelet 10-szeresen előerősítettük és digitális jellé alakítottuk egy analóg-digitális konverter (IDAC-2, Syntech) segítségével, és a válaszokat GC-EAD szoftverrel (GC-EAD 2014, v. 1.2.5, Syntech) rögzítettük. A csápokat 0,5 másodpercig stimuláltuk egy Stimulus Controller (CS-55, Syntech) segítségével. A stimulust egy állandó, aktív szénnel szűrt és párasított légáramba (2 l/perc) vezettük. Az illatanyagok oldószerét (*n*-hexán) használtuk kontroll stimulusként. Minden csáp stimulálásának sorrendje a következő volt (lásd még az 1. ábrát): *n*-hexán—a három vegyület alacsony (1 μg), közepes (10 μg) és magas (100 μg) koncentrációja. A három vegyület sorrendjét minden koncentráció esetében és minden tesztelt csáp esetében véletlenszerűsítettük.

Összesen 190 poszméhet teszteltünk. Ezek közül 106 *B. pascuorum* dolgozón (20 kontroll, 22 hő, 23 hő+folyadék, 19 hő+246 és 22 hő+száraz) és 14 hímen (7 kontroll és 7 hő+száraz), illetve 50 *B. terrestris* dolgozón (10 kontroll és 10-10 a négy kezelés mindegyikében) és 20 hímen (10 kontroll és 10 a hő+száraz) végeztük el a méréseket. Minden poszméhet közvetlenül a

hőkezelések után teszteltünk, kivéve a hő+240 kezelést, ahol a méheket 24 óra elteltével teszteltük.

Statistikai kiértékelés

Minden statisztikai elemzést az R v. 4.2.0 szoftverrel végeztünk. A hőkezelések hatását a poszméhek csápválaszára három különböző vegyület esetén (mindegyiket három koncentrációban alkalmazva) generalizált lineáris vegyes modellekkel (glmmTMB) elemeztük. Az EAG csápválaszokat korrigáltuk a kontroll stimulus (*n*-hexán) kivonásával, hogy kiküszöböljük az oldószerre adott választ.

Eredmények

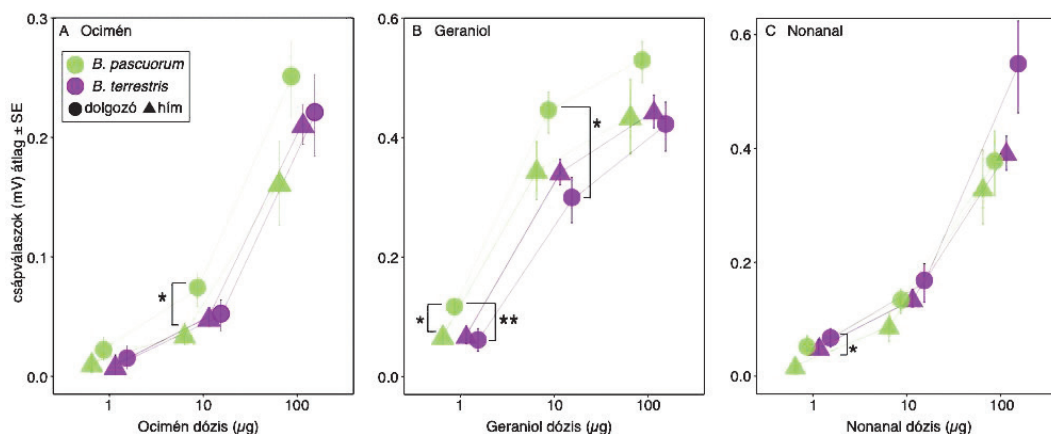
A dolgozók és a hímek virágillatanyag érzékelése

Mindhárom szintetikus vegyület koncentrációfüggő csápválaszokat eredményezett mindkét fajnál és mindkét nemnél (1. ábra; $p < 0,0001$). A válaszok legalacsonyabbak az 1 μg -os dózison voltak és nagyságrenddel növekedtek a 100 μg -os dózis esetében (1. ábra). A geraniol és a nonanal magasabb válaszokat váltott ki, mint az ocimén. A fajok között össz-

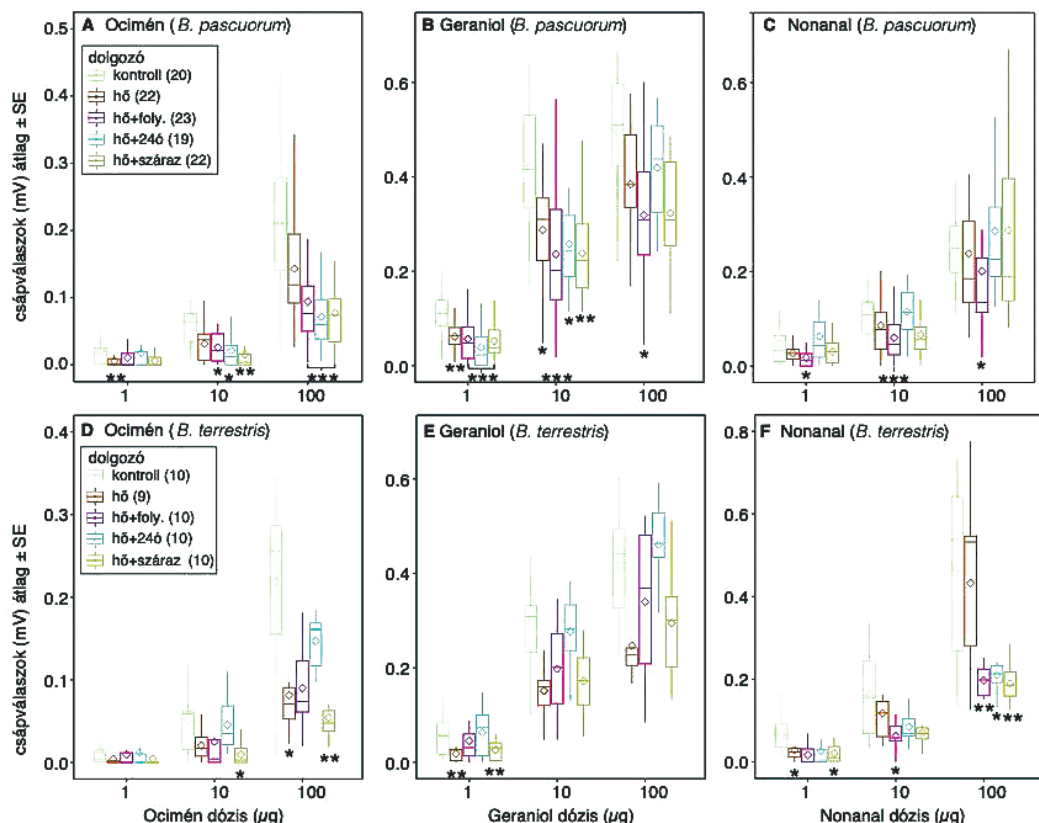
szességében nem találtunk szignifikáns különbséget. Azonban a páronkénti összehasonlítások azt mutatták, hogy a *B. pascuorum* dolgozók csápválaszai szignifikánsan nagyobbak voltak a *B. terrestris* dolgozókkal összehasonlítva a geraniol alacsony ($p = 0,007$) és közepes dózisainál ($p = 0,025$). A csápválaszok csak a nonanal esetében voltak szignifikánsan eltérők a nemek között ($p = 0,043$), ahol a *B. terrestris* dolgozók átlagosan kétszer erősebben reagáltak, mint a hímek, alacsony dózisok esetében ($p = 0,039$). A páronkénti tesztek szintén szignifikáns különbségeket mutattak a nemek között a *B. pascuorum* esetében közepes dózissal ociménnél ($p = 0,047$) és a *B. terrestris* esetében alacsony dózissal geraniolnál ($p = 0,032$).

A mesterséges hőhullámok hatása a csápválaszokra

A hőkezelések mindhárom virágillat esetében és mindkét faj dolgozóinál jelentősen csökkentették a csápválaszt ($p < 0,0001$; 2. ábra). A csápválaszok dóziszfüggőek voltak ($p < 0,0001$) és a koncentrációval növekedtek. A *B. pascuorum* dolgozóknál az ocimén esetében a dózis és a hőkezelés kölcsönhatása mutatkozott, ahol a hőkezelés hatásai a dózissal



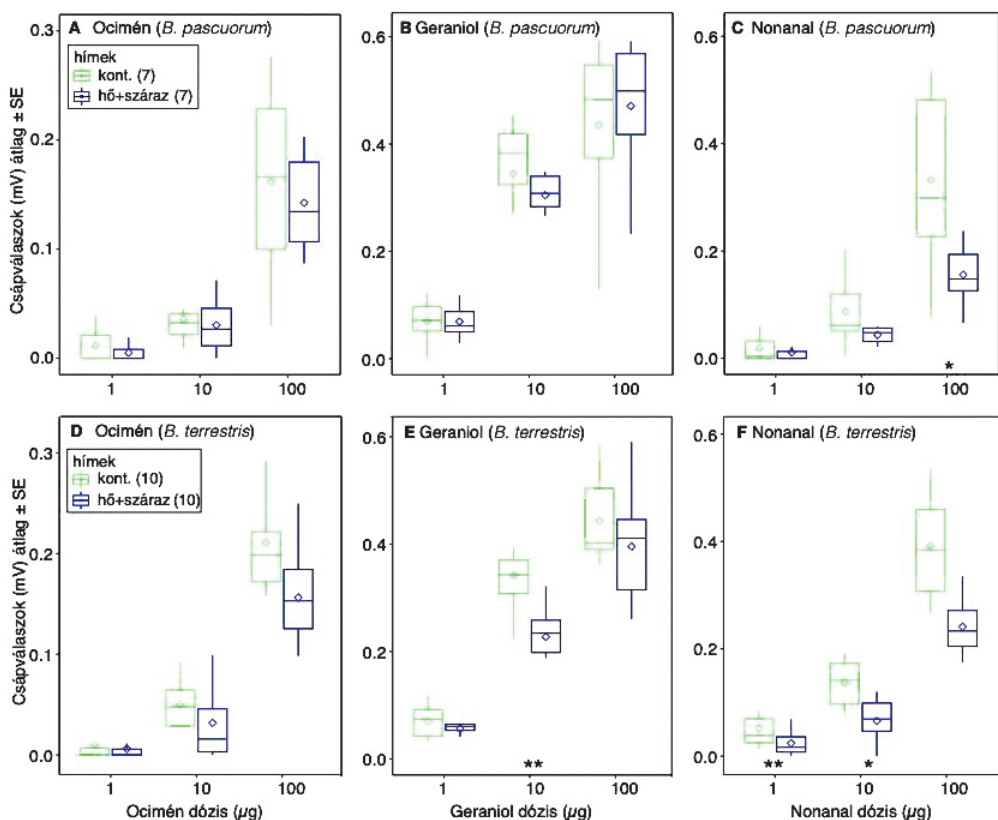
1. ábra. Dolgozó és hím poszméhek csápválaszai három virágillatra három koncentrációban. Az (a)–(c) panelek mutatják a dolgozók (körök) és hímek (háromszögek) válaszait két poszméh faj esetében (*B. pascuorum* és *B. terrestris*) (a) ociménre, (b) geraniolra és (c) nonanalra. Megjegyzendő, hogy az y-tengely skálája eltér az ocimén esetében. A csillagok statisztikai szignifikanciát jelölnek a nemek és fajok közötti összehasonlításokban az illatanyag dózison belül (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$).



2. ábra. Poszméh dolgozók csápválaszai három virágillatra kontroll körülmények és négy kísérleti hőhullám után. A dobozdiagramok mutatják az átlagot (rombusz jel), a mediánt, a felső és alsó kvartiliszt. A felső panelek a *B. pascuorum* (a,b,c), az alsók a *B. terrestris* (d,e,f) csápválaszait mutatják ociménre (bal oldali panelek), geraniolra (középső) és nonanalra (jobb oldali) három koncentrációban. Megjegyzendő, hogy az y-tengely skálája eltérő. A csillagok statisztikai szignifikanciát jelölnek a kontroll és a kísérleti hőhullámok közötti összehasonlításokban az illatanyag dózison és nemeken belül (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ és *** $p < 0,001$). A zárójelben lévő számok az ismétlések számát mutatják.

növekedtek ($p < 0,0001$). A *B. pascuorum* és a *B. terrestris* dolgozók esetében a hőkezelés hatására jelentősen csökkentek a csápválaszok (*B. pascuorum* esetében átlagosan 27–79%-kal, *B. terrestris* esetében átlagosan 42–81%-kal; 2. ábra). A csápválaszok az ocimén és a nonanal esetében a koncentráció növekedésével szignifikánsan jobban csökkentek (2DF ábra). A hő+24 óra kezelése „regeneráló hatást” mutatnak az ocimén és a geraniol esetében, mivel 24 óra után a csápválaszok nem tértek el szignifikánsan a kontrollhoz képest (2DE ábra). A hő+száraz kezelés hatására a csápválaszok szignifikánsan csökkentek az ocimén és a nonanal esetében (2DF ábra).

Összességében a *B. terrestris* esetében a hímek csápválasza jelentősen csökkent a geraniol és a nonanal esetében ($p = 0,009$ és $p < 0,0001$; 3. ábra). A válaszok mindkét fajnál a koncentráció emelésével szignifikánsan növekedtek ($p < 0,0001$). A hő+száraz kezelés hatására a csápválaszok átlagosan 26–53%-kal csökkentek (3. ábra). A *B. terrestris* esetében ez a geraniol közepes, és a nonanal alacsony és közepes koncentrációjánál fordult elő (3EF ábra). A *B. pascuorum* hímek ellenállóbbnak tűntek, mint a *B. terrestris* hímek, mivel a *B. pascuorum* esetében csak a nonanal magas dózisánál találtunk szignifikáns csápválaszcsökkenést (3C ábra).



3. ábra. Hím poszméhek csápválaszai három virágillatra kontroll és kísérleti hő+száraz körülmények után. A dobozdiagramok mutatják az átlagot (rombusz jel), a mediánt, a felső és alsó kvartilist. A felső panelek a *B. pascuorum* (a,b,c), az alsók a *B. terrestris* (d,e,f) válaszait mutatják ociménre (bal oldali panelek), geraniolra (középső) és nonanalra (jobb oldali) három koncentrációban. Megjegyzendő, hogy az y-tengely skálája eltérő. A csillagok statisztikai szignifikanciát jelölnek a kontroll és a kísérleti hőhullámok közötti összehasonlításokban az illatanyag dózison és nemeken belül (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ és *** $p < 0,001$). A zárójelben lévő számok az ismétlések számát mutatják.

Következtetések

A folyamatos éghajlatváltozás megzavarja a kulcsfontosságú ökológiai folyamatokat és a biotikus kölcsönhatásokat. Ez szükségessé teszi azon fiziológiai folyamatok értékelését, amelyek biztosítják a létfontosságú ökoszisztéma-szolgáltatásokat, például a beporzás fenntartását. Ebben a munkában szimulált hőhullámokat használtunk annak felmérésére, hogy a magas hőmérséklet hogyan befolyásolja a poszméhek virágillat-érzékelési képességét. Azt találtuk, hogy a szimulált hőhullámok erős csökkenést okoztak a virágillatok periférikus felfogásában mindkét vizsgált poszméhfaj esetében. A csáp-

válasz csökkenések a dolgozóknál erősebben voltak, mint a hímeknél. A poszméhek nem mutattak következetes regenerációs mintázatot 24 órával a hőhatások után sem. Eredményeink arra utalnak, hogy a hőhullámok veszélyeztethetik a poszméhek által közvetített beporzást azáltal, hogy megzavarják a növények és beporzók közötti kémiai kommunikációt.

A szimulált hőhullámok csökkentik a poszméhek csápválaszt

Tanulmányunk azt mutatja, hogy a hőstressz fiziológiai szinten befolyásolhatja a periférikus illatanyag érzékelést, ami a be-

porzók csökkent táplálékgyűjtéséhez vezet-het (Hemberger és mtsai 2023). Természetes körülmények között a poszméhek képesek lehetnek ellensúlyozni ezen hatások egy ré-szét hőszabályozásukkal, például hűvösebb búvóhelyek keresésével és időbeli aktivitási mintázatuk módosításával (Maebe és mtsai 2021). Azonban a hosszabb időn át tartó hőhullámok továbbra is veszélyeztethetik a poszméhpopulációkat, mivel magas hőmér-sékleten repülési teljesítményük csökken (Kenna és mtsai 2021) és a sikeres táplálék-gyűjtések száma is alulmarad (Hemberger és mtsai 2023).

A hőstressz metabolikus és morfoló-giai károsodást okozhat a rovaroknál. Is-mert, hogy a magas hőmérséklet károsítja a csápon lévő szaglásért felelős érzékszőrök morfológiai szerkezetét és akadályozza a szaganyagok molekuláinak továbbítását a szaglóreceptorokhoz (Bourdais és mtsai 2006, EL-Degwi és Gabarty 2015). A hőstressz ser-kenti a hősokkfehérjék (HSF) expresszióját, melyek segítenek a denaturált fehérjéknek visszanyerni szerkezetüket és funkciójukat (King és MacRae 2015). A HSF kifejező-dése a poszméhek esetében nagymértékben egységes, függetlenül a populáció eredetétől (Pimsler és mtsai 2020), azonban a külön-böző szövetek között eltérések mutatkoznak (Kim és mtsai 2008). *Drosophila* fajok ese-tében a magas hőmérséklet hatására csökken a szaglásért és nő a HSF-ért felelős gének kifejeződése (Riveron és mtsai 2013). Ez valószínűleg a poszméhek esetében is hason-lóan alakul. Az illatanyag-érzékelés számos fehérjét érint, beleértve a szaglóreceptorokat (Wicher és Miazzi 2021), az illatanyag-meg-kötő (Brito és mtsai 2016, Pelosi 1998) és az illatanyag-lebontó fehérjéket is (Leal 2013). A HSF-ék bizonyos mértékig védhetik ezeket a fehérjéket a hőhatások ellen, de némelyik ennek ellenére denaturálódhat. A HSF által nyújtott védelem energiaigényes, mivel ATP-t használ fel, ezáltal a hőstressznek kitett posz-méheknek kevesebb felhasználható energiá-juk marad a nem létfontosságú metabolikus funkciókra (pl. illatérzékelés).

A poszméhek illatanyagokra adott csápválasza a hőhatások után nem mutat következetes regenerációt

A poszméhek illatanyagokra adott válasza a hőstressz után 24 óra elteltével nem mutatott egyértelmű regenerációt. A csápválaszok 24 órás pihenőidő után környezeti hőmérsékleten és páratartalommal összehasonlíthatóak voltak a kontroll csoport egyedeinek válaszával a *B. terrestris* esetében az ociménre és geraniolra vonatkozóan, valamint a *B. pascuorum* esetében a nonanalra. Minden más esetben a csápválaszok hasonlóan csökkentek, mint a közvetlenül a hő-hatás után tesztelt egyedek esetében. A HSF-ék génexpressziós szintje az *Arma chinesis* poloska-faj esetében a hősokkot követő 24 óra regenerá-ciós időszak elteltével csökkent (Meng és mtsai 2022). Ez arra utalhat, hogy a poszméhek diffe-renciált HSF expressziós mintázatot mutathat-nak, ami magyarázhatja az eredményeket. Bár a HSF-ék jelen vannak a *B. terrestris*-ben, és va-lószínűleg a *B. pascuorum*-ban is, jelenleg nem világos, hogy hogyan játszanak szerepet a csá-pok hőstressz elleni védelmében. Egy későbbi kísérlet során érdemes lenne a csápválaszokat 24 óránál hosszabb pihenőidő után értékelni, hogy megvizsgálhassuk az esetleges javulás mértékét.

A virágillatok érzékelésének összehasonlítása a dolgozók és a hímek esetében

Összességében a virágillatanyagokra adott csápválaszok kissé erősebbek voltak a dolgo-zóknál, mint a hímeknél, bár a különbségek általában statisztikailag nem voltak szignifikán-sak. Ez a tendencia a *B. pascuorum* esetében erősebb volt, mint a *B. terrestris*-nél. Eredmé-nyünk arra utal, hogy mindkét nem képes érzé-kelni ugyanazokat a virágillatanyagokat.

Így valószínűleg az érzékszőrökben a nősté-nyek és a hímek ugyanazokat szaglóreceptorokat hordozzák. A fennmaradó nemi különbségek valószínűleg a szaglóreceptor gének eltérő expressziós szintjeinek tulajdoníthatók (Colgan és mtsai 2011). A csápválaszokban fellelhető nemek közti különbségeket a szakirodalomban ritkán veszik figyelembe, és az eredmények to-

vábbra is ellentmondásosak. Például egy szenderfaj (*Hyles lineata*) és a repcebecő-ormányos (*Ceutorhynchus assimilis*) esetében a nőstényeknél erősebbek a növényi illatanyagokra adott csápválaszok (Evans és Allen-Williams 1992, Raguso és mtsai 1996), ugyanakkor nincs nemi különbség egy bányásméh (*Andrena vaga*) és egyes lepkefajok esetében (Dötterl és mtsai 2005; Huber és mtsai 2005). Még egy genuszon belül sem egységesek a csápválaszok, mivel a *B. terrestris* esetében a hímek csápválaszai erősebbek, de a *B. hypnorum*-nál nincs különbség a nemek között (Fonta és Masson 1984).

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, 445715161) támogatta. Köszönettel tartozunk Johannes Spaethenек és Murray Hamiltonnak a földi poszméh kolóniákhoz való hozzáférésért. Köszönjük Daniel Sebastián Rodríguez Leónnak a statisztikai segítséget és Patrick Schultheissnak az építő jellegű megbeszéléseket.

IRODALOM

- Arbetman, M.P., Gleiser, G., Morales, C.L., Williams, P. and Aizen, M.A. (2017): Global decline of bumblebees is phylogenetically structured and inversely related to species range size and pathogen incidence. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284, 20170204. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0204>
- Barman, M. and Mitra, A. (2021): Floral maturation and changing air temperatures influence scent volatiles biosynthesis and emission in *Jasminum auriculatum* Vahl. *Environmental and Experimental Botany*, 181, 104296. <https://doi.org/10.1016/j.envenxpbot.2020.104296>
- Bourdais, D., Vernon, P., Krespi, L., Le Lannic, J. and Van Baaren, J. (2006): Antennal structure of male and female *Aphidius rhopalosiphii* DeStefani-Peres (Hymenoptera: Braconidae): Description and morphological alterations after cold storage or heat exposure. *Microsc. Res. Tech.*, 69, 1005–1013. <https://doi.org/10.1002/jemt.20378>
- Brito, N.F., Moreira, M.F. and Melo, A.C.A. (2016): A look inside odorant-binding proteins in insect chemoreception. *Journal of Insect Physiology*, 95, 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.jinphys.2016.09.008>
- Brown, M.J.F., Dicks, L.V., Paxton, R.J., Baldock, K.C.R., Barron, A.B., Chauzat, M.-P., Freitas, B.M., Goulson, D., Jepson, S., Kremen, C., Li, J., Neumann, P., Pattemore, D.E., Potts, S.G., Schweiger, O., Seymour, C.L. and Stout, J.C. (2016): A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination. *PeerJ*, 4, e2249. <https://doi.org/10.7717/peerj.2249>
- Byers, K.J.R.P., Bradshaw, H.D., Jr. and Riffell, J.A. (2014): Three floral volatiles contribute to differential pollinator attraction in monkeyflowers (*Mimulus*). *Journal of Experimental Biology*, 217, 614–623. <https://doi.org/10.1242/jeb.092213>
- Chittka, L. and Raine, N.E. (2006): Recognition of flowers by pollinators. *Current Opinion in Plant Biology*, Biotic interactions / edited by Anne Osbourn and Sheng Yang He 9, 428–435. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2006.05.002>
- Colgan, T.J., Carolan, J.C., Bridgett, S.J., Sumner, S., Blaxter, M.L. and Brown, M.J. (2011): Polyphenism in social insects: insights from a transcriptome-wide analysis of gene expression in the life stages of the key pollinator, *Bombus terrestris*. *BMC Genomics*, 12, 623. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-12-623>
- Cordeiro, G.D. and Dötterl, S. (2023): Global warming impairs the olfactory floral signaling in strawberry. *BMC Plant Biology*, 23, 549. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04564-6>
- Dobson, H.E.M., Danielson, E.M. and Wesep, I.D.V. (1999): Pollen odor chemicals as modulators of bumble bee foraging on *Rosa rugosa* Thunb. (Rosaceae). *Plant Species Biology*, 14, 153–166. <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00020.x>
- Dötterl, S., Füssel, U., Jürgens, A. and Aas, G. (2005): 1,4-Dimethoxybenzene, a Floral Scent Compound in Willows that Attracts an Oligolectic Bee. *J. Chem. Ecol.*, 31, 2993–2998. <https://doi.org/10.1007/s10886-005-9152-y>
- Dötterl, S., Vater, M., Rupp, T. and Held, A. (2016): Ozone differentially affects perception of plant volatiles in Western honey bees. *J. Chem. Ecol.*, 42, 486–489. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0717-8>
- Dötterl, S. and Vereecken, N.J. (2010): The chemical ecology and evolution of bee–flower interactions: a review and perspectives. The present review is one in the special series of reviews on animal–plant interactions. *Can. J. Zool.*, 88, 668–697. <https://doi.org/10.1139/Z10-031>
- El-Degwi, M.S. and Gabarty, A. (2015): Morphological changes induced by thermal treatment and gamma irradiation on the males' hind legs of *Spodoptera littoralis* (Noctuidae; Lepidoptera). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 8, 508–515. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.06.002>
- Evans, K.A. and Allen-Williams, L.J. (1992): Electroantennogram responses of the cabbage seed weevil, *Ceutorhynchus assimilis*, to oilseed rape, *Brassica napus* ssp. *oleifera*, volatiles. *J. Chem. Ecol.*, 18, 1641–1659. <https://doi.org/10.1007/BF00993236>
- Farré-Armengol, G., Filella, I., Llusà, J., Niinemets, U. and Peñuelas, J. (2014): Changes in floral bouquets from compound-specific responses to increasing temperatures. *Glob. Chang. Biol.*, 20, 3660–3669. <https://doi.org/10.1111/gcb.12628>

- Farré-Armengol, G., Filella, I., Llusà, J. and Peñuelas, J. (2017): beta-Ocimene, a Key Floral and Foliar Volatile Involved in Multiple Interactions between Plants and Other Organisms. *Molecules*, 22, 1148. <https://doi.org/10.3390/molecules22071148>
- Fonta, C. and Masson, C. (1984): Comparative study by electrophysiology of olfactory responses in bumblebees (*Bombus hypnorum* and *Bombus terrestris*). *J. Chem. Ecol.*, 10, 1157–1168. <https://doi.org/10.1007/BF00988546>
- Fuentes, J.D., Chamecki, M., Roulston, T., Chen, B. and Pratt, K.R. (2016): Air pollutants degrade floral scents and increase insect foraging times. *Atmospheric Environment*, 141, 361–374. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.07.002>
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J. and Vaissière, B.E. (2009): Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68, 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
- Goulson, D. (2010): Bumblebees: behaviour, ecology, and conservation. Oxford University Press, Oxford; New York.
- Hansen, J., Sato, M. and Ruedy, R. (2012): Perception of climate change. *Proc. Natl. Acad., Sci. U.S.A.* 109. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205276109>
- Hemberger, J.A., Rosenberger, N.M. and Williams, N.M. (2023): Experimental heatwaves disrupt bumblebee foraging through direct heat effects and reduced nectar production. *Functional Ecology*, 37, 591–601. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14241>
- Huber, F.K., Kaiser, R., Sauter, W. and Schiestl, F.P. (2005): Floral scent emission and pollinator attraction in two species of *Gymnadenia* (Orchidaceae). *Oecologia*, 142, 564–575. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1750-9>
- Kenna, D., Pawar, S. and Gill, R.J. (2021): Thermal flight performance reveals impact of warming on bumblebee foraging potential. *Functional Ecology*, 35, 2508–2522. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13887>
- Kim, B.-G., Shim, J.-K., Kim, D.-W., Kwon, Y.J. and Lee, K.-Y. (2008): Tissue-specific variation of heat shock protein gene expression in relation to diapause in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Entomol. Research*, 38, 10–16. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2008.00142.x>
- King, A.M. and MacRae, T.H. (2015): Insect Heat Shock Proteins During Stress and Diapause. *Annual Review of Entomology*, 60, 59–75. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-162107>
- Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L.G., Henry, M., Isaacs, R., Klein, A.-M., Kremen, C., M'Gonigle, L.K., Rader, R., Ricketts, T.H., Williams, N.M., Lee Adamson, N., Ascher, J.S., Báldi, A., Batáry, P., Benjamin, F., Biesmeijer, J.C., Blitzer, E.J., Bommarco, R., Brand, M.R., Bretagnolle, V., Button, L., Cariveau, D.P., Chifflet, R., Colville, J.F., Danforth, B.N., Elle, E., Garratt, M.P.D., Herzog, F., Holzschuh, A., Howlett, B.G., Jauker, F., Jha, S., Knop, E., Krewenka, K.M., Le Féon, V., Mandelik, Y., May, E.A., Park, M.G., Pisanty, G., Reemer, M., Riedinger, V., Rollin, O., Rundlöf, M., Sardiñas, H.S., Scheper, J., Sciligo, A.R., Smith, H.G., Steffan-Dewenter, I., Thorp, R., Tscharrnke, T., Verhulst, J., Viana, B.F., Vaissière, B.E., Veldtman, R., Ward, K.L., Westphal, C. and Potts, S.G. (2015): Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nat. Commun.*, 6, 7414. <https://doi.org/10.1038/ncomms8414>
- Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharrnke, T. (2006): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Knauer, A.C. and Schiestl, F.P. (2015): Bees use honest floral signals as indicators of reward when visiting flowers. *Ecology Letters*, 18, 135–143. <https://doi.org/10.1111/ele.12386>
- Knudsen, J.T., Eriksson, R., Gershenzon, J. and Ståhl, B. (2006): Diversity and distribution of floral scent. *Bot. Rev.*, 72, 1. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2006\)72\[1:DADOFJ\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2006)72[1:DADOFJ]2.0.CO;2)
- Kubo, R. and Ono, M. (2014): Innate attractant for long-tongued bumblebee, *Bombus diversus diversus* in floral scent of bumblebee-pollinated epiparasitic plant, *Monotropastrum humile* (Ericaceae). *Entomological Science*, 17, 432–434. <https://doi.org/10.1111/ens.12078>
- Leal, W.S. (2013): Odorant Reception in Insects: Roles of Receptors, Binding Proteins, and Degrading Enzymes. *Annu. Rev. Entomol.*, 58, 373–391. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153635>
- Maebe, K., Hart, A.F., Marshall, L., Vandamme, P., Vereecken, N.J., Michez, D. and Smagghe, G. (2021): Bumblebee resilience to climate change, through plastic and adaptive responses. *Global Change Biology*, 27, 4223–4237. <https://doi.org/10.1111/gcb.15751>
- Meng, J.-Y., Yang, C.-L., Wang, H.-C., Cao, Y. and Zhang, C.-Y. (2022): Molecular characterization of six heat shock protein 70 genes from *Arma chinensis* and their expression patterns in response to temperature stress. *Cell Stress and Chaperones*, 27, 659–671. <https://doi.org/10.1007/s12192-022-01303-y>
- Otiño, M., Kárpáti, Z., Peters, M.K., Duque, L., Schmitt, T. and Steffan-Dewenter, I. (2023): Elevated ozone and carbon dioxide affects the composition of volatile organic compounds emitted by *Vicia faba* (L.) and visitation by European orchard bee (*Osmia cornuta*). *PLoS One*, 18, e0283480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283480>
- Pelosi, P. (1998): Odorant-binding proteins: Structural aspects. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 855, 281–293. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb10584.x>
- Pimsler, M.L., Oyen, K.J., Herndon, J.D., Jackson, J.M., Strange, J.P., Dillon, M.E. and Lozier, J.D. (2020): Biogeographic parallels in thermal tolerance and gene expression variation under temperature stress in a widespread bumble bee. *Sci. Rep.*, 10, 17063. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73391-8>

- Raguso, R.A.** (2008): Wake Up and Smell the Roses: The Ecology and Evolution of Floral Scent. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 549–569. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095601>
- Raguso, R.A., Light, D.M. and Pickersky, E.** (1996): Electroantennogram responses of *Hyles lineata* (Sphingidae: Lepidoptera) to volatile compounds from *Clarkia breweri* (Onagraceae) and other moth-pollinated flowers. *J. Chem. Ecol.*, 22, 1735–1766. <https://doi.org/10.1007/BF02028502>
- Rasmont, P. and Iserbyt, S.** (2012): The Bumblebees Scarcity Syndrome: Are heat waves leading to local extinctions of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*)? *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.), 48, 275–280. <https://doi.org/10.1080/00379271.2012.10697776>
- Reinhard, J., Srinivasan, M.V. and Zhang, S.** (2004): Scent-triggered navigation in honeybees. *Nature*, 427, 411–411. <https://doi.org/10.1038/427411a>
- Riveron, J., Boto, T. and Alcorta, E.** (2013): Transcriptional basis of the acclimation to high environmental temperature at the olfactory receptor organs of *Drosophila melanogaster*. *BMC Genomics*, 14, 259. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-259>
- Sagae, M., Oyama-Okubo, N., Ando, T., Marchesi, E. and Nakayama, M.** (2008): Effect of Temperature on the Floral Scent Emission and Endogenous Volatile Profile of *Petunia axillaris*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 72, 110–115. <https://doi.org/10.1271/bbb.70490>
- Settele, J., Bishop, J. and Potts, S.G.** (2016): Climate change impacts on pollination. *Nat. Plants*, 2, 16092. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.92>
- Soroye, P., Newbold, T. and Kerr, J.** (2020): Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science*, 367, 685–688. <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>
- Spaethe, J., Tautz, J. and Chittka, L.** (2001): Visual constraints in foraging bumblebees: Flower size and color affect search time and flight behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, 3898–3903. <https://doi.org/10.1073/pnas.071053098>
- Suchet, C., Dormont, L., Schatz, B., Giurfa, M., Simon, V., Raynaud, C. and Chave, J.** (2011): Floral scent variation in two *Antirrhinum majus* subspecies influences the choice of naïve bumblebees. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 65, 1015–1027. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1106-x>
- Wicher, D. and Miazzi, F.** (2021): Insect odorant receptors: Function and regulation. In: *Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology*. Elsevier, pp. 415–433. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819628-1.00013-4>
- Williams, N.M., Crone, E.E., Roulston, T.H., Minckley, R.L., Packer, L. and Potts, S.G.** (2010): Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. *Biological Conservation, Conserving complexity: Global change and community-scale interactions*, 143, 2280–2291. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.024>

HEAT WAVES REDUCE THE DETECTION OF FLOWER VOLATILES IN BUMBLEBEES

Z. Kárpáti^{1,2}, H. Korten², T. Schmitt² and S. S. Nooten²

¹HUN-REN CAR Plant Protection Institute, Department of Chemical Ecology, Fehérvári út 132-144, 1116, Budapest, Hungary

²University of Würzburg, Animal Ecology and Tropical Biology, Biozentrum, Am Hubland, 97074, Würzburg, Germany

Climate change-induced thermal stress poses significant challenges to ecosystem functioning, particularly affecting critical services like pollination. This study investigates the impact of heatwaves on the olfactory capabilities of bumblebees, key pollinators in many ecosystems. We subjected two bumblebee species, buff-tailed bumblebee (*Bombus terrestris*) and common carder bumblebee (*Bombus pascuorum*), to controlled heatwave conditions and assessed their floral scent detection abilities using electroantennogram (EAG) recordings. Our findings reveal a marked decrease in antennal sensitivity to floral volatiles following heat exposure in both species. Notably, this impairment persisted for at least 24 hours post-heatwave, with no significant signs of recovery observed. These results suggest that increasing heatwave frequency and intensity, as predicted by climate models, could disrupt plant-pollinator chemical communication. Such disruption may compromise bumblebees' foraging efficiency, potentially leading to negative impacts on colony health and population dynamics. Our study underscores the need for further research into the long-term consequences of climate change on pollinator sensory ecology and the development of mitigation strategies to safeguard these essential ecosystem services.

Keywords: *Bombus terrestris*, *Bombus pascuorum*, heat-waves, climate change, flower volatiles, electroantennograph

Érkezett: 2025. március 4.

VIRÁGOS TAKARÓNÖVÉNYEK HATÁSA SZŐLŐSORKÖZÖK ÍZELTLÁBÚ-EGYÜTTESEIRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MÉHEKRE

Mezőfi László¹, Miglécz Tamás¹, Józán Zsolt² és Tóth Ferenc¹

¹Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, 1038 Budapest, Ráby Mátyás utca 26.

²független kutató, 7453 Mernye, Rákóczi utca 5.

E-mail: laszlo.mezofi@biokutatas.hu

Az elmúlt évtizedekben a világ egyre több pontján figyelhető meg a különböző ízeltlábú-csoportok populációinak visszaszorulása. A klímaváltozás, vagy a különböző antropogén tevékenységekből adódó stresszorok – mint az intenzív tájhasználat, monokultúrás termesztés, növényvédő szerek alkalmazása stb. – a méhféléket (Hymenoptera: Apiformes) sem kímélik, és egyaránt negatívan hatnak úgy a háziméh, mint a különböző vadméhfajok populációira. Ez különösen nagy probléma, mivel az ember számára gazdaságilag fontos növényfajok jelentős része rovarporozta. Ezért a megfelelő termékbiztonság fenntartásának érdekében is támogatnunk szükséges ezen szervezeteket. Vizsgálatunkban arra kerestük a választ, hogy a honos vadvirágokból létrehozott sorköztakaró aljnövényzet milyen hatékonyan képes segíteni a hasznos ízeltlábú-szervezeteket szőlőültetvényekben.

2021-ben összesen hat, három Eger környéki és három Tokaj környéki helyszínen értékeltük a hat faj magjait tartalmazó ÖMKi Élő Sorköz magkeverék segítségével létrehozott sorköztakaró növény-sávokat. Kontrollként spontán vegetációt tartalmazó sorközöket jelöltünk ki, és a mintavétel mind a hat helyszínen minden kezelés esetén (Kontroll és Vetett) négy-négy sorközből történt. A mintázott sorközökben fűhálóval gyűjtöttünk mintát összesen öt alkalommal a sorközökben előre kijelölt 100 m² méretű mintavételi transzektekből.

A hat helyszínről összesen 18 393 ízeltlábúegyedet gyűjtöttünk be, és a vetett sorközökben számszerűleg a pókok, bogarak (katicabogarak és egyéb bogarak is), hártácsszárnyúak (parazitoidok, méhalkatúak és egyéb hártácsszárnyúak egyaránt), zengőlegyek (és egyéb kétszárnyúak) egyedszámának növekedését, míg a szipókások (elsősorban a növénytetvek) egyedszámának csökkenését figyeltük meg. A méhalkatú ízeltlábúakat identifikáltuk és adataikat részletesebben elemeztük. A hat mintavételi helyszínről öt méhcsalád összesen 69 fajt mutatunk ki és megállapítottuk, hogy a kontroll sorközökkel összevetve a vetett sorközökben szignifikánsan nagyobb egyed- és fajszámban voltak jelen a méhek. Ugyanakkor a különböző diverzitási indexek és mutatók tekintetében nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni a kezelések között. Előzetes eredményeink alapján azt mondhatjuk, hogy az ÖMKi Élő Sorköz magkeverékének alkalmazásával már a vetést követő első szezonban eredményesen növelhető egyes ragadozó és pollinátor ízeltlábúcsoporthoz számossága, például a méheké, ugyanakkor a tényleges biodiverzitás növelésére nem biztos, hogy alkalmas a kipróbált hatfajos magkeverék. A valódi diverzitásnöveléshez feltehetőleg a táplálékkínálat táji léptékű, és az egész tenyészidőszakra kiterjedő biztosítása lenne szükséges.

Kulcsszavak: sorköztetés, virágos évelők, biodiverzitás, hasznos ízeltlábúak

A XX. század végén, XXI. század elején már globálisan megfigyelhető az ízeltlábú-biomassza, és ezzel összefüggésben az ízeltlábú-együttesek fajszámának, illetve biodiverzitásának drasztikus csökkenése. Ez a jelenség leginkább

az ember által bolygatott élőhelyeken érhető tetten, ugyanakkor az ember által még érintetlenül hagyott ökoszisztémákba is begyűrűzni látszik (Hallmann és mtsai 2017). Ezen jelenségekkel foglalkozó tanulmányok szerint a hát-

térben jelentős részben az intenzív mezőgazdasági termelés és az ezzel szorosan összefüggő antropogén tevékenységek állhatnak (Sánchez-Bayo és Wyckhuys 2019), habár a kiváltó okok között újabban a klímaváltozásnak is egyre nagyobb szerepet társítanak (Müller és mtsai 2024). Magyarországon egyelőre viszonylag kevés ilyen jellegű vizsgálatot végeztek, de úgy tűnik, hogy a jelenség itthon is megfigyelhető. Például agrobiont pókok számossága 40–60%-kal csökkent egy vizsgálatban (Samu és mtsai 2023), mely egy adott lucernaföld és közvetlen szegélyének póknépességét vette górcső alá a korábbi, ugyanezen helyen végzett gyűjtések eltelte után 23 évvel (Samu és mtsai 2023). Egy másik dolgozatban (Valtonen és mtsai 2017) hét erdészeti fénycsapda fogási adatait elemezték 1962-től 2009-ig, és megállapították, hogy bár a nagylepke-együttesek egyedszámának alakulásában összességében nem jelentkezik a csökkenő trend, de a fajgazdagságot illetően már igen: évtizedenként hozzávetőleg 20 faj a csökkenés mértéke (Valtonen és mtsai 2017). Egy kifejezetten különböző pollinátorcsoportok abundanciaviszonyainak időbeli változását elemző recens tanulmány (Haris és mtsai 2024) szerint, míg egyes pollinátorcsoportok (pl.: ülőpotrohú hártáásszárnyúak, zengőlegyek) számossága egyértelműen csökkent az elmúlt években, addig kifejezetten a melegkedvelő (pl.: számos fullánkös hártáásszárnyú, illetve bögöly- és pösörleégfélék), illetve mediterrán faunaelemek gyakorisága nőtt. Kifejezetten csak a poszméhekre koncentráló tanulmány (Arnóczkyné Jakab és mtsai 2023) szerint szintén azon fajok számossága/elterjedési területe csökkent, melyek nem, vagy kevésbé tolerálják a hőséget.

Az ízeltlábúak biomasszájának csökkenése egy adott ökoszisztémában csökkentheti az ökoszisztéma-szolgáltatások mértékét, például az ízeltlábúak által biztosított kártevő-kontrollt, vagy épp egyes lebontó folyamatokat (Eisenhauer és mtsai 2023). Az ízeltlábú-együttesek fajszaámának és biodiverzitásának csökkenése szintén hasonlóan negatív következményeket vonhat maga után, például az alma esetében csökkenhet a megporzás sikeressége a jelenlévő

vadméhek fajszaámának csökkenésével (Földesi és mtsai 2016). A pollinátor-populációkban esetlegesen bekövetkező nagymértékű egyed- és fajszaámbeli csökkenés pedig még drasztikusabb következményekkel járna, például számas kultúrnövényünk esetén egyenesen veszélybe sodorná a megfelelő termelésbiztonságot (Dicks és mtsai 2021, Kovács-Hostyánszky 2023).

A hosszútávon fenntartható termelés megvalósítása szempontjából szükséges lenne a fent említett negatív folyamatok megállítása, vagy legalábbis mérséklése. Számas tanulmány mutatta már ki a különböző élőhelyfoltok – mint például a sorköztakaró növényzet – kedvező hatását a területre jellemző ízeltlábú-együttes minőségi és mennyiségi összetételére nézve (Judt és mtsai 2023, Korányi és mtsai 2023). A sorközetek (vagy legalább a spontán vegetáció meghagyása) hasznos élőhelyfoltként növelni tudják az ültetvényekben kialakuló ízeltlábú-együttesek egyed- és fajszaámát és ezen keresztül az ökoszisztéma-szolgáltatások mértékét (Winter és mtsai 2018, Kratschmer és mtsai 2021, Blaise és mtsai 2022), melyből természetvédelmi, de növényvédelmi/növényegészségügyi szempontból is profitálhat a gazda (Blaise és mtsai 2021, Fountain 2022). Pollinátorközösségek kifejezetten hatékonyan támogathatók például az említett sorközetek alkalmazásával, vagy virágos sávok létesítésével (Kovács-Hostyánszky és mtsai 2017). Habár Magyarországon már korábban is folytattak vizsgálatokat (pl.: Miglécz és mtsai 2015, Donkó és mtsai 2017) annak megállapítása céljából, hogy mely virágos élő növényfajok azok, melyek jó talajborítást képesek biztosítani szőlőültetvények sorközeiben anélkül, hogy jelentősen zavarják a termelést, eddig ezen sorközetek konzervációs ökológiai szempontok szerint történő értékelése elmaradt.

A fentiek tükrében jelen vizsgálatunkban arra kerestük a választ, hogy a spontán vegetációt tartalmazó sorközökkel (kontroll) szemben a hatfajos ÖMKi Élő Sorköz magkeverékből létrehozott sorköztakaró növényssávok milyen mértékben képesek támogatni a szőlőültetvényekben előforduló különböző ízeltlábúcsoportokat. Különösen részletesen foglalkoztunk

a vetett növény-sávok méhalkatú (Hymenoptera: Apiformes) ízeltlábú-együttesekre gyakorolt hatásával.

Anyag és módszer

Helyszínek bemutatása

Vizsgálatunkba három Eger környéki és három Tokaj környéki borszőlő-ültetvényt (*1. táblázat*) vontunk be, melyekben az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet „Élő Sorköz” elnevezésű hatfajos magkeverékével (*2. táblázat*) hoztunk létre helyszínenként egy sorközvetett parcellát (Vetett kezelés). A vetések, helyszíntől függően, 2020 őszén vagy 2021 tavaszán történtek (*1. táblázat*). A vetett parcellák 25–60 méter szélesek és 60–120 méter hosszúságúak voltak (a legkisebb és legnagyobb parcella méretei alapján) és 9–15 sorközt tartalmaztak. A vetett parcellákon belül minden helyszínen négy mintavételi sorközt jelöltünk ki úgy, hogy a legszélső vetett sorközeteket mindig kihagytuk. A nagyobb méretű ültetvények esetén a vetett parcellán belül a mintavételi sorköztök között három sorközt, míg a kisebb helyszínek esetén csupán egy

sorközt hagytunk ki. A mintavételi sorköztökben, azok mindkét végétől legalább 5–10 métert elhagyva, egy 50 méter hosszúságú és hozzávetőleg 2 méter szélességű mintavételi transzektet jelöltünk ki. Minden helyszínen a vetett parcellától valamivel távolabb egy kontroll parcellát is kijelöltünk (Kontroll kezelés), melyben a fent ismertetett módon szintén négy mintavételi sorköz, illetve transzekt került kijelölésre helyszínenként. Emellett minden egyes helyszín esetén, a szőlőültetvény szélén/mellett található magasabb természetességi fokú vegetációban is kijelöltünk két (az E2-es helyszín esetén csak egy), egyenként szintén 50 × 2 méteres mintavételi transzektet (Extra kezelés). A kontroll kezelésben nem került semmi elvetésre, ott az adott helyszínre jellemző spontán vegetációt hagyták meg. Minden egyes helyszín esetén a sorközeteket évente egyszer vagy kétszer kaszálják (jellemzően májusban és/vagy a szüret előtt), illetve az E2-es és T1-es helyszínek esetén tavasszal sekély talajmunkát is végeznek a kontroll sorköztökben. A kontroll és vetett kezeléseket helyszínenként ugyanazt a növényvédelmi kezelést kapták (legnagyobb mennyiségben kén és réz hatóanyagú szereket).

1. táblázat

A vizsgálat helyszínei

Helyszín		Szőlőfajta	Sor- és tőtáv (m)	Művelésmód	Növényvédelem	Vetés
E1	Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Kísérleti Szőlőültetvények és Borászat, Eger	‘Merlot’	2,5 x 1,0	magas kordon	integrált	2021 tavasz
E2	Soóváry Családi Szőlőbirtok és Borászat, Eger	‘Kékfrankos’	3,0 x 1,0	magas kordon	integrált	2021 tavasz
E3	Hegyi-Káló Pince, Szomolya	‘Kékfrankos’	2,2 x 0,9	közepes kordon	integrált	2021 tavasz
T1	Hétszőlő Szőlőbirtok, Tokaj	‘Hárslevelű’	1,8 x 1,0	közepes kordon	ökológiai	2020 ősz
T2	Gróf Degenfeld Szőlőbirtok, Tárcái	‘Hárslevelű’	2,0 x 0,8	közepes kordon	ökológiai	2020 ősz
T3	Disznókő Szőlőbirtok, Tárcái	‘Furmint’	2,0 x 1,0	közepes kordon	integrált	2021 tavasz

2. táblázat

Az Élő Sorköz magkeverék tömegszázalékos összetétele

Fajnév – tudományos	Fajnév – magyar	m/m%
<i>Daucus carota</i>	vadmurok	5
<i>Lotus corniculatus</i>	szarvaskerep	25
<i>Me die ago lupulina</i>	komlós lucerna	30
<i>Plantago lanceolata</i>	lándzsás útifű	10
<i>Securigera varia</i>	tarka koronafürt	5
<i>Trifolium repens</i>	fehérhere	25

Mintavétel és mintafeldolgozás

A mintákat fűháló (átmérő: 40 cm; mélység: 75 cm; nyélhossz: 80 cm; háló anyaga: tüll) segítségével gyűjtöttük. A mintavételek módja a következő volt: az 50 m hosszúságú mintavételi transzektekben egyenletes tempóban haladva a fűhálószerűen folyamatosan „kaszáló” mozdulatot végeztünk magunk előtt úgy, hogy a sorközben található vegetációnak csak a tetejét érintsük a hálószerűen. A transzekt végéhez érve megfordultunk, majd ugyanabban a transzektben visszafelé is folytattuk a fűhálószerűen. Így az 50 m hosszúságú transzektben oda-vissza végighaladva került begyűjtésre egy minta. Ezután a fűhálóból az összegyűjtött izeltlábmányagot egy zárható műanyag zacskóba öntöttük át, amiben a helyszínen etil-acetát segítségével öltük el az izeltlábmányagot. A fűhálószerűen a 2021-es évben öt alkalommal végeztük el, minden helyszínen május, június, július, augusztus és szeptember hónapokban, kedvező időjárási körülmények mellett, hozzávetőleg 9:00 és 16:00 között.

Az előtt rovaranyagból első körben kiválogatásra került a növényi törmelék, majd ezután az anyagot 75%-os alkoholban tartósítottuk. Az alkoholban tartósított mintákat később a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Rovartani Tanszékének laboratóriumában dolgoztuk fel. Itt sztereomikroszkóp (Leica MZ6) segítségével az alábbi jól elkülöníthető csoportok kerültek szétválogatásra és megszámlálásra: Araneae (pókok rendje), Orthoptera (egyenesszárnyúak rendje), Heteroptera (poloskaalakúak alrendje), Sternorrhyncha (növénytetű-alakúak alrendje), Auchenorrhyncha (kabócaalakúak alrendje),

Coleoptera – Coccinellidae (katicabogárfélék családja), Coleoptera – egyéb (minden nem katicabogárféle fedelesszárnyú), Hymenoptera – Parasitica (tojókészülékes hártácsszárnyúak alrendje), Hymenoptera – Apiformes (méhalkatúak kládja), Hymenoptera – egyéb (minden tojókészülékesen és méhalkatún kívüli hártácsszárnyú), Diptera – Syrphidae (zengőlégyfélék családja), Diptera – egyéb (minden nem zengőlégyféle kétszárnyú) és Egyéb izeltlábmányag (az előbb felsorolt izeltlábmányagcsoportokon kívüli kis egyedszámban gyűjtött taxonok gyűjtő kategóriája, jellemzően atkák, tripszek, fátylek, fogó-lábmányag, csőrösrovarok és lepkék különböző fejlődési alakjai). Ezután a méhalkatúak kládjába (hazánkban az Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae és Melittidae családok képviselik az Apiformes kládot) tartozó izeltlábmányagot Józsa Zsolt (a fullánkosszárnyúak hazai specialistája) a lehető legalacsonyabb taxonómiai szintig feldolgozta és határozta. Az adatokat Excel adatbázisokban rögzítettük.

Statistikai értékelés

Eredményeinket átlagok és standard hibák formájában, oszlopdiagramok segítségével szemléltetjük. Az összes elemzésünket R statisztikai környezetben (4.2.2. verzió, <https://www.R-project.org/>) végeztük. Az elemzésekhez a különböző mintavételi időpontok adatait összevontuk. Az extra, ültetvényen kívüli mintavételi transzektekből származó adatokat tájékoztató jelleggel ábrázoltuk (illetve táblázatban közöltük), de az elemzéseinkhez nem használtuk (kivéve az ordinációt), mivel innen kisebb mintavételi ráfordítás segítségével gyűjtöttünk, így nem minden esetben lett volna objektíven összehasonlítható az extra kezelés a kontroll és vetett kezelésekkal. Az egyedszámokat transzektenkénti bontásban, míg a fajgazdagságot parcellánkénti bontásban (azaz négy transzekt adatainak összevonásával) elemeztük. Az egyedszám és fajgazdagság alapján különböző diverzitási mutatókat és fajszámbecslést is számítottunk a 'vegan' programcsomag (2.6-8 verzió, <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>) segítségével. A Shannon- és Simpson-

diverzitási mutatók és az ekvitalitás mellett kiszámításra került a „rarefaction”-diverzitás, mely lényegében egy adott N-elemű minta alapján adja meg, hogy mennyi lenne a fajok száma egy n-elemű mintában (ahol $n < N$) (Moskát 1988). Esetünkben így kiszámítható volt a legkisebb gyűjtött (parcellánkénti) mintanagyságra vetítve a fajok száma. A fajszámbecsléshez pedig az egyik legelterjedtebben használt, az ún. „Chao 1” index került kiszámításra a következőképpen: $S_{\text{Chao1}} = S_{\text{obs}} + (F_1^2 / (2F_2))$ ahol S_{obs} a megfigyelt, F_1 a singleton (egy egyeddel képviselt), míg F_2 a doubleton (két egyeddel képviselt) fajok száma a mintában (Deng és mtsai 2024). Mindezek mellett az egyes parcellák relatív fajgazdagságát egy másik módszerrel is számszerűsítettük. Ehhez a parcellánkénti faj- és egyedszámpárookra illesztett regressziós egyenes reziduálisait vettük, ahol a 0-nál kisebb értékek az egyedszám (mely egyfajta mintavételi ráfordításként is értelmezhető) alapján várhatóanál kisebb, míg a 0-nál nagyobb reziduális értékek a várhatóanál nagyobb diverzitást jeleznek (Clark és mtsai 2007).

Adataink (egyedszámok és számított mutatók) elemzéséhez elsősorban lineáris modelleket (LM) futtattunk (‘lme4’ csomag 1.1–35.5 verzió – <https://CRAN.R-project.org/package=lme4>), ahol a magyarázóváltozók a kezelés (kontroll és vetett) és a helyszín (hat helyszín) volt. Egyes esetekben $\log(x+1)$ transzformációt kellett alkalmaznunk, hogy a modell reziduálisai normális eloszlásúak maradjanak, és ne sérüljenek a modellfuttatásokra vonatkozó kritériumok. A fajgazdagságot (fajszámokat) Poisson-regresszió (GLM-P) segítségével elemeztük, az előbbiekhöz hasonló modellstruktúra mellett. A transektenkénti bontásban elemzett adatok (egyedszámok) esetében a modell a kezelés és helyszín magyarázóváltozók mellett a kettő interakcióját is tartalmazta, míg a parcellánként számított mutatók (fajgazdagság, diverzitási indexek stb.) esetén a magyarázóváltozók interakciójának tesztelése nem volt lehetséges (mert így már a helyszíneken belül a kezeléseknek nem volt ismételése). A méhegyüttesek szerkezeti hasonlóságának kezelések és helyszínek közötti összehasonlítását nem metrikus több-

dimenziós ordináció (Sørensen-távolságindex) segítségével vizsgáltuk/jelenítettük meg. Az ordinációt szintén a ‘vegan’ csomag használatával készítettük el.

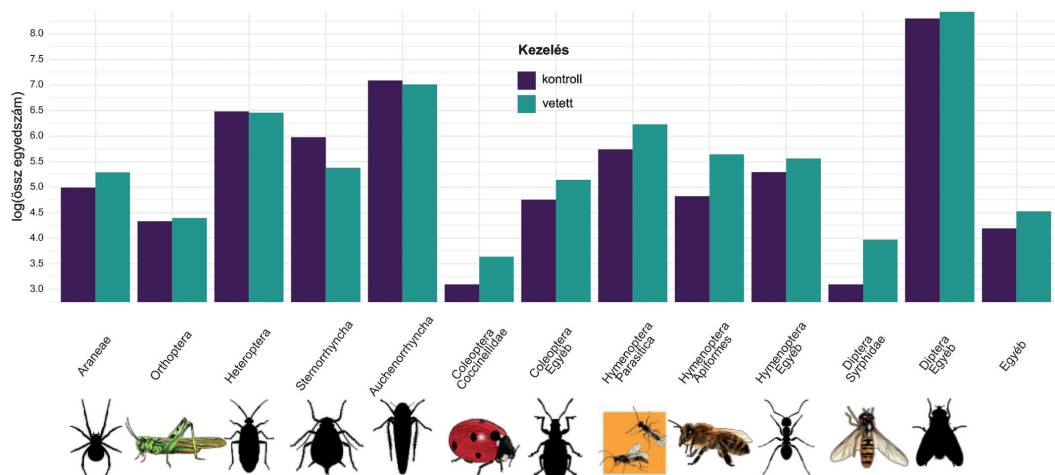
Eredmények

A 2021-es évben összesen 18 393 ízeltlábú-egyed begyűjtése történt meg a hat mintavételi helyszínről (öt gyűjtési alkalom során). A fűhálós mintavételek alapján szőlőültetvények sorközeiben legnépesebbnek a kétszárnyúak (Diptera), kabócák (Auchenorrhyncha), hártýásszárnyúak (Hymenoptera) és a poloskák (Heteroptera) csoportjai bizonyultak. A különböző ízeltlábúcsoporthoz abundanciaviszonyait az 1. ábrán tüntettük fel (itt csak a kontroll és vetett kezelésekét).

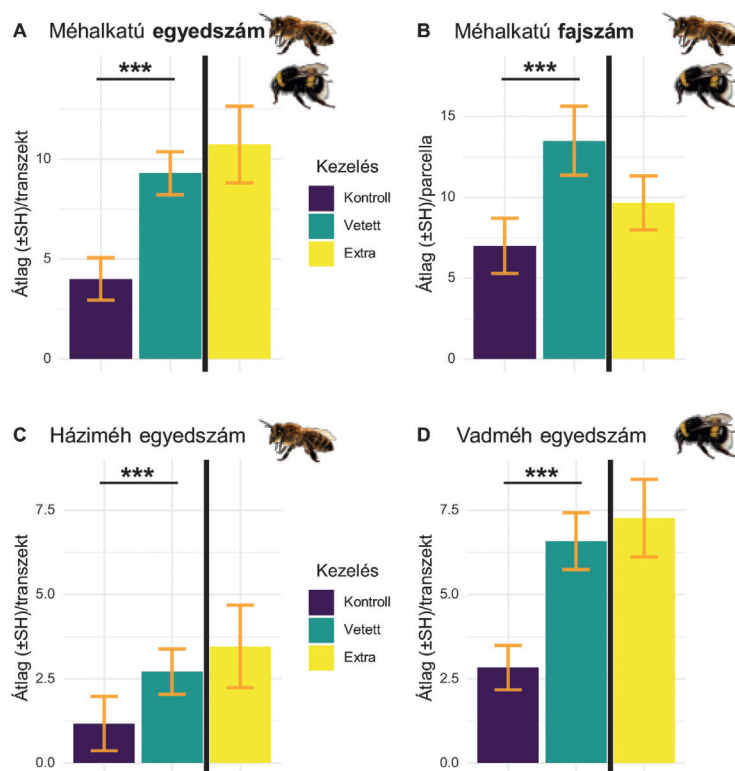
A kontroll sorközökből összesen 7337, míg a vetett sorközökből 8209 ízeltlábút gyűjtöttünk. A vetett sorközökben számszerűleg a pókok, bogarak (katicabogarak és egyéb bogarak is), hártýásszárnyúak (parazitoidok, méhalkatúak és egyéb hártýásszárnyúak egyaránt), zengőlegyek (és egyéb kétszárnyúak), illetve az egyéb kategória képviselői (ideértve például a tripszeket, fátýolkákat és lepkéket) fordultak elő nagyobb egyedszámban, míg a kontroll, azaz spontán vegetációt tartalmazó sorközökben a szipókások (elsősorban a növénytetvek) voltak gyakoribbak (1. ábra). Részben területmi okok miatt jelen dolgozatban részletesebben csak a méhalkatú hártýásszárnyúakkal foglalkozunk, illetve statisztikai módszerekkel is csak ezen csoport adatait elemeztük.

A fűhálós mintákból összesen 544 méhalkatú rovar egyed került ki, melyből 437 volt faji szintig határozható állapotban. A hat mintavételi helyszínről öt méhcsalád összesen 69 fajt mutatott ki. Domináns és szubdomináns fajoknak a háziméh (*Apis mellifera*), a *Lasioglossum glabriusculum* és a *Halictus kessleri* fajok bizonyultak. A kontroll, vetett és extra transekttekből 27, 48 és 35 faj került kimutatóra, így összességében a vetett sorközök méhfauája bizonyult a legfajgazdagabbnak.

A méhalkatúak abundancia-adatait transektenkénti bontásban elemezve megállapítható,



1. ábra. Különböző ízeltlábúcsoportok abundanciaviszonyai a sorközökből fűhálózott mintában, a hat helyszín és öt gyűjtési alkalom adatainak összesítése alapján (2021-es év; N = 15546). Az ábrán az egyedszámokat logaritmusosan transzformáltuk.



2. ábra. A méhalkatú rovarok egyedszámának és fajszámának alakulása a különböző kezeléseken. Az extra, ültetvényen kívüli mintavételi transzektből származó adatokat csak ábrázoltuk, de az elemzéseinkhez nem használtuk. A *** a két kezelés közötti szignifikáns különbséget jelzi $P < 0,001$ szinten

hogy a méhek szignifikánsan nagyobb (több mint a duplája) egyedszámban fordultak elő a vetett sorközökben, mint a kontrollban (2. ábra, 3–4. táblázatok). A helyszínek között különbség nem volt kimutatható, míg a kezelés és helyszín közötti interakció igen (4. táblázat). A háziméh (*A. mellifera*) és vadméhek adatait külön elemzve megállapítható, hogy mind a házi-, mind a vadméhek szignifikánsan nagyobb egyedszámban fordultak elő a vetett, mint a kontroll sorközökben (2. ábra, 3–4. táblázatok). Említésre méltó, hogy jelen vizsgálatban a vadméhek tették ki az összes gyűjtött méhalkatú rovar hozzávetőleg 70%-át (306 egyed a 437-ből). A házi- és vadméhek esetén már szignifikáns különbséget mutattunk ki az egyes mintavételi helyszí-

nek között, és a vadméhek esetében a kezelés és helyszín közötti interakció szintén kimutatható volt (4. táblázat).

A vetett parcellákban (ami helyszínenként négy transzektből állt) a méhalkatúak szignifikánsan nagyobb fajszámban voltak jelen, mint a kontroll kezelésben (2. ábra, 3–4. táblázatok), ugyanakkor a helyszínek között nem mutatko-

ban volt a legkisebb, de szignifikánsan itt sem különböztek egymástól a kezelések (3–4. táblázatok). A helyszínek között egyik tekintetben sem találtunk kimutatható különbséget (4. táblázat).

A rarefaction-diverzitás, mely a legkisebb mintanagyságra (mely jelen esetben 4 egyed volt) vonatkoztatva adja meg a parcellák faj-

gazdagságát, nem különbözött az egyes kezelések között: ezen módszer szerint, ha minden parcellában csupán 4 méhalkatú egyedet gyűjtöttünk volna, akkor azok hozzávetőleg három fajból kerültek volna ki (3–4. táblázatok). Az egyik legelterjedtebben használt, a „Chao 1” névvel jelölt fajbecslés szerint számszerűleg a vetett parcellák tényleges fajgazdagsága lehet a legnagyobb, ugyanakkor a kezelések szignifikánsan itt sem különböznek egymástól (3–4. táblázatok). A „Chao 1” értékei alapján elmondható, hogy a vetett parcellákban volt a singleton, azaz a magukat csupán egy egyeddel képviselő fajok relatív aránya

a legnagyobb a közösségen belül. A fajbecslő alapján a hat helyszín teljes fajgazdagsága hozzávetőleg 161 fajra becsülhető, azaz a területeken előforduló fajok túlnyomó többsége lehet, hogy be sem került a gyűjtéseinkbe (összesen 69 faj volt kimutatható). A helyszínek között szintén nem volt kimutatható különbség egyik változónk (rarefaction-diverzitás és „Chao 1”) esetében sem (4. táblázat).

A nem metrikus többdimenziós ordináció szerint az egyes helyszínek méhegyütteseinek szerkezete/fajkészlete általában részben átfed, de vannak helyszínek (például az E2-Soóváry, E3-Szomolya és T3-Disznókő), melyek együttesei markánsan elkülönülnek egymástól (3. ábra). A kezelések esetében még nagyobb az átfedés, ahol is a vetett parcellák

A méhközösségek kvantitatív és kvalitatív mutatóinak alakulása a különböző kezelésekből

	Kontroll	Vetett	Extra
Méhalkatú egyedszám ^a	4,00 (1,06)	9,29 (1,08)	10,70 (1,92)
Háziméh egyedszám ^a	1,17 (0,80)	2,71 (0,67)	3,45 (1,22)
Vadméh egyedszám ^a	2,83 (0,66)	6,58 (0,84)	7,27 (1,15)
Méhalkatú fajszám ^b	7,00 (1,71)	13,50 (2,14)	9,67 (1,67)
Shannon-diverzitás (h) ^b	1,52 (0,27)	1,99 (0,16)	1,90 (0,16)
Simpson-diverzitás (d) ^b	0,69 (0,10)	0,77 (0,04)	0,80 (0,04)
Ekvitabilitás (j) ^b	0,84 (0,09)	0,78 (0,04)	0,87 (0,05)
Relatív (reziduális) fajgazdagság ^b	–0,81 (1,04)	–0,05 (1,00)	0,86 (1,17)
Rarefaction diverzitás ^b	3,08 (0,35)	3,06 (0,15)	3,29 (0,19)
Fajbecslő (chao 1) ^b	13,60 (4,13)	32,60 (10,50)	19,70 (4,56)

^atranszektenkénti átlag (±SH); ^bparcellánkénti átlag (±SH)

zott különbség e tekintetben. Bár a vetett (és extra) parcellákban jellemzően nagyobb volt mindkét alkalmazott diverzitási index átlagos értéke, szignifikáns különbséget egyik esetben sem tudtunk kimutatni a kezelések között (3–4. táblázatok). Ugyanígy, az egyes helyszínek között sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a diverzitási indexek tekintetében (4. táblázat). A méhegyüttesek összetétele a kontroll (és extra) kezelésben bizonyult a leginkább kiegyenlítettnek (ekvitabilitás), azaz itt volt a fajok egyedszám szerinti megoszlása a legegyenletesebb, habár ebben a tekintetben a kezelések szignifikánsan nem különböztek egymástól (3–4. táblázatok). Ugyanakkor a relatív fajgazdagság (fajszám~egyedszám regresszió reziduálisai) számszerűleg a kontroll kezelés-

4. táblázat

A modellfuttatások statisztikai „outputjai”

A statisztikai elemzések részletesebb leírását lásd az Anyag és módszer fejezetben

Függő	Magyarázó	Df	F érték	P
log(méhalkatú egyedszám+1)	Kezelés	1	33,31	<0,001***
	Helyszín	5	1,89	0,120
	Kezelés x Helyszín	5	3,96	0,006**
	Reziduális	36	–	–
log(háziméh egyedszám+1)	Kezelés	1	17,12	<0,001***
	Helyszín	5	5,95	<0,001***
	Kezelés x Helyszín	5	2,26	0,069
	Reziduális	36	–	–
log(vadméh egyedszám+1)	Kezelés	1	37,66	<0,001***
	Helyszín	5	4,56	0,003**
	Kezelés x Helyszín	5	5,67	<0,001***
	Reziduális	36	–	–
méhalkatú fajszám	Kezelés	1	12,58 ^a	<0,001***
	Helyszín	5	7,74 ^a	0,171
	Reziduális	–	–	–
Shannon-diverzitás (H)	Kezelés	1	2,69	0,162
	Helyszín	5	1,43	0,352
	Reziduális	5		
Simpson-diverzitás (D)	Kezelés	1	0,82	0,407
	Helyszín	5	1,73	0,281
	Reziduális	5	–	–
Ekvitalitás (j)	Kezelés	1	0,38	0,566
	Helyszín	5	1,52	0,330
	Reziduális	5		
Relatív (reziduális) fajgazdagság	Kezelés	1	0,34	0,587
	Helyszín	5	1,42	0,356
	Reziduális	5	–	–
Rarefaction-diverzitás	Kezelés	1	0,01	0,945
	Helyszín	5	1,22	0,418
	Reziduális	5		
Fajbecslő (chao 1)	Kezelés	1	2,03	0,214
	Helyszín	5	0,42	0,817
	Reziduális	5	–	–

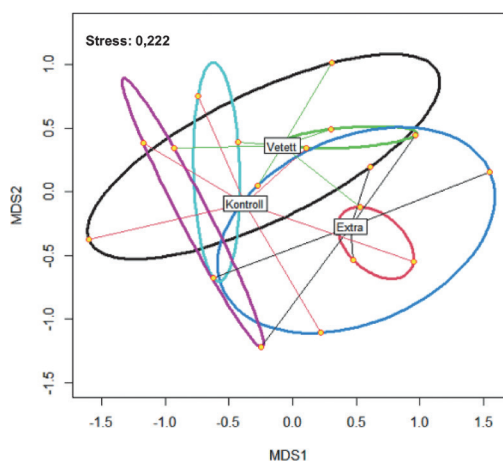
^aA Poisson-regresszió (GLM-P) miatt itt likelihood-ratio Chi-négyzet teszt értéke került feltüntetésre

méhegyütteseinek szerkezete inkább a kontroll parcellákéra hasonlít, nem pedig a termesztetesebb élőhelyeknek számító extra, szegélyen található transztek méhegyütteseire (3. ábra).

Következtetések

A vetett sorközökben több hasznos ízeltlábúcsoport is nagyobb egyedszámban fordult elő, mint a kontroll sorközökben (1. ábra). Hasonló jellegű vizsgálatokban korábban is tapasztalták már például a pókok (Markó és Keresztes 2014), paraziták hártvány szárnyúak (Markó és mtsai 2013) vagy épp a zengőlegyek (Griffiths-Lee és mtsai 2023) egyedszámának növekedését. Különböző szipókás taxonok egyedszámbeli csökkenésével kapcsolatban is van korábbi tapasztalat (Abad és mtsai 2021, Fountain 2022), ugyanakkor ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a továbbiakban ezen csoportokat érdemes lenne további alcsoportok szerint elemezni, mert a zoofág és fitofág poloskák, vagy épp a kabócák különböző alcsoportjai sem feltétlenül ugyanúgy reagálnak az ilyen jellegű környezeti változásokra (Markó és mtsai 2013). Fontos továbbá kiemelni, hogy a kultúrterület művelésmódja, vagy épp annak közvetlen környezete könnyedén felülírhatja a telepített virágos sávok várt pozitív hatását, illetve a telepített sorköztakaró növényzet vagy virágos sáv fajösszetétele

sem minden esetben és helyen működik az attól elvárható optimális módon (Fountain 2022). Ezért több éven keresztül és lehetőség szerint egyszerre több helyszínen érdemes folytatni vizsgálatainkat, hogy egyértelműen eldönthető legyen az adott ökológiai beavatkozás (virágos sorközvetés) ízeltlábú-együttesek összetételére gyakorolt hatása. Gyümölcsültetvényekben (ideértve a szőlőt is) a virágos sávok hatását vizsgáló tanulmányok többsége a virágos sávok pozitív hatásáról számol be a pollinátorok és természetes ellenségek kapcsán, emellett néha megnövekedett kártevő-kontroll is megfigyelhető (Fountain 2022, Judt és mtsai 2023). Ugyanakkor a ragadozók egyedszámbeli növekedése nem feltétlen vonja maga után a kártevők egyedszámának vagy a kártétel mértékének csökkenését (Markó és Keresztes 2014, Judt és mtsai 2023).



3. ábra. A hat mintaterület méhegyütteseit Sørensen-távolságindex alapján összehasonlító N-MDS ordináció. A különböző színű ellipszoidok a különböző helyszíneket jelölik: E1-fekete, E2-piros, E3-zöld, T1-világoskék, T2-türkiz, T3-lila (a helyszínek kódjainak feloldását lásd az 1. táblázatban).

A méhalkatúaknál tapasztalt egyed- és fajszámbeli növekedés elsősorban a vetett sorközök nagyobb virágborításának (nem közölt adatok) köszönhető. Korábbi vizsgálatokból ismert, hogy a sorközök virágborításának növekedése erősen pozitívan befolyásolja a vadméhegyüttesek számosságát és diverzitását (Kratschmer és mtsai 2019). Vizsgálatunkban

437 méhalkatú egyedet identifikáltunk, melyek 69 fajból kerültek ki. Így a hat helyszínről hozzávetőleg a teljes hazai méhalkatú (Apiformes) fauna (~700 faj, Józan 2011, Józan 2019) 10%-át tudtuk kimutatni. Hasonló vizsgálatokkal (Kratschmer és mtsai 2019) összevetve, ahol egy-egy országon belül egyszerre több szőlőültetvényből gyűjtöttek vadméheket, ez a fajszám kifejezetten nagyak mondható. Az egyik legelterjedtebben alkalmazott, a teljes fajgazdagságot becsülő eljárás (Chao 1) alapján azonban valószínű, hogy a területeinken előforduló méhalkatú fajok jelentős része rejtve maradt előlünk. Az egyes vadméhfajok napon belüli aktivitási/repülési időszaka eltérő lehet (Karbassioo és Stanley 2023) és nem feltétlen van átfedésben a terepi ökológus munkaidejével (gyűjtéseinket 9:00 és 16:00 között végeztük). Emellett feltehetőleg az öt gyűjtési alkalmunk sem fedte le teljes mértékben a potenciálisan begyűjthető fajok szezonon belüli aktivitási időszakát. A kimutatott fajok száma (69) és a fajszámbeccsés (161) alapján azonban elmondható, hogy a hazai szőlőültetvények kifejezetten fajgazdag méhalkatú-együtteseknek szolgálhatnak élőhelyeül.

Hasonlóan más vizsgálatokhoz (Griffiths-Lee és mtsai 2023), az általunk alkalmazott virágos talajtakarással sikeresen tudtuk növelni a méhalkatúak egyed- és fajszámát. A diverzitási mutatók tekintetében azonban csak trendek voltak megfigyelhetők, szignifikáns különbség a kezelések között esetükben nem volt kimutatható (3–4. táblázatok). Ennek több oka is lehet. Érdemes lenne például a diverzitási mutatók számítását és az azokra épülő elemzéseket úgy elvégezni, hogy a háziméheket kizárjuk belőlük, ugyanis egyfelől azok előfordulása nem tekinthető randomnak (mert az ember aktív közvetítésével fordulnak elő egy-egy élőhelyen), illetve esetleges lokális dominanciájuk befolyásolhatja a diverzitási indexek értékét. Másfelől későbbi elemzéseink során érdemes lenne figyelembe venni esetleges jelenlétüket/hiányukat, mert, bár hatásuk nem annyira egyértelmű, többféleképpen is zavarhatják a vadméheket (Demeter és mtsai 2021, Granata és mtsai 2025).

A mintavételi ráfordítás és a kimutatott fajszám között általában telítődési görbével jellemezhető összefüggés van (Banaszak és mtsai 2014), így a vetett (és extra) transzsektokban tapasztalt nagyobb fajszám valószínűleg részben annak köszönhető, hogy az ottani nagyobb virágborítás miatt ugyanakkora mintavételi ráfordítás mellett hatékonyabban (nagyobb egyedszámban) gyűjtöttük a méheket. A vetett parcellákban nagyobb arányban voltak jelen a singleton fajok (Chao 1 értékekből következtethetünk erre), ezzel összefüggésben pedig kisebbek az ekvitabilitási értékek (3. táblázat), ami szintén arra utal, hogy a nagyobb virágborítás mellett egyszerűen jobban (nagyobb egyedszámban) gyűjthetőek a méhek, és az így begyűjtött nagyobb mintába nagyobb valószínűséggel kerül be egy-egy ritkább faj példánya is. Az agrártájban élő méhközösségeket alapvetően kevés számú, közönséges faj dominálja, melyek tevékenysége eredményesen támogatható már egyszerűbb konzervációs ökológiai beavatkozásokkal is (Kleijn és mtsai 2015). Ezért egy funkcionáló ültetvényben, hatfajos magkeverékből létrehozott talajtakaró növényzettől nem lehet reális elvárás, hogy egy magas természetességű élőhellyel azonos minőségű élőhelyet hozzon létre. Ebből kifolyólag a vetett sorközök méhközössége inkább a zavart, kontroll sorközökre hasonlít (3. ábra). Az ordináció alapján elmondható, hogy egyes helyszínek méhegyütteseinek markánsan elkülönülnek egymástól, ugyanakkor a kezelések közötti nagy szerkezeti átfedés azt jelzi, hogy a vetés nem eredményezte a dominanciaviszonyok jelentős átrendeződését. Bár megnövekedett kártevőkontrollra nem feltétlenül számíthatunk, ezen vetések számos ízeltlábú-csoportot képesek hatékonyan támogatni, köztük pollinátorokat is. A szőlő esetében a szóban forgó pollinátorok támogatásának inkább természetvédelmi/konzervációs ökológiai jelentősége van, lévén, hogy a szőlő beporzásában a rovaroknak minimális a szerepe. A rovarok beporzó tevékenységére jobban támaszkodó egyéb gyümölcsfajoknál (pl.: alma, ld. Földesi és mtsai 2016) sokkal inkább felértékelődhet a virágos sorköztakaró aljnövényzet hozzáadott környezeti értéke.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket szeretnénk kifejezni dr. Markó Viktornak és dr. Ripka Gézának a kéziratunkkal kapcsolatos hasznos észrevételeiért, illetve Vass Viktornak a fűhálós minták feldolgozásában nyújtott segítségével. Hálások vagyunk továbbá a helyszínek biztosításáért az 1. táblázatban feltüntetett intézmények/szőlészetek munkatársainak! A vizsgálat a Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat (MNVH) és az Európai Unió LIFE (VineAdapt – LIFE19 CCA/DE/001224) programjának köszönhetően valósulhatott meg. Szeretnénk továbbá köszönetünket kifejezni dr. Tóthmérész Bélának és dr. Török Péternek a LIFE VineAdapt projekt hazai beindításában nyújtott aktív közreműködésükért.

IRODALOM

- Abad, J., de Mendoza, I. H., Marín, D., Orcaray, L. and Santesteban, L. G. (2021): Cover crops in viticulture. A systematic review (2): Implications on vineyard agronomic performance. *Oeno One*, 55(2): 1–27.
- Arnóczkyné Jakab, D., Tóth, M., Szarukán, I., Szanyi, Sz., Józan, Zs., Sárospataki, M. and Nagy, A. (2023): Long-term changes in the composition and distribution of the Hungarian bumble bee fauna (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*). *Journal of Hymenoptera Research*, 96: 207–237.
- Banaszak, J., Banaszak-Cibicka, W. and Szefer, P. (2014): Guidelines on sampling intensity of bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Journal of Insect Conservation*, 18: 651–656.
- Blaise, C., Mazzia, C., Bischoff, A., Millon, A., Ponel, P. and Blight, O. (2021): The key role of inter-row vegetation and ants on predation in Mediterranean organic vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 311: 107327.
- Blaise, C., Mazzia, C., Bischoff, A., Millon, A., Ponel, P. and Blight, O. (2022): Vegetation increases abundances of ground and canopy arthropods in Mediterranean vineyards. *Scientific Reports*, 12(1): 3680.
- Clarke, A., Griffiths, H. J., Linse, K., Barnes, D. K. A. and Crame, J. A. (2007): How well do we know the Antarctic marine fauna? A preliminary study of macroecological and biogeographical patterns in Southern Ocean gastropod and bivalve molluscs. *Diversity and Distributions*, 13(5): 620–632.
- Demeter, I., Balog, A. and Sárospataki, M. (2021): Variation of small and large wild bee communities under honeybee pressure in highly diverse natural

- habitats. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 750236.
- Deng, Y., Umbach, A. K. and Neufeld, J. D.** (2024): Nonparametric richness estimators Chao1 and ACE must not be used with amplicon sequence variant data. *The ISME Journal*, 18(1): wræ106.
- Dicks, L. V., Breeze, T. D., Ngo, H. T., Senapathi, D., An, J., Aizen, M., Basu, P., Buchori, D., Galetto, L., Garibaldi, L., Gemmill-Herren, B., Howlett, B., Imperatriz-Fonseca, V., Johnson, S., Kovács-Hostyánszki, A., Kwon, Y. J., Lattorff, M., Lungharwo, T., Seymour, C., Vanbergen, A. and Potts, S. G.** (2021): A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution*, 5(10): 1453–1461.
- Donkó, Á., Migléc, T., Valkó, O., Tóthmérész, B., Deák, B., Kelemen, A., Török, P., Zanathy, G., Zsigrai, Gy. and Drexler, D.** (2017): Comparison of species-rich cover crop mixtures in the Tokaj wine region (Hungary). *Organic Agriculture*, 7: 133–139.
- Eisenhauer, N., Ochoa-Hueso, R., Huang, Y., Barry, K. E., Gebler, A., Guerra, C. A., Hines, J., Jochum, M., Andrzejczek, K., Bucher, S. F., Buscot, F., Ciobanu, M., Chen, H., Junker, R., Lange, M., Lehmann, A., Rillig, M., Römermann, C., Ulrich, J., Weigelt, A., Schmidt, A. and Türke, M.** (2023): Ecosystem consequences of invertebrate decline. *Current Biology*, 33(20): 4538–4547.
- Fountain, M. T.** (2022): Impacts of wildflower interventions on beneficial insects in fruit crops: A review. *Insects*, 13(3): 304.
- Földesi, R., Kovács-Hostyánszki, A., Körösi, Á., Somay, L., Elek, Z., Markó, V., Sárospataki, M., Bakos, R., Varga, Á., Nyisztor, K. and Báldi, A.** (2016): Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts. *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1), 68–75.
- Granata, E., Mogilnaia, E., Alessandrini, C., Sethi, K., Vitangeli, V., Biella, P., Fedrigotti, C., Roseo, F., Pedrini, P. and Brambilla, M.** (2025): Management factors strongly affect flower-visiting insects in intensive apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 380: 109382.
- Griffiths-Lee, J., Davenport, B., Foster, B., Nicholls, E. and Goulson, D.** (2023): Sown wildflowers between vines increase beneficial insect abundance and richness in a British vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, 25(1): 139–151.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hoffland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. and de Kroon, H.** (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS ONE*, 12(10): e0185809.
- Haris, A., Józán, Zs., Roller, L., Šima, P. and Tóth, S.** (2024): Changes in Population Densities and Species Richness of Pollinators in the Carpathian Basin during the Last 50 Years (Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera). *Diversity*, 16(6): 328.
- Józán, Zs.** (2011): Checklist of Hungarian Sphecidae and Apidae species (Hymenoptera, Sphecidae and Apidae). *Natura Somogyiensis*, 19: 177–200.
- Józán, Zs.** (2019): Addendum to the checklist of the Aculeata fauna of Hungary (Aculeata: Apoidea s. l.). *Natura Somogyiensis*, 33: 25–26.
- Judt, C., Korányi, D., Zaller, J. G. and Batáry, P.** (2023): Floral resources and ground covers promote natural enemies but not pest insects in apple orchards: A global meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 903: 166139.
- Karbassioon, A. and Stanley, D. A.** (2023): Exploring relationships between time of day and pollinator activity in the context of pesticide use. *Basic and Applied Ecology*, 72: 74–81.
- Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L. G., Henry, M., Isaacs, R., Klein, A.-M., Kremen, C., M'Gonigle, L. K., Rader, R., Ricketts, T. H., Williams, N. M., Adamson, N. L., Ascher, J. S., Báldi, A., Batáry, P., Benjamin, F., Biesmeijer, J. C., Blitzer, E. J., Bommarco, R., Brand, M. R., Bretagnolle, V., Button, L., Cariveau, D. P., Chifflet, R., Colville, J. F., Danforth, B. N., Elle, E., Garratt, M. P. D., Herzog, F., Holzschuh, A., Howlett, B. G., Jauber, F., Jha, S., Knop, E., Krewenka, K. M., Féon, V. L., Mandelik, Y., May, E. A., Park, M. G., Pisanty, G., Reemer, M., Riedinger, V., Rollin, O., Rundlöf, M., Sardinias, H. S., Scheper, J., Sciligo, A. R., Smith, H. G., Steffan-Dewenter, I., Thorp, R., Tscharnkte, T., Verhulst, J., Viana, B. F., Vaissière, B. E., Veldtman, R., Ward, K. L., Westphal, C. and Potts, S. G.** (2015): Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, 6: 7414.
- Korányi, D., Gallé, R., Torma, A., Gallé-Szpisjak, N. and Batáry, P.** (2023): Small grassland fragments and connectivity support high arthropod functional diversity in highly modified landscapes. *Insect Conservation and Diversity*, 16(5): 701–711.
- Kovács-Hostyánszki A.** (2023): Beporzók mint fontos ökológiai és gazdasági biztonsági tényezők. *Scientia et Securitas*, 3(4): 352–357.
- Kovács-Hostyánszki, A., Espindola, A., Vanbergen, A. J., Settele, J., Kremen, C. and Dicks, L. V.** (2017): Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letters*, 20(5): 673–689.
- Kratschmer, S., Pachinger, B., Schwantzer, M., Paredes, D., Guzmán, G., Gómez, J. A., Entrenas, J. A., Guernion, M., Burel, F., Nicolai, A., Fertl, A.,**

- Popescu, D., Macavei, L., Hoble, A., Bunea, C., Kriechbaum, M., Zaller, J. G. and Winter, S. (2019): Response of wild bee diversity, abundance, and functional traits to vineyard inter-row management intensity and landscape diversity across Europe. *Ecology and Evolution*, 9(7): 4103–4115.
- Kratschmer, S., Pachinger, B., Gaigher, R., Pryke, J. S., van Schalkwyk, J., Samways, M. J., Melin, A., Kehinde, T., Zaller, J. G. and Winter, S. (2021): Enhancing flowering plant functional richness improves wild bee diversity in vineyard inter-rows in different floral kingdoms. *Ecology and Evolution*, 11(12): 7927–7945.
- Markó, V., Jenser, G., Kondorosy, E., Ábrahám, L. and Balázs, K. (2013): Flowers for better pest control? The effects of apple orchard ground cover management on green apple aphids (*Aphis* spp.) (Hemiptera: Aphididae), their predators and the canopy insect community. *Biocontrol Science and Technology*, 23(2): 126–145.
- Markó, V. and Keresztes, B. (2014): Flowers for better pest control? Ground cover plants enhance apple orchard spiders (Araneae), but not necessarily their impact on pests. *Biocontrol Science and Technology*, 24(5): 574–596.
- Miglécz, T., Valkó, O., Török, P., Deák, B., Kelemen, A., Donkó, Á., Drexler, D. and Tóthmérész, B. (2015): Establishment of three cover crop mixtures in vineyards. *Scientia Horticulturae*, 197: 117–123.
- Moskát Cs. (1988): Diverzitás és rarefaction. *Aquila*, 95: 97–104.
- Müller, J., Hothorn, T., Yuan, Y., Seibold, S., Mitesser, O., Rothacher, J., Freund, J., Wild, C., Wolz, M. and Menzel, A. (2024): Weather explains the decline and rise of insect biomass over 34 years. *Nature*, 628(8007): 349–354.
- Sánchez-Bayo, F. and Wyckhuys, K. A. (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8–27.
- Samu, F., Szita, É., Botos, E., Simon, J., Gallé-Szpisjak, N. and Gallé, R. (2023): Agricultural spider decline: long-term trends under constant management conditions. *Scientific Reports*, 13(1): 2305.
- Valtonen, A., Hirka, A., Szöcs, L., Ayres, M. P., Roininen, H. and Csóka, Gy. (2017): Long-term species loss and homogenization of moth communities in Central Europe. *Journal of Animal Ecology*, 86(4): 730–738.
- Winter, S., Bauer, T., Strauss, P., Kratschmer, S., Paredes, D., Popescu, D., Landa, B., Guzmán, G., Gómez, J. A., Guernion, M., Zaller, J. G. and Batáry, P. (2018): Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 55(5): 2484–2495.

EFFECTS OF FLOWERING INTERCROPS ON THE STRUCTURE OF ARTHROPOD COMMUNITIES LIVING THERE, WITH SPECIAL ATTENTION TO BEES (HYMENOPTERA: APIFORMES), STUDIED IN HUNGARIAN VINEYARDS

L. Mezőfi¹, T. Miglécz¹, Zs. Józán² and F. Tóth¹

¹Hungarian Research Institute of Organic Agriculture (ÖMKi), H-1038 Budapest, Ráby Mátyás street 26., Hungary

²independent researcher, H-7453 Mernye, Rákóczi street 5., Hungary

E-mail: laszlo.mezofi@biokutatas.hu

In recent decades, population declines of various arthropods have been observed in more and more places around the world. Climate change or stressors associated with various anthropogenic activities – such as intensive land use, monocultures, use of pesticides, etc. – do not respect bees (Hymenoptera: Apiformes) and have a negative impact on both honeybee and wild bee populations. Since a significant number of economically important plant species are pollinated by insects, this is a particularly serious problem. Therefore, we need to support certain groups of arthropods to maintain sufficient production volumes. The aim of the recent work was to evaluate the effectiveness of sown perennial inter-row vegetation containing native wild flowering species in assisting different groups of beneficial arthropods in vineyards.

In 2021, the performance of inter-row wildflower strips established with a commercially available seed mixture (ÖMKi Élő Sorköz) of six species (see *Table 2*) was evaluated at six sites, three in the Eger region and three in the Tokaj region. Inter-rows with spontaneous vegetation were assigned as controls and samples were taken from four inter-rows in each treatment (Control/Kontroll and

Sown/Vetett) at all the six sites. Altogether five samples were taken with a sweep net from a pre-defined sampling transect of 100 m² in each of the inter-rows involved in the study.

A total of 18,393 arthropods were collected from the six vineyards. In the sown inter-rows, an increase (on average) in the abundance of spiders, beetles (both coccinellids and other beetles), hymenopterans (both parasitoids, bees and other hymenopterans), hoverflies (and other dipterans), and a decrease (on average) in the abundance of hemipterans (mainly aphids) were observed (*Figure 1*). Bees (Hymenoptera: Apiformes) were identified at species level and their data analysed in more details. A total of 69 species from five bee families were identified in the six vineyards, and wild bee abundance and species richness were significantly higher in the sown inter-rows compared to the control (*Figure 2*). However, no significant differences were found between the treatments in terms of various diversity indices (*Tables 3–4*). Based on these preliminary results, it seems that the use of the above seed mixture can successfully increase the abundance of certain groups of predatory and pollinating arthropods, such as wild bees, even in the first season after sowing. At the same time, the seed mixture of the six-species used may not be suitable for increasing the true biodiversity of wild bees, only for raising the number of detected individuals of locally infrequent species. To increase true diversity, it would probably be necessary to ensure additional food resources on a landscape scale and throughout the growing season.

Keywords: cover-cropping, perennial flower strips, biodiversity, beneficial arthropods

Érkezett: 2025. február 11.

MÁR MEGRENDELTE?

NÖVÉNYVÉDELEM FOLYÓIRAT MEGRENDELÉS

Megrendelés hosszabbítása a 2025. évre

Előfizetési díj a 2025. évre: 15 000 Ft/év. Példányonkénti ár: 1500 Ft

A Növényorvosi Kamara és a Magyar Növényvédelmi Társaság tagjainak: **13 500 Ft/év**

Diákoknak kedvezményesen 10 500 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 a megrendelést követően **befizetem** ☐

Az előfizetési díjhoz előre kérek számlát, amelyet 8 napon belül kiegyenlítek ☐

Az előfizetési díjhoz csekket kérek ☐

NYOMTATOTT BETŰVEL KÉRJÜK KITÖLTENI!

Megrendelő adószáma: **Kézbesítés helye**

Neve: Név:

Számlázási címe: ☐ ☐ ☐ ☐ Cím: ☐ ☐ ☐ ☐

Ügyintéző neve: E-mail:

Telefon: Aláírás:

Dátum: Aláírás:

A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány

Postai cím: 1114 Budapest Pf. 112. e-mail: **balazs.klara@atk.hun-ren.hu**

A LESTYÁN (*LEVISTICUM OFFICINALE* KOCH) ROZSDABETEGSÉGÉNEK MEGJELENÉSE MAGYARORSZÁGON

Nagy Géza¹ és Vajna László²

¹MATE, Budai Campus, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Budapest 1118 Ménesi út 44.

E-mail: nagy.geza@uni-mate.hu

²Nyugalmozott tudományos tanácsadó, egykori ATK Növényvédelmi Intézet

Rozsdagomba okozta súlyos tüneteket figyeltünk meg Magyarországon házi kertekben termesztett lestyán (*Levisticum officinale* Koch) növényeken 2010-ben és 2016-ban. A kórfolyamat gyors lefolyású volt. A tünetek késő tavaszi – kora nyári megjelenése a vegetációs időszak második felére a lombzat jelentős részének pusztulásához vezetett. A tünetek és a gomba morfológiai jellemzői alapján a kórokozót *Puccinia bornmuelleri* Magnus fajként azonosítottuk, amely kizárólag a lestyánt fertőzi.

Kulcsszavak: *Puccinia bornmuelleri*, gyógy- és fűszernövények, tünettan, morfológia

A lestyán (*Levisticum officinale* Koch) az ernyősvirágúak (Apiales) rendjébe és a zellerfélék (Apiaceae) családjába tartozó, közkedvelt élő gyógy- és fűszernövény. Házikertekben gyakran termesztik. Hazánkban vad állományai elsősorban az ország déli részén találhatók, azonban más termőhelyen (pl. Mátra) is fellelhetők (Sramkó és mtsai 2003, Bernáth 2013). Termesztése szintén az ország déli régiójában alakult ki (Bernáth 2013). Termőterülete az utóbbi években növekvő tendenciát mutatott, 3–12 ha között mozgott (Németh Éva és Pluhár Zsuzsanna, személyes közlés). A növényt elsősorban illóolajáért termesztik, amelyet legnagyobb mennyiségben a növény gyökere és termése tartalmazza. Ezen felül még felhasználják közvetlenül leveleit és terméseit is (Bernáth 2013).

A hazai lestyán állományokban a betegségek közül leggyakrabban a ramuláriás levélfoltosság (*Ramularia heraclei* /Oudem./ Sacc. syn. *Ramularia levistici* Oudem.) tüneteit figyelték meg (Nagy 2003). Glits (2000) szerint a növényeken még gyakran felléphet a passzalórás betegség (*Fusoidiella depressa* /Berk. & Broome/ Videira & Crous syn. *Passalora depressa* /Berk. & Broome/ Sacc.) és a lestyánperonoszpóra (*Plasmopara nivea* /Unger/ J. Schröt.) is.

A lestyánrozsdá Közép-Európában gyorsan terjedő betegség, amelyet az autoecikus *Puccinia bornmuelleri* Magnus gomba okoz. A kórokozót először Magnus (1899) írta le Bornmueller által 1892-ben Irán (akkori Perzsia) hegyvidéki területein gyűjtött vadon előforduló *Levisticum persicum* Freyn & Bornm. (syn. *L. officinale*) mintákról. A kórokozó korábban csak Ázsiában (Irán, Afganisztán) volt ismert (Magnus 1899, Petrak 1966). Az utóbbi években európai fellépését lestyánon jelezték Csehországból (Müller és Šafránková 2007), Romániából (Tănase és mtsai 2007), Ausztriából (Plenk és Bedlan 2010, Scheuer 2015), Lengyelországból (Wolczańska és Wójciak 2010), Németországból (Ruske és Dörfelt 2011) és Ukrajnából (Tykhonenko és Hayova 2019). Abetegség fellépése súlyos tünetekkel járt együtt. Megjelenésére számítani lehetett Magyarországon. A betegség hazai előfordulását először Vajna (2012) jelezte. Az okozott tünetekről a Plant Parasites of Europe internetes oldalon Érsek László is közölt 2013. szeptember 6-án Mosonmagyaróváron készített felvételeket, azonban egyéb hazai vonatkozású adatok (pl. tünetleírás, kártétel, morfológiai mérések) nem lettek megosztva (Ellis 2001–2025). A gomba uredo- és teleutospóráinak

Lestyánról származó *Puccinia bornmuelleri* Magnus gomba uredo- és teleutospóráinak méretei irodalmi adatok alapján

Lelőhely	Uredospóra		Teleutospóra		Szerző
	hossz.	szél.	hossz.	szél.	
	(μm)		(μm)		
Afganisztán	30–36	18–25	28–45	16–30	Petrak (1966)
Ausztria	$\bar{x}$: 40	$\bar{x}$: 27	(30)32–47(50)	(16)20–28(30)	Plenk és Bedlan (2010)
Csehország	28–35	25–30	38–51	21–25	Müller és Šafránková (2007)
Irán	28–39	18–26	32–54	19–32	Magnuss (1899)
Lengyelország	28–32	22–26	32–40	20–24	Wołczańska és Wójciak (2010)
Németország	31–36	25–32	39–57	24–34	Ruske és Dörfelt (2011)
Románia	(31)33–37(38)	(21)23–25(28)	(34)37–44(51)	(17)20–23(31)	Tănase és mtsai (2007)
Ukrajna	29–35	23–26	35–44	20–26	Tykhonenko és Hayova (2019)

méreteit az irodalmi adatok alapján az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Anyag és módszer

Az ország néhány termesztett lestyán állományában (pl. Budapest-Soroksár, Fajs, Hencsény) és házikertekben előforduló növényeken 2000 és 2010 között rendszeresen, majd ezt követően alkalmi jelleggel végeztünk szemrevételezéseket a lestyán gombás betegségeinek előfordulását tanulmányozva. A tünetek szabadföldi megfigyelését és digitális dokumentációját követően a begyűjtött mintákat laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk tovább a NÉBIH Növény-egészségügyi Diagnosztikai Nemzeti Referencia Laboratóriumában. A morfológiai bélyegek feltáráshoz a tünetes részen előforduló gombaképleteket Leica MZ 75 sztereómikroszkóp és Leica DC 500 fotófeltéttel felszerelt Leica DMLB2 kutatómikroszkóp segítségével vizsgáltuk, amelynek során 100–100 uredo- és teleutospóra hosszúságát, szélességét és egyéb jellemzőit (pl. a teleutospóra függőlékének hossza) mértük.

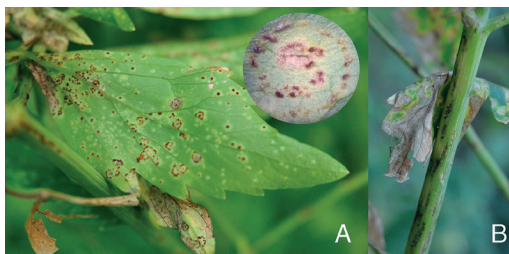
Eredmények

Lestyánon rozsdagomba okozta tünetek súlyos fellépését tapasztaltuk 2010-ben és 2016-ban házikerti körülmények között Balatonakaratyán és Érden. A tünetek az összetett levélen, a levélnyélen és a száron is kialakultak.

A leveleken, a tavasz végétől, kezdetben kerek vagy szabálytalan klorotikus foltokat figyeltünk meg, amelyeket gyakran a főbb erek határoltak. A foltok később összeolvadtak és középről kiindulva nekrotizálódtak (1. ábra). A levéllemez jelentős része elszáradt, kezelés hiányában a lombzat a nyár második felére nagymértékben elpusztult. A leveleken a különálló klorotikus foltok nagysága többnyire 1–5 mm között változott. A foltok a levélnyélen és a száron megnyúltak, keskeny, hosszúkásak voltak. A levélfoltokban a gomba rozsdabarna uredo- és sötétbarna-fekete teleutoposztlúai vegyesen helyezkedtek el általában a levél fonáki részén. A spóratelemek gyakran gyűrűszerűen, illetve spirál alakba rendeződtek. A levélnyélen és a száron többnyire teleutoposztlúak alakultak ki, vonalszerűen sorba rendeződve (2. ábra).

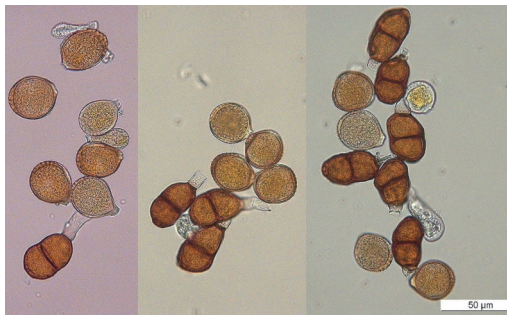


1. ábra. Rozsdabetegség tünete lestyánon
Fotó: Nagy Géza



2. ábra. Spóratelepek a levélkék fonákján (A) és a száron (B) Fotó: Nagy Géza

A kórokozó uredospórái egysejtűek, sárgák vagy halványbarnák, kerekdedek vagy tojásdadok, vékony faluk szemcsézett, amely a csúcsi részen gyakran kissé megvastagszik. Alapi részükön csökevényes függelék helyezkedik el. A csírapórusok a spórákon kerek kivilágosodó foltok formájában mutatkoznak. Az uredospórák mérete $21,3\text{--}40,1 \times 15,8\text{--}32,0$ μm , átlagosan $29,3 \times 24,8$ μm . A falvastagság 25 spóra mérése alapján $1,4\text{--}3,7$ μm , átlagosan $2,3$ μm . A csírapórusok átmérője $4,4\text{--}8,0$ μm . A teleutospórák kétsejtűek, sötétbarnák, vastagabb, enyhén szemcsézett fallal rendelkeznek, alakjuk általában fordított tojásdad, esetleg elliptikus, a csúcsi sejt többnyire kissé kerekdedebb, az alapi sejt gyakran kissé megnyúlt. A spóra fala a szeptumnál enyhén befűződik. A csúcsi sejten a csírapórust jól látható papilla fedi. Alapi részükön változó hosszúságú függelék található. A teleutospórák mérete $26,7\text{--}50,8 \times 17,5\text{--}31,6$ μm , átlagosan $37,1 \times 23,2$ μm . A függelékek hossza $0,4\text{--}18,3$ μm között változott (3. ábra).



3. ábra. *Puccinia bornmuelleri* Magnus uredo- és teleutospórái (mérték = 50 μm). Fotó: Nagy Géza

Következtetés

A lestyánrozsa fellépése, az európai adatkhoz hasonlóan, Magyarországon is súlyos kártételhez vezet elsősorban házi kerti körülmények között. A betegség fellépése ugyanakkor nem rendszeres, nem minden évben tapasztalható, amelynek oka vélhetően az évjáratonként jelentősen eltérő időjárási körülményekben keresendő. Tykhonenko és Hayova (2019) szerint a kórokozó szaporítóképleteinek kialakulását az évjáraton belüli időjárásváltozás is befolyásolja. A szerzők szerint a betegség utóbbi években tapasztalt gyors terjedése magyarázható az átlaghőmérséklet emelkedésével. Dörfelt és Ruske (2011) nyomán a betegség fellépésének dátumai, valamint a mesterséges visszafertőzések eredményei arra engednek következtetni, hogy az Európára nézve új kórokozó megjelenése mindenütt várható, ahol gazdanövénye, a lestyán előfordul.

A kór folyamat lefolyása gyors, gyakran jár a lombozat nagymértékű pusztulásával. Az általunk megfigyelt tünetek megegyeztek az irodalomban közltekkel (Ellis 2001–2025, Müller és Šafránková 2007, Ruske és Dörfelt 2011, Tykhonenko és Hayova 2019). A szerzők által megadott spóraméreték jelentős szórást mutatnak (1. táblázat), nincsenek teljes átfedésben saját mérési adatainkkal, különösen az uredospóra legkisebb hosszúsági és szélességi értékeit figyelembe véve. Ugyanakkor egyéb morfológiai jellemzők (spórák alakja, színe, a spórafal vastagsága és mintázottsága, papilláság stb.) megegyeznek a megvizsgált irodalmakban kö-

zöltekkel (Magnus 1899, Petrak 1966, Tánase és mtsai 2007, Dörfelt és Ruske 2011, Ruske és Dörfelt 2011, Tykhonenko és Hayova 2019). A gazdaspecifikus kórokozót a lestyánon okozott tünetek és a morfológiai bélyegek alapján a rendelkezésre álló irodalmi adatokkal összevetve *Puccinia bornmuelleri* Magnus fajnak azonosítottuk. Tudomásunk szerint a lestyánrozsa hazai előfordulásának és a kórokozó jellemzőinek leírásáról jelen közlemény ad először részletes adatokat. A kórokozó molekuláris jellemzőinek feltárása folyamatban van.

IRODALOM

- Bernáth J.** (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövények – Gyűjtésük, termesztésük és felhasználásuk. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Dörfelt, H. und Ruske, E.** (2011): Studien zum Entwicklungszyklus des Rostpilzes *Puccinia bornmuelleri*. Boletus, 33(1): 35–44.
- Ellis, W.N.** (2001–2025): Plant parasites of Europe: leafminers, galls and fungi. <https://bladmineers.nl/parasites/fungi/dikarya/basidiomycota/pucciniomycotina/pucciniomycetes/pucciniales/uredineae/pucciniaceae/puccinia/puccinia-bornmuelleri/> (consulted February 3, 2025)
- Glits M.** (2000): Gyógy- és fűszernövények betegségei. In: **Glits M. és Folk Gy.** (szerk.): Kertészeti Növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 531–546.
- Magnus, P.W.** (1899): J. Bornmüller. Iter Persicoturicum 1892/93. Fungi. Pars II. Ein Beitrag zur Kenntnis der Pilze des Orients. Verhandlungen der KaiserlichKöniglichen ZoologischBotanischen Gesellschaft in Wien, 49: 87–103.
- Müller, J. and Šafránková, I.** (2007): Occurrence of *Puccinia bornmuelleri* Magnus in the Czech Republic. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 55: 95–98.
- Nagy G.** (2003): Gyógynövények ramuláriás levélfoltosságai Magyarországon. Kertgazdaság, 35(2): 53–61.
- Petrak, F.** (1966): Kleine beiträge zur Ustilagineen- und Uredineenflora von Afghanistan und Pakistan. Sydowia, 20: 278–287.
- Plenk, A. and Bedlan, G.** (2010): First report of *Puccinia bornmuelleri* on *Levisticum officinale* (lovage) in Austria. Plant Pathology, 59: 1175.
- Ruske, E. und Dörfelt, H.** (2011): *Puccinia bornmuelleri* – neu für Deutschland. Zeitschrift für Mykologie, 77: 61–70.
- Scheuer, C.** (2015): Mycotheca Graecensis, Fasc. 25 (Nos 481–500). Fritschiana (Graz), 79: 1–9.
- Sramkó G., Vojtkó A., Harmos K. és Magos G.** (2003): Adatok a Mátra és környéke edényes flórájának ismeretéhez. Kitaibelia, 8(1): 139–160.
- Tánase, C., Gjaerum, H.B. and Constantinescu, O.** (2007): *Puccinia bornmuelleri* on cultivated *Levisticum*. Mycol. Balcan., 4: 75–76.
- Tykhonenko, Yu.Ya. and Hayova, V.P.** (2019): First records of *Puccinia bornmuelleri* (Pucciniales) in Ukraine. Ukrainian Botanical Journal, 76(5): 445–450.
- Vajna L.** (2012): Új, és újabban járványos mértékben fellépő, gombák okozta növényi betegségek változó, globalizálódó világunkban. OTKA Zárójelentés (azonosító: 67648).
- Wolczańska, A. and Wójciak, H.** (2010): First report of *Puccinia bornmuelleri* causing rust disease of lovage in Poland. Plant Pathology, 59: 1176.

OCCURRENCE OF RUST DISEASE ON LOVAGE (*LEVISTICUM OFFICINALE* KOCH) IN HUNGARY

G. Nagy¹ and L. Vajna²

¹MATE, Buda Campus, Institute of Plant Protection, Department of Plant Pathology,

H-1118 Budapest, Ménesi road 44. Hungary

E-mail: nagy.geza@uni-mate.hu

²Retired scientific advisor, former ATK Plant Protection Institute

Severe symptoms caused by a rust fungus were observed on lovage (*Levisticum officinale* Koch) plants grown in home gardens in Hungary in 2010 and 2016. A quick progress of the disease was observed. Symptoms appeared late spring to early summer, resulted in the death of a significant part of the foliage by the second half of the growing season. Symptoms and morphological characteristics of the pathogen were described, based on which the pathogen was identified as *Puccinia bornmuelleri* Magnus, which is autoecious on lovage.

Keywords: *Puccinia bornmuelleri*, aromatic and medicinal plants, symptomatology, morphology

Érkezett: 2025. február 10.



RÖVID KÖZLEMÉNY

200 ÉVE SZÜLETETT JÓKAI MÓR – AZ ÍRÓFEJEDELEM NÖVÉNYVÉDELMI MUNKÁSSÁGA

Kontschán Jenő^{1,2}

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont,
Növényvédelmi Intézet, 1116 Budapest,
Fehérvári út 132–144.

²SZE, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,
Növénytudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Hazai prózai irodalmunk egyik legismertebb alakja Jókai Mór 200 évvel ezelőtt, 1825. február 18-án született Komáromban. Szépirodalmi munkássága mindenki előtt jól ismert, gondoljunk a már az általános iskolában olvasott Kőszívű ember fiai, az Aranyember vagy más kiemelt regényeire, amelyek mellett több száz egyéb művei is jól ismertek. Az azonban kevésbé ismert, hogy Jókai Mór a növényvédelem történetébe is beírta magát, bár erről Bognár Sándor „A magyar növényvédelem története a legrégebbi időktől napjainkig (1030–1980)” című meghatározó munkájában említést tesz.

1896-ban saját kiadásban jelent meg Jókai Mór *Kertészgazdászati jegyzetek* című könyve, amelyben a növényvédelemnek is számos fejezetet szentelt. Legnagyobb terjedelemben talán a szőlővel foglalkozik könyvében: a peronoszpóra, vagy az általa *Dermatophora*-ként említett *Dermatophora necatrix* (gyökérpenész, *syn. Rosellinia necatrix*) épp úgy előkerül, mint a kártevő rovarok közül a filoxéra. A filoxérával és annak biológiájával sokat foglalkozik, sőt beszámol arról is, hogy hogyan végezhető el a szénkéneges talajfertőtlenítés. Javaslatá:

„Azért ezt a sort írja föl minden szőlősgazda a szobája ajtajára: »A mint meghalod, hogy őt mérföldnyi közelben valakinek a szőlejét megrontotta a filokszerá, rögtön szénkénegezd be

a magad szőlőkertjét!« Mert már az akkor tele van filokszerával. – Csakhogy még nem panaszkodik.”

A szőlő esetében a peronoszpóráról, mint új jövevényről is sokat ír. Védekezni kell ellene, és a megfelelő módszerhez Jókai két fontos kelléket nevez meg:

„A peronoszpóra (levélpenész) ellen biztos orvosságunk van, a rézgáliczczal való permetezés. Ehhez kettő kell: az egyik egy permetezőgép, a másik – a gazda szeme.”

Vagyis a megfelelő gép, technológia mellett kiemelt szerepe van véleménye szerint a növényre való odafigyelésnek is.

„Szőlővirágzás előtt a szőlősgazdának minden nap körül kell járni a szőlőjét s vizsgálni, hogy nem találja-e valahol valami jelenségét a levélpenésznek, ami jól fölismerhető. Akkor, ha csak egy helyen találta is azt föl, rögtön permeteztetni kell. A szőlő elvirágzása után pedig, akár mutatkozik peronospora, akár nem, be kell permeteztetni a »bordói leves«-el az egész szőlőtelepet istenesen. Én ehhez a méz helyett szódát használok keveréskül a rézgáliczhoz, az is jó. Két százalék rézgálicz, ugyanannyi szóda egy hektoliter víz közé vegyítve. Amely szőlősgazda elkésik a permetezéssel, az aztán permetezhet háromszor is egy évben, hat percentes olvadékkal, mégis kétes marad a sikere.”

Szintén külön fejezetet szán a *Dermatophora*-ként említett *Dermatophora necatrix* (gyökérpenész) kórokozóra is:

„Három helyen is említettem már jegyzeteim folytán ezt a szörnyeteget: hadd huzzam elő végre a rejtekéből. A dermatofora a penészfajta lopvanőszők neméhez tartozik. Pusztá szemmel is feltalálható a szőlők és gyümölcsfák gyökerein. Olyan mint a pókfondál, körülfontja a vékony gyökérszálat, aláfurja magát a gyökér héján, kiszívja a nedvét. Rigolozott földben úgy terjed tőkéről tőkére, hogy ha egy helyen kiütt, az egész szőlőtablát behálózza. Rombolásának hatása hasonlít a filoxéráéhoz.”

Könyvében részletesen írt a levéltetvekről is, megjelenésüket egyes esetekben a gyökérpenészhez köti:

„Mi az a mézharmat? Hát a dermatoforának a hirnöke. A gyökérpenész kiszívja a gyökérből

a fehérszínű, mely a levél- és gyümölcsképzés föltétele, a hajszaícsővek magában szívják föl a cukoranyagot s az a levelek felső lapján izzad elő. Erre az édességre aztán megjelennek az aphisek (levéltetű)."

Jókai itt szembe is megy a meglévő ismereteknek, és ezt írja:

„Előbbeni följegyzésemben egy merész állítást kockáztattam: azt, hogy a mézharmat teremti elő a levéltetűt, a mit eddig valamenyny termésettudós megfordítva állított, hogy a levéltetű fecskendi ki magából a mézharmatot. De ez határozott valótlanság! A baracklevelek mézes zománcza ott van már a leveleken, mielőtt egyetlen levéltetűt lehetne rajtuk fölfedezni; az aphisek nem csinálja a mézharmatot. Ugyan miből csinálná? A levegőből? Hogy az aphisek kifecskendi magából a falevél mézét, mikor már nem fér a bendőjébe, az igaz; de a mézet a falevélből szíja."

De nézzük el ezt az írófejedelemnek! Már csak azért is, mert ebben a könyvében megjelenik a biológiai védekezés korai gondolatai is. Az *„Istenbogárkájáról"* vagy más néven a *„Katinka bogárkájáról"* szóló fejezetben, arról ír, hogy mesterségesen kellene szaporítani és velük a levéltetűket ritkítani. Mi ez, ha nem az egyik első megjelenése az integrált növényvédelmi szemléletnek?

Az író külön fejezetet szentelt a pajzstetveknek is.

„Ezek annál kárhuzatosabbak, mert észre sem lehet a jelenlétüket venni a növényen. Épen olyan színűek, mint a meglepett fának a dereka, alakjuk olyan mint egy teknő, vagy paizs, egymás hosszában belepik a fa derekát végtől végig és meg nem mozdulnak arról a helyről, a hová egyszer odatapadtak. Mind nőstények. A hímek csak ősszel jönnek elő és szárnyasok. De az anyák szárnyatlanok. Egész nyáron át folyton szíják a fakéregnek a nedvét s duzzad bele a hátuk."

A barack, a szőlő, de a citrom és a narancs pajzstetvei mellett azért megemlíti, hogy a pajzstetvek egyes fajait gazdaságilag is hasznosítják:

„A coccusnak léteznek haszonhajtó fajtái is, de azok nem a mi éghajlatunk alatt tenyész-

nek, mint az ilex coccusa, mely a festékkadó kermeszt tengeti a délvidéki tölgyön; aztán meg a cochenilla (Coccus cacti), mely a legszebb bíborfestő anyagot szolgáltatja. Ezeket ottan mesterségesen tenyésztik. De mi a magunkét pusztítsuk."

Jókai ebben a munkájában nem hagyja ki a szőlő bogyóit megtámadó és károsító darazsakat sem. Róluk *„A darazsak és dongók csudará népe"* cím alatt számol be, a méheket viszont pozitívan említi:

„A méhecskének van becsületérzése: ő nem jár lopni; tisztességesen szedi a mézet a virágok kelyhéből s bár szomszédaimban két méhes létezik, méhek soha sem jönnek a darazsfogóba."

A korra jellemzően, bőségesen említi a szőlőfűrtöt károsító madarakat is *„a sok veréb, seregély, sárga rigó, a mi a szüret táján a szőlőt ellepi! Ezek a szakértő urak, a kik tudják, hogy mi az igazi jó!"*.

A szőlő mellett a gyümölcsfákon károsító főleg bogárfajokról is ír, megemlíti a szarvasbogarakat, a szűfajokat és a cincéereket, mint a gyümölcsfák ellenségeit, melyeket *„fafűró férgek"*-nek nevez. Jelentős figyelmet szentel a gyümölcsökben levő lárvákra is, például az általa gyümölcsfűregnek nevezett és a könyvében tudományos néven *„rhynchaenus pomorum"*-ként említett kártevő esetében (ma *Anthonomus pomorum* – alma-bimbólikasztó bogár) a lárvákról és azok kártételéről is ír.

Jókai Mór *Kertészgazdászati jegyzetek* című munkája egy izgalmas, érdekes tudomány- és szakmatörténeti munka, amelynek ismeretanyaga helyenként már túlhaladott. De találhatunk-e olyan 150 éves munkát, amely tartalmának egy részét nem írta felül a tudomány haladása?

Hazánkban mindenki ismeri, és sokan szeretik Jókai Mór regényeit. Remélem, hogy a növényvédelemben dolgozó, vagy a növényvédelmet kedvelő kollégák és olvasók megismerve az írófejedelem *Kertészgazdászati jegyzetek* című munkáját, a többi írását még nagyobb örömmel fogják majd a kezükbe!

Érkezett: 2025. április 4.

KITÜNTETÉS

**PROF. EMERITUS
DR. SZARUKÁN ISTVÁN
AZ ÉLETFÁ EMLÉKPLAKETT
ARANY FOKOZATÁNAK
KITÜNTETETTJE**



Dr. Nagy István agrárminiszter, a Magyar Mezőgazdasági Múzeumban 2025. március 15-e alkalmából rendezett kitüntetés-átadó ünnepségen, az Életfa Emlékplakett kitüntetés arany fokozatát adományozta **prof. emeritus dr. Szarukán István** a Debreceni Egyetem (DE) MÉK Növényvédelmi Intézetének nyugalmazott professzora, volt tanszékvezetője részére, a magas szintű oktatói és kutatói élettevékenységének, valamint a növényvédelmi állattan egyetemi oktatásában és fejlesztésében 50 éven át végzett kiemelkedő munkásságának elismerésül, közelgő 90. születésnapja alkalmából. Szarukán István a szakmában végzett munkájával kiemelkedő mértékben járult hozzá a magyarországi növényvédelmi szakma sikereihez, amivel nevét beírta a magyar növényvédelem történelmének könyvébe.

Szarukán István 1935. december 19-én született Miskolcon, jogász családból származik. Édesapja ítélőtáblai bíró volt. Apai ágon örmény származású, akik Erdélyből kerültek Debrecenbe. Az erdélyi Szarukánok szorgalmas, törekvő emberek voltak – Mária Teréziától kapták nemességüket –, de józan iparkodásukat jóval felülmúlta hazaszeretetük, magyarságuk. A második világháborút követő szovjet megszállás megnyomorította a család életét. Édesapját, akit szívbetegen robotmunkára ítélték,

1944-ben elhurcolták, és a haldokló embert halálos kimerültségében egy köztéri padon hagyták meghalni. Ezzel a lelki teherrel a törékeny feleség is hamarosan követte férjét 1945-ben, és így két fiúk árván maradt. István és Miklós öccse rokonokhoz kerültek. István az általános iskolát Debrecenben végezte, majd 1948-tól az apai nagybácsi beiskoláztatta a jó képességgel rendelkező fiúkat gimnáziumi középiskolába. István 17 évesen arra kényszerült, hogy a tanulmányait megszakítsa és munkába álljon, ezzel javítva a család nehéz körülményein. A gimnázium 4. osztályának anyagából magánúton vizsgázott, majd még az évben (1954) leérettségizett. Ezt követően az orvosi pálya iránti vonzalmát megtörték, felvételét polgári származása miatt kétszer utasították el. 1956-ban a Debreceni Mezőgazdasági Akadémiára felvették, ahol 1960-ban végzett, kitüntetéses diplomával.

Gyakornokként a Debreceni Állami Gazdaságban (ÁG) helyezkedett el, majd jelentkezett az Agrártudományi Egyetemen, Gödöllőn folyó egyéves, növényvédelmi szakmérnöki képzésre, ahol 1961-ben szerzett szakmérnöki diplomát. A Berettyóújfalui ÁG-nál kezdett dolgozni, mint növényvédelmi üzemvezető, majd a növényvédelmi állattannal kapcsolatos érdeklődése hatására körzeti felügyelő lett a Hajdú-Bihar Megyei Növényvédő Állomáson, Mikepércsen. 1964. áprilisától az akkori Debreceni Agrártudományi Főiskolára került tanársegédként, ettől kezdve minden erejét és tudását a növényvédelmi állattan gyakorlati, majd elméleti oktatására és a kutatásra összpontosította.

Szarukán István 1969-ben egyetemi adjunktusi, majd 1982-ben docensi kinevezést kapott. 1988-ban a Debreceni Agrártudományi Egyetem Növényvédelmi Tanszék vezetője lett, amely beosztásban 2000-ig irányította a tanszék munkáját. 1989–90-ben oktatási dékánhelyettesi pozíciót is betöltött. 1992-ben kapta meg egyetemi tanári kinevezését. Ettől kezdve a növényvédelmi állattan tárgyfelelőseként és a szakmérnöki szak vezetőjeként tevékenykedett. Oktatási tevékenysége során mindig nagy hangsúlyt helyezett a szemléltetésre és a hallgatók önálló feladatmegoldási készségének fejlesztésére. Amikor 1964-ben megalakult a Növény-

védelmi Tanszék, még sem rovar- sem kárkép gyűjteménnyel nem rendelkezett. Hosszú évek szívos munkájával sikerült elérnie, hogy ma az oktatott károsítók és kártételük túlnyomó többségét a hallgatók kézbe vehetik. Számos nagyméretű – jórészt sajátkezűen rajzolt – ábra segíti a szemléltetést az előadásokon és gyakorlatokon. Az egyetemen eltöltött évei alatt sok oktatási segédletet és jegyzetet írt. Kitartó munkával dolgozott a tanszék állattani- és rovargyűjteményének összeállításán, melyben megtalálhatók a hazai rovarfauna meghatározó fajai.

Az oktatás mellett mindig nagy hangsúlyt fordított a kutatásra. Tudományos érdeklődése a talajlakó bogarak (Melolonthidae, Elateridae, majd Carabidae) felé irányult. Első publikációi ebben a témakörben jelentek meg, kandidátusi értekezése is e szakterületen elért eredményei alapján készült, melyet 1977-ben védett meg. A szakma kiemelt tekintélyévé a kandidátusi témája tette, amelyben a talajlakó és a talajfelszíni kártevők (Melolonthidae, Elateridae, Carabidae, Tenebrionidae, Alleculidae) életmódját, kártételét és leküzdésének módját vizsgálta. Az általa működtetett fénycsapda adatok alapján prognosztikai kérdésekkel is foglalkozott. Tudományos tevékenysége elsősorban a kártevők elleni védekezés biológiai-ökológiai alapjaira, az agrotechnika kártevőkre gyakorolt hatására irányult. Sok időt áldozott a kártevők előrejelzésében használható fény- és különböző illatanyag csapdák fejlesztésére. Ez lehetővé tette számára, hogy valamennyi rendszertani csoporttal foglalkozhatott, így el lehet róla mondani, hogy univerzális rovarász. Munkássága eredményei között kiemelendő, hogy részt vett a nagy hazai agro-ökoszisztéma feltárásokban.

Szakmai és társadalmi tevékenysége szintén jelentős: hosszú ideig vezette a Növényvédelmi Kört (későbbi Gulyás Antal Növényvédelmi Kör). Az MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, mint külső tanszék vezetőjével, dr. Tóth Miklós akadémikus kutatóprofesszorral a feromon-, fény- és illatcsapda fejlesztések, illetve más prognosztikai kutatások területén hasznosította elmélyült szakismereteit. Publikációs tevékenysége számos rovar- és kárkép területet fog át: a pillan-

gós növények kártevő bogarai és különböző lepkefajok biológiájának és ökológiájának vizsgálata; a kártevő rovarok előrejelzési lehetőségei tradicionális fénycsapda, illetve modern, új típusú technikák segítségével.

Több évtizedes kimagasló munkássága mellett aktívan részt vett a Növényvédelmi Intézet életében és feladataiban, mint elnök irányította az 1996-ban megalakult Növényvédelem Oktatásának Fejlesztéséért Alapítványt (NOFA), a Tiszántúli Növényvédelmi Fórumnak három évtizedig elnöke, majd tiszteletbeli elnöke volt.

Szarukán István oktatói tevékenységét a '70-es évek közepétől számos kitüntetéssel ismerték el. 1994-ben a „*Pro Re Rustica Promovenda*” – a növényvédelem fejlesztésében végzett kiemelkedő társadalmi, tudományos tevékenységét elismerő MAE oklevelet vehetett át. 2002-ben a „*Pro Educatione Agriculturae*” elismeréssel jutalmazták, 2005-ben, nyugdíjba vonulásával egyidőben a „*Professor emeritus*” cím viselésére kapott a Debreceni Egyetemtől jogosultságot, ugyanezen évben az Életfa Emlékplakett bronz fokozata állami kitüntetést is átvehette. A növényvédősök közössége legmagasabb rangú szakmai kitüntetésének számító „Horváth Géza- emlékérem”-mel jutalmazták

öt 2008-ban, 2009-ben a „Dr. Szelényi Gusztáv Emlékére Alapítvány” entomológusoknak adható kitüntetést ítéltek oda Szarukán István professzor úrnak. 2013-ban megkapta a „Gulyás Antal- emlékérem a növényvédelemért” kitüntetést is.

Szarukán professzor aktív, napi résztvevője volt a növényvédelmi oktatásnak egészen 2022 januárjáig – amíg számára fizikailag elviselhető teherként volt a két emelet megmászása – rendszeresen feljárt a Növényvédelmi Intézetbe, napi elfoglaltságot és szellemi kihívást jelentett számára a rovarcsapda fogások faji meghatározása.

Egykori munkatársai ma is felkeresik lakásán baráti eszmecserére, szakmai kérdéseknek a megvitatására, véleményére igényt tartva.

Szarukán István zenetanár felesége, Nagy Klára asszony, aki az Életfa kitüntetés arany fokozatát a nemzeti ünnepünkön férje nevében átvette, Tanár Úr életműjének kiváló segítő-társa, akivel együtt gondoskodtak a családi élet mindennapos harmóniájának biztosításáról. A házaspár jogosan büszke a traumatológus sebész fiára, tanárnő lányára és négy szép unokájára.

Kövics György és Tarcali Gábor

A NÖVÉNYVÉDELMI KLUB

2025. június 2-án, 15.00 órakor a Jókai-kert bejáratánál, 1121 Budapest, Költő u. 21. Megközelítés a Széll Kálmán térről 21-es vagy 21A autóbusszal, illetve a Boráros térről a 112-es autóbusszal, vagy a fogaskerekűvel a Városkút megállóig.

BOTANIKAI SÉTA A SVÁBHEGYI JÓKAI KERTBEN

Szakmai kísérlők

Dr. Dancza István

a Magyar Gyomkutató Társaság elnökségi tagja

A klubdelután ingyenes, már 14.30-tól várunk mindenkit baráti beszélgetésre.

VÁRJUK A FIATAL ÉRDEKLŐDŐKET AZ ÖSSZEJÖVELETEINKEN!

Dr. Tarjányi József és
a Klub elnöke

Zsigó György
a Klub titkára



BOTANIKAI ÉLMÉNYEK EGY ANDOKI UTAZÁS SORÁN

Ősi-kultúrák találkozási pontja az Andokban

A múlt század közepén (1950–60-as évek) a külföldi utazás szervezését sok tényező akadályozta (három évenként lehetett utazási kérelmet benyújtani, a költőpénz nevetségesen alacsony összegre volt behatárolva). A „fotelben történő utazást” a folyamatosan magyarra fordított útikönyvek biztosították (Világjárók sorozat).

Az elmúlt ötven évben nagyot fordult a világ, ma már a hátizsákos ifjú turisták is bejáratják Dél-Amerika földjének minden országát. Peru az érdeklődők számára ma is a „megfejtetlen titkok” földje!

„Amikor az Emberfia eljön, ugyanaz történik, mint Noé napjaiban. A vízözön előtti napokban az emberek ettek, ittak, nőültek és férjhez mentek –, egészen addig a napig, amikor Noé beszállt a bárkába. Semmit sem sejtettek mindaddig, míg be nem következett a katasztrófa, és a víz el nem sodorta mindannyiukat.”

Mt. 24,37-44

A sok titkot végig járva (*icai karcolt kövek, a Nasca vonalak, az ősi városok az Andokban, a köteraszok hatalmas, szorosan egymáshoz illeszkedő kőtömbjei stb.*) az „alkotások” ideje a múlt távolába vész, sokan a vízözön előtti időszakot feltételezik. A megcsodált építmények a feltételezések szerint jóval megelőzték az inkák uralkodását, akik mai tudásunk szerint nem rendelkeztek a hatalmas kőtömbök kivágásához és szállításához szükséges eszközökkel.

Limában a város különböző kerületeiben 140 különböző méretű, **vályogtéglával burkolt piramis** látható. Közülük több is látogat-

ható, a feltételezések szerint a koruk 3–4 ezer évre tehető. A régészek a közelmúltban ősi sírokat tártak fel az egyik, kb. 50 m magas piramis tetején.

Az **icai Cabrera múzeumban** a közeli sivatag barlangjaiból feltárt, „vésett” kövek találhatók, öklömnyitől a mázsásig. Több, mint 28 ezer darabot tártak fel, a rajtuk lévő állat és emberábrázolások megfejtésre várnak.

A **„Nasca vonalak”** és a **gigantikus méretű geoglifák**, az 1930-as évektől ismertek, mióta repülőkről először láthatták. Ma turisták ezrei csodálhatják meg az erre szakosodott légitársaságok jóvoltából. Létrejöttükről különböző hipotézisek születtek. Maria Reiche német matematikus (1903–1998), aki 30 éves korától hosszú évtizedeken keresztül kutatta, úgy vélte, az ábrák, egy csillagászati naptár részei, Kr.e. 900-tól Kr.u. 700-ig készíthették. Tony Morisson szerint az egyenes vonalak szertartáshelyeket kötöttek össze, Johan Reichard a hegyekhez és a vízhez köthető szertartás helyeként feltételezte, Erich von Däneken szerint földön kívüli lények hozták létre a vonalakat.

Az út mentén legelésző állatok láttán felmerül az utazóban, mi a különbség a láma és az alpaka között? Ők a tevéfélék családjának tagjai, párosujjú patások. A láma a legnagyobb testű, teherhordásra használják. Az alpaka a legkisebb, a finom gyapjáért tenyésztik, a vikunyából házasították.

A **Titicaca-tó** a világ legmagasabban (3830 m) fekvő hajózható tava, amelynek felszínén húzódik a perui-bolíviai határ. 174 km hosszú, 64 km széles. Az inka legenda szerint a tóból léptek elő az inka császárság titokzatos alapítói: **Manco Cápac** és **Mama Ocllo**. A tó látványossága az Uro indiánok lakhelyeül szolgáló úszó szigetek, melyeket totora nádából építenek.

Az Andok jelentős látnivalói a kukorica és burgonya termesztésére létrehozott hosszan elnyúló, lépcsőzetesen kialakított teraszok. Moray közelében található az inkák **„nővénynemesítő laboratóriuma”**, egy körkörös, mélybe nyúló terasz építmény. (1. ábra) A feltételezések szerint, a teraszokon uralkodó különböző klimatikus viszonyok tették lehetővé a növények hidegtűrésre való nemesítését.



1. ábra. Inka növénynemesítő laboratórium
Fotó: Tarjányi József

A „**Szent völgy**” az utazók szerint az inka lelőhelyek tárháza, az Urubamba folyó gazdag mezőgazdasági területeinek völgyében. Fő látványossága az Ollantaytambo erőd, ahol az inkák súlyos vereséget mértek a hódító spanyolokra.

A környező hegyekben, 2430 méteres magasságban bújkik meg **Machu Picchu** erődje, a „Nap-szüzek” egykori rejtékhelye, ahová nem jutottak el a hódítók. Feltételezések szerint a XV-ik század derekán építették, Pacsakutek Jupanki inka parancsára. Itt található a gerincen az Intihuatana, a kultikus kő (napóra). A köváros léte az évszázadok során feledésbe merült, csak 1911-ben talált rá egy, a Yale-egyetem támogatásával szervezett expedíció. Ma, a Peruba látogatók álma, hogy ide eljuthassanak (2. ábra).



2. ábra. Machu Picchu erődje. Fotó: Tarjányi József

„A természet semmit sem tesz hiába,
s mindaz, ami sok ok révén történik, s bár
kevesebbel is megvalósítható lett volna,
fölösleges. A természet ugyanis egyszerű,
s nem használja a dolgok felesleges okait.”
„A kozmosz csodálatos elrendezése
és harmóniája csak egy mindenható
és mindentudó léntervében születhetett meg.
Ez mindörökké a legnagyobb
felismerésem.

Isaac Newton

Az Andok geológiai és növényföldrajzi jellemzése

Dél-Amerika NY-i partján húzódó hegy-lánc: az Aconcaguánál 6959 m. Hatalmas gátként szegélyezi a Csendes-óceán partját Venezuelától a Tüzföldre, 7500 km hosszan. A fiatal hegyláncot NY-on elsősorban vulkáni kőzetek, míg K-en üledékes kőzetek alkotják. Gyakori a földrengés és számos vulkán működik. Északon a Cancá és a Magdalena tektonikus völgyei három ágra tagolják. É-i vonulatain paramo-vegetáció alakult ki. A középső Andokban csak két NY-i ág folytatódik, gyakran lefolyástalan tavakkal tarkított fennsíkokat (*altiplanos*) fogva közre (ahol a magasfokú inka kultúra romvárosai ejtenek ámulatba!). D-i irányban az ágak egyetlen vonulatban találkoznak, ennek magassága fokozatosan csökken. Az éghajlat és a növényzet, a tengerszint feletti magasság és a földrajzi szélesség együttes hatása következtében változó. Az Andok É-i része a magassági szintek alapján a következő szakaszokra bontható: *tierra caliente* (forró föld) örökzöld erdőtakaróval, 900 m-ig; *tierra templada* (langyos föld) lombhullató erdőtakaróval, 900 és 2000 m között; *tierra fría* (hideg föld) száraz sztyepp-réteggel, 2000 és 4000 m között.

A fenti fejtegetésből kitűnik, hogy az Andokban többféle vegetációtípus alakult ki. Terjedelmi korlátok miatt ezeket nem áll módunkban egyenként bemutatni, ezért az alábbiakban, csak az esőerdő-, a paramo- és a pampa-vegetációval foglalkozunk.

Ősi növénytermesztési központ

Peru, Ecuador és Bolívia hegyvidéki területeit foglalja magába. A burgonya (*Solanum andigenum*, *S. tuberosum*), a paradicsom (*Lycopersicon peruvianum*, *L. esculentum*), a tökfajok (*Cucurbita maxima* var. *turbaniformis*, *C. mixta*), a perui paprika (*Capsicum peruvianum*), a dohány (*Nicotiana tabacum*), a szamóca (*Fragaria chiliensis*), a perui-uborka (*Solanum muricatum*, *S. quitoense*) termesztése itt kezdődött el.

A burgonya (*Solanum tuberosum*) termesztése az Andok fennsíkjain 2000 éves múltra tekint vissza (3. ábra). A kultúrburgonyák nemesítéséhez használható vad fajok keresése közben számos, a tudomány számára is új fajra bukkantak a kutatók. Eközben kiderült, hogy a természetben előforduló fajok közül sok a diploid ($2n=24$), viszont a mi kultúrfajtáink tetraploidok ($2n=48$). Ezen kívül vannak Dél-Amerikában olyan helyileg előforduló alakok is, amelyeknek a kromoszóma-szerelvénye 5-6-szoros, vagyis penta- illetve hexaploidok. Főleg az Andokban, a Titicaca-tó vidékén találni sok vadon élő burgonyafajtát és primitív kultúralakokat. A földeken egymás mellett különböző ploidia-fokú fajtákat találtak. Egyre inkább arra hajlanak a nézetek, hogy a vadon élő fajok és a belőlük származó kultúrfajták nem határolhatók el élesen egymástól.



3. ábra. Burgonyaföldjét művelő kecsua asszony
Fotó: Tarjányi József

A paradicsom (*Lycopersicon esculentum*) kultúrnövény volt már, amikor az európaiak felfedezték Amerikát. A legrégebbi régészeti leletek, illetve bizonyítékok a kultúrparadicsomra vonatkozóan Közép-Amerikából származnak, de nincsenek nyomai a vadon élő ősi alakoknak. A *Lycopersicon pimpinellifolium* (ribizke-paradicsom) vadon él, Dél-Amerika északkeleti partjai mentén. Valószínű, hogy csak az utóbbi időben telepedett be a kultúrákba, mint gyomnövény, és csak azt követően kezdték el termesztetni is Mexikóban. A vadon élő alak a kultúrváltozattól a sokkal kevesebb levélszárnyal különbözik, és az erősebben elágazó virágzatokban is sokkal több termése fejlődik, alig nagyobbak, mint a ribizli.

A genetikában, de egyéb biológiai tudományágakban is gyakori kísérleti növény a paradicsom. Kromoszómái ($2n=24$) viszonylag jól megkülönböztethetők egymástól, és könnyen azonosíthatók, ezért fontos genetikai felismerések születtek a plazmatikus átöröklés és a mutációk keletkezésével kapcsolatban.

A paprika (*Capsicum*) nemzetség őshazája Közép- és Dél-Amerikára korlátozódik. Legismertebb a *C. annuum*. A vad alak csak néhány cm hosszú, piros termésű, igen sok benne a csípős ízű kapszaicin alkaloid. Ebből a Dél-Amerikában élő bennszülöttek olyan törzseket alakítottak ki, amelyek fűszernek, mások főzeléknek alkalmasak. A fűszert csilleibors néven emlegetik. Az édespaprikának elnevezett fajtacsoport korán eljutott Magyarországra, olyannyira, hogy „hungaricum”-má vált. Fűszernövénynek a cserjés *C. frutescens* és más fajokat termesztnek. A kapszaicin alkaloid elsősorban a magléc környékén halmozódik fel; ez a hatóanyag főleg reumatikus panaszok enyhítésére használatos, ún. kapszikumtapasz formájában, bőrizgatónak.

Bár a kukorica (*Zea mays*) őshazája Mexikó, az inkák és az aztékok ismerték, tisztelték. Az utóbbiak mitológiájában a Földanya gyermeke *Cinteotl*, kukoricaisten. Az amerikai indiánkultúrák szinte mindegyikében megtalálható a kukoricakultusz: a kecsuák, navahók, dakoták teremtmésmítosza szorosan összefügg a kukoricával, amit érzékletesen fejez ki az ún. „Hiawata-eposz”.

Hegyi esőerdők növényzete

A trópusi magashegységek vegetációtípusa, 1000–3000 m magasságig hatol. Peruban, a Tucuman, a Jujuny és a Salta provinciák területén találjuk a legszebb állományait. A hegyi esőerdők tulajdonképpen a trópusi zónákat kétoldaltól kísérő szubtrópusok alacsonyabban fekvő erdőinek felelnek meg, és összetételükben is arra emlékeztetnek. A fánlakó (*epiphyton*) növények birodalma ez. Hogy a lehulló csapadékot jobban kihasználhassák, és sokszor azért is, hogy több fényhez jussanak, nem kúsznak a magasba, hanem egyenesen a fák koronájában és törzsén telepednek meg. Vízfelvevő szerveik, gyökérzetük is itt található, a talajjal nincsenek közvetlen kapcsolatban. Ehhez az életformához alkalmazkodtak a broméliák (*Bromeliaceae*). Tipikus képviselői, például a Guzman-bromélia (*Guzmania angustifolia*) – (4. ábra), a lándzсарózsa (*Aechmaea*) és a szakállbromélia (*Tillandsia*). Az epifiton életmód másik alkalmazkodási formája a lián. A lián saját erejéből nem képes lombozatát a magasba emelni, hanem a fák és cserjék törzsén, ágain tör a magasba, kapaszkodó szervei segítségével. Tüskés termésű faja viszont a buzogányfa (*Nolina recurvata*) (5. ábra), melynek termései terméságazatba tömörülnek.



4. ábra. A fánlakó, *Guzmania angustifolia* bromélia
Fotó: Tarjányi József

A paramo-növényzet

Az Andok É-i vonulatának 4500 m tengerszint feletti magasságában, ahol erős hó- és szél-

viharok dühöngenek, a kötöröcserje (*Escallonia virgata*), a törpe árvalányhaj (*Stipa humilis*) és a törpesás (*Carex humilis*) dominál. Jellegzetes tájképi elemet képez itt az óriás havasibromélia (*Puya raimondii*) (6. ábra), amely különleges megjelenésével (üstökösfa) rögtön magára vonja a figyelmet. Hatalmas virágzata elérheti a 5–7 m-t. Ki gondolná, hogy ez a növényfaj az ananászfélék (*Bromeliaceae*) családjaiba tartozik, amely a meleg, párás trópusi környezet helyett, a zord alpesi élőhelyet választotta otthonául.



5. ábra. Az ágyúgolyófa terméságazata
Fotó: Tarjányi József



6. ábra. A paramo-vegetáció különleges megjelenésű „üstökösfája” a *Puya raimondii*
Fotó: Mészáros Zoltán

A Puna-növényzet

Peru és Bolívia területén, az Andok csúcsainak árnyékában, lépcsőzetesen egymás fölé emelkedő fennsíkok (altiplánók) sorakoznak. A szélsőséges ökológiai körülmények között (az átlag hőmérséklet +4 °C, a fagyos éjszakák száma 200) kialakult vegetációtípus, a puna. Szegényes növényzetét pázsitfűvek alkotják, mint például az aszályfű (*Eleusine tristachys*), az árvalányhaj (*Stipa humilis*) az iru-ichu-fű (*Festuca orthophylla*) és a villásperje (*Paspalum paspaloides*).

A pampa-vegetáció

A pampa kecsua-indián nyelven síkságot jelent, mint földrajzi műszó, az orosz „steppe” és magyar „puszta” fogalmával egyezik meg. A pampának botanikai értelemben két típusát különböztetik meg, a füves- és a cserjés pampát.

A füves pampa pázsitfűvek, és évelő fajok együttese. Jellemzőek, az aszályfű (*Eleusine tristachys*) árvalányhajak (*Stipa brachychaeta*, *S. gyneroides*, *S. neesiana*, *S. papposa*, *S. tenuissima*), búzafű (*Agropyron scabrum*), a csenkesz (*Festuca pallescens*), a fenyér-fű (*Bothriochloa laguroides*), a gyöngyperje (*Melica rigida*), a gyapjas perje (*Poa lanigera*), a gypes perje (*P. caespitosa*), a rozsnok (*Bromus unioloides*), sédbúza (*Deschampsia flexuosa*), a tőtíppan (*Eragrostis lugens*), a torpedófű (*Panicum repens*), a villásperje (*Paspalum distichum*, *P. paspaloides*), és a zsinégfű (*Spartina alternifolia*). Az évelő fajokat, például az aggófű (*Senecio incanus*), a szellőrózsa (*Anemone decapethala*), a szagtalan hagyma (*Nothoscordum montevidensis*), a sásbokor (*Sisyrinchium pratense*, *S. laxum*), és a vassfű (*Verbena ligustrina*) képviseli.

A cserjés pampát egyesek a füves pampa degradációjának tekintik. Jellemző fajai: az aszályfa (*Prosopis caldenia*, *P. chilensis*, *P. nigra*), a borbolya (*Berberis heterophylla*),

a fás karmazsinbogyó (*Phytolacca dioica*), a kasszia (*Cassia aphylla*), a nyári orgona (*Buddleia globosa*), a korallcserje (*Erythrina americana*), az öblös akácia (*Acacia caven*), a tövises ostorfa (*Celtis spinosa*), a kreozot-cserje (*Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *L. nitida*, *L. tridentata*) és a csikófark (*Ephedra ochreatea*). Azokon a területeken, ahol kloridok és szulfátok halmozódnak fel a talajban toleráns növényfajok jelennek meg, mint például, a legyezőnád (*Gynerium sagittatum*), a pampafű (*Cortaderia selloana*), a particsillag (*Sesuvium portulacastrum*), az óriás zsurló (*Equisetum giganteum*), a laboda (*Atriplex lampa*, *A. undulata*), a ballagófű (*Salsola soda*), a szik-sófű (*Salicornia ambigua*), a sóballa (*Suaeda maritima*), és az új-zélandi-kender (*Phormium tenax*).

IRODALOM

- Borhidi A.** (2002): Gaia zöld ruhája. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. MTA, Budapest
- Cabrera J. D.** (2009): Az icaí vésett kövek üzenete. Két Hollós Kiadó, Budapest
- Gyulai F.** (2001): Archeobotanika. Józsefvég Műhelykiadó, Budapest
- Rauh W., Lehmann H. und Oeser R.** (1970): Bromelien für Zimmer und Gewachshaus. Band I. Ulmer Verlag, Stuttgart
- Seyffert W.** (1974): Stauden-Workommen-Verwendung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- Todt H. und Lange H.** (1974): Die Pflanzen der Erde. C. Bertelsmann Verlag, München-Gütersloh-Wien
- Walter H.** (1968): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Band II. Gustav Fischer Verlag, Jena

Epilógus

„Részletet! Minél több részletet!
Csak a részletekben találsz eredetiséget”.

(*Arrigo Beyle alias Stendal*)

Tarjányi József és Solymosi Péter

DENDROLÓGIAI UTAZÁS KÖZELI ÉS TÁVOLI TÁJAKON (6.)

Cassia alata (Gyertyabokor) (1. ábra)

A Lepényfafélék (*Caesalpiniaceae*) családjába tartozik. Ebben a családban már megjelenik a dorziventrális szimmetriájú virág. A pillangósvirággal szemben jellemzője, hogy nem a felső (a vitorlának megfelelő) szíromlevél a legnagyobb, hanem az alsó szírmok. A szírmok a bimbóban fedelékesen állnak: a két alsó szíromlevél átfogja a két alsó szírmot, ezek pedig a felső szíromra borulnak. A porzósálak szabadok, számuk 2–10, de többnyire 4–5. A *Cassia* genus több mint 400 fajt foglal magába, melyek trópusi-, szubtrópusi területeken fordulnak elő. A gyertyabokor levelei összetettek, kétszeresen szárnyaltak. A szírmok sárga színűek, szabadok, a virágzati tengelyen fűrtszerűen helyezkednek el. Európában kedvelt díszcserje.



1. ábra. A pompás kinézetű gyertyabokor
Fotó: [F.B. Hora (1976) nyomán]

Catalpa x erubescens (Hibrid-szivarfa) (2. ábra)

A Szivarfafélék (*Bignoniaceae*) családjába tartozik. Ezt a családot Közép-Európában parkokból, kertekből ismerjük, ahol virágai kifejlődésük idején toppant látványosak, például a szívlevelű szivarfa (*Catalpa bignonioides*) vagy az illatos császárfafa (*Paulownia tomentosa*). Ám közülük több nagyon megszenvedi az európai tél hidegét, mert nem teljesen fagyállóak. Gon-

dolom, mióta a globális felmelegedés „eltüntet- te” a kemény téli fagyokat, sokat javult a „köz- érzetük”. A 120 nemzetségből, és 850 fajból álló család elterjedése a trópusi és szubtrópusi területekre esik. Különösen nagy a fajok száma Közép- és Dél-Amerikában. A hibrid-szivarfa terebélyes, visszahajló ágrendszerű fa. Leve- lei nagyok háromszög alakúak, szíves vállúak. A fehér virágok alkotta keskeny kúpos bugáik 15–20 cm hosszúak, a karcsú pártacsövű, a *C. bignonioides*-hez képest, kevésbé szétterü- lő pártacimpájú, 3–4 cm átmérőjű virágoktól dúsan tömörtek. Virágzás idején különleges látványt nyújt, mintha «apró lámpácskák» vi- lágítának a lombkoronában. Mutató díszfa, kultiválása még várat magára.



2. ábra. A sejtelmes virágzatú hibrid-szivarfa
Fotó: [F.B. Hora (1976) nyomán]

„Susogva és díszben hajladozva
beszélnek egymással a fák,
már millió éve így magyarázzák
a létezés tanát.

Titkokat súgnak egymás fülébe,
miket ők se értenek,
de kizöldül az izgalom rajtuk,
míg felém intenek.

Lombjaik az egekbe nevetnek,
ámde a gyökereik: titok
és beszédjüket meg nem zavarja
emberi könny és szitok”.

(Salamon László: A fák beszélgetése)

Solymosi Péter

MEGEMLEKEZÉS

ÁLLÍTSUNK MÉLTÓ EMLÉKET PAGONY HUBERTNEK ÉS SZONTAGH PÁLNAK!

Azt, hogy az 1925-ös év a vörösborkok szempontjából milyen évjárat volt Magyarországon, valószínűleg némi utánajárással ki lehetne deríteni. Azt viszont nem is nagyon kell keresgetni, hogy ugyanez az év miért volt kiemelkedően jó „évjárat” a hazai erdővédelmi kutatások vonatkozásában. Ebben az évben született ugyanis a 20. század második felének három kiemelkedő erdővédelmes kutatója: Igmándy Zoltán (1925–2000), Pagony Hubert (1925–2002) és Szontagh Pál (1925–2008). Évfolyamtársak, pályatársak és barátok is egyben. Mindhárman Győrfi János professzor tanítványai voltak, és mindhárman azt a szakmai alázatot, elhivatottságot példázták és adták tovább, amit Győrfi professzortól tanulhattak. Bár Pagony Hubert egyéb „kikerülhetetlen elfoglaltságai” (hadifogság) miatt három évvel később kapta meg diplomáját, szakmai pályafutásuk a soproni Erdőmérnöki Karon, illetve az Erdészeti Tudományos Intézetben párhuzamosan bontakozott ki, számos témában eredményes együttműködést is folytattak. Igmándy Zoltán emléket szülővárosában 2004-től bronz dombormű, a Soproni Egyetem botanikus kertjében, egykori tanszéke előtt, 2010-től pedig szobor őrzi. Születésük 100. évfordulója kiváló alkalmat nyújt arra, hogy Pagony Hubert és Szontagh Pál élete és munkássága előtt is méltó módon fejet hajtsunk. Ennek jegyében a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézete, az Országos Erdészeti Egyesület Erdővédelmi Szakosztálya és az MTA Erdészeti Tudományos Bizottsága kezdeményezi Pagony Hubert és Szontagh Pál emlékére bronz emlék domborművek elkészíttetését és felavatását. Erre az eseményre a tervek szerint 2025. novemberében a SOE ERTI Központjában, Sárváron, egy erdővédelmi témájú konferencia keretében kerülne sor, ahol is



Pagony Hubert



Szontagh Pál

mindhármuk munkássága előtt tisztelegni fogunk.

A domborművek megvalósításához kérjük a barátok, kollégák, tisztelők és tanítványok segítségét. Az ezekre szánt összeget a **11737083-24684538** számlaszámra (Soproni Egyetem-ERTI-elszámolás-HUF számla) kérnénk utalni és a közlemény rovatban a „**Pagony–Szontagh**” szöveget megadni.

A támogatást remélve, azt előre is megköszönve, a kezdeményezők nevében:

Csóka György
Mátrafüred, 2024. december 7.

FOLYÓIRATUNK MÚLTJÁBÓL

VOIT ERVIN (1882–1932)

(A rovatot az élet (is) szerkeszti)



Voít Ervin festőművész, székesfővárosi ipariskolai tanár, lapunk kiváló főmunkatársa] váratlanul elhunyt. Az ecset nagy művésze, a finomlelkű, mindnyájunk által igen nagyrabecsült és szeretett kartárs többé már nincs közöttünk.

Fiatalon, munkaerejének teljességében hirtelen ragadta el tőlünk a halál. Friss ecsetvonásai még itt ragyognak a festői vásznon. Enyáron fejezte be újabb sorozatait azoknak a művészi finomságú, élethűségben annyira tökéletes rovtartani és növénykórtani színes képeknek, melyek reprodukcióit évek óta mellékletként közöljük lapunkban. Ezek a színes műmellékletek nemcsak olvasóink tetszését, hanem művészi tökéletességük folytán a külföld figyelmét is magukra vonták. Mint a M. kir. Kertészeti Tanintézet festészeti tanára, szoros kapcsolatban állott a kertészeti vonatkozású kérdésekkel s ez a mély, bensőséges harmónia nyilvánul meg azokon a tökéletes gyümölcsfestményein is, melyeket Földművelésügyi Minisztérium megbízásából készített s amelyeket csak ezután fognak kinyomtatni. *Voít Ervin halála nagy veszteség a művészetnek s a magyar kertészeti és növényvédelmi tudománynak egyaránt. Emlékét hálával és szeretettel fogjuk megőrizni.*

Színes műmellékleteink közlését lapunk márciusi számával megkezdjük. Ezután folytatódólagosan évente nyolc-tíz műmellékletet adunk közlé, melyek elsősorban a különböző gyümölcs fabetegéseket és kártevőket azután a különböző almafajtákat és egyes érdekesebb virágtípusokat fogják bemutatni olvasóinknak művészi természetű képekben. A műmellékletek kiváló festményeit Voít Ervin festőművész készíti és egyes rovarképek elkészítését elvállalta dr. Véghegyi Lajos, a Rovartani Állomás asszisztense. A műmellékletek nyomdai előállítását a Stephaneum-nyomda r.-t.-t dicséri, míg a háromszínnymatú klisé a Weszely r.-t. műintézet kiváló munkája.

Egy-egy új cikk megírása e rovatba normál menetben úgy történik, hogy átlapozom, beleolvasok a Növényvédelem soron következő évfolyamába és kis jelzősikkel bejelölöm azokat az oldalakat, amelyek számomra figyelemre méltónak tűnő anyagokat tartalmaznak. Most éppen 1932-nél tartok. Voít Ervin nekrológját is bejelöltem. Éppen mérlegeltem, megemlékezzek-e a lap egy akkori munkatársának haláláról, aki festőművészként nem csak szép, de szakmailag is kifogástalan színes illusztrációkkal segítette az olvasókat abban, hogy a kár-és kórképek, valamint a kártevők rajzai alapján felismerhessék azokat a saját gazdaságukban. Gyakorlatilag már eldöntöttem, hogy túllépek e témán, nem foglalkozom vele, amikor „illetékeseség-ből” végül is hozzám került egy áprilisban feladott e-mail üzenet Olaszországból:

„Hello, I am Riccardo Bentivegna, an Italian student of art history and cultural heritage at the University of Catania. I am conducting a study on the artist Ervin Voít (my great-great-grandfather). I found out that he made a series of colored images on horticulture, entomology and plant pathology published in the magazine Növényvédelem, could you give me more information? I also ask your permission to use images and documents related to Ervin Voít. Kind regards Riccardo Bentivegna”

Talán nem is kell szó szerint magyarra fordítani, hiszen a levél küldője, a cataniai egyetem hallgatója nem más, mint Voít Ervin ükunokája, aki a művész tevékenységéről készít dolgozatot az egyetemen. Miután megtudta, hogy az ükapja a magyar Növényvédelem folyóiratban publikált színes szakmai ábrákat, szeretne ezekről bővebb információhoz jutni. Örömmel segítik a lap hasábjain és természetesen közvetlen kapcsolatfelvétel útján is.

1930 márciusában egy kis tájékoztatás jelent meg a lapban, mely szerint elindítják a növény-károsítókról készült színes képek közlését. Az egyik cikk lábjegyzetében találtam is utalást a színes mellékletre, képet magát azonban csak 1931-től. Valószínű, hogy ami-

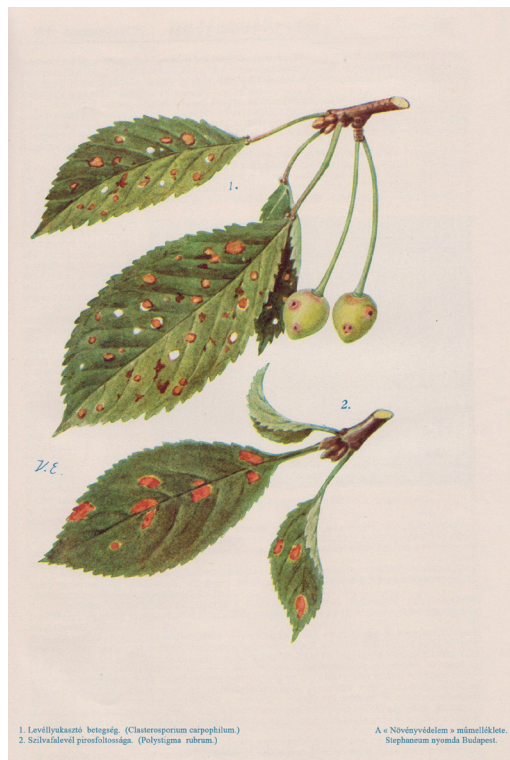
kor az 1930-as havi füzeteket egybe kötötték a könyvtárban, akkor valamilyen okból kimaradtak a „műmellékletek”, ahogy anno nevezték. Azok voltak az első színes ábrák a lap történetében, így most csak a későbbiekben megjelent képekkel tudom illusztrálni mostani témánkat. Térjünk vissza magához a művészhez és alkotásaihoz!

Már említettem, hogy Voit Ervin szakmailag kifogástalan, minden részletében pontos festményeket készített. A Növényvédelemben megjelent munkáiból később nagyobb méretű, oktató plakátok készültek, amelyeket egyetemeken is használtak és használnak ma is. Pénzes Béla professzor úr mesélte, hogy jóval később a Kertészeti Egyetemi oktatók, a 80-as évek második felében, megvizsgálva a barackmolyról és lárvájáról 1930 körül készült képet, megállapították, hogy valójában az nem a barackmoly, hanem a keleti gyümölcsmoly hernyójáról készült hajszálpontos rajz. Ezt tekinthetjük közvetett bizo-

nyítéknak arra, hogy a kártevő már mintegy 50 évvel korábban jelen lehetett hazánkban. Vagyis sokkal korábban, mint azt a szakirodalomban ma is olvashatjuk (1966).

A festő munkásságának szakmatörténeti összefüggései mellett sokak számára családi kapcsolata is érdekesek lehetnek. Talán a legkevésbé ismert, hogy a művész Bartók Béla első unokatestvére. Élete végéig szoros kapcsolatot ápoltak egymással. Több rajzot és festményt is készített Bartók Béláról.

Végül, a rovatunk számára a legfontosabbak maguk – a Voit Ervin által készített kár- és kórképek. Egyiket-másikat meglátva, nekem azonnal az az érzésem támadt én ezt már láttam valahol. Ezért is kerestem Pénzes tanár urat, akivel a beszélgetésünk megerősített abban, hogy egyetemi oktatótermek falán kifüggesztett képek között találkoztam Voit Ervin festményeivel. Remélem, több olvasóban is felvillannak tanulmányai emlékei!





(További képek a borító hátsó belső oldalán)

Eke István

JOGSZABÁLYFIGYELŐ MOLNÁR JÁNOSTÓL NÖVÉNYVÉDELEMMEL KAPCSOLATOS – KIHIRDETETT – JOGSZABÁLYOK

- A Bizottság (EU) 2025/659 végrehajtási rendelete (2025. április 3.) a Kanadából származó, különféle több Acer L. fajokból nyert furnérnak az Unió területére történő behozatalára vonatkozó követelmények tekintetében az (EU) 2019/2072 végrehajtási rendeletről való eltérés bevezetéséről és az (EU) 2019/2072 bizottsági végrehajtási rendelet módosításáról
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=OJ:L_202500659
- A Bizottság (EU) 2025/787 végrehajtási rendelete (2025. április 24.) az 540/2011/EU végrehajtási rendeletnek az 1,4-dimetil-naftalin, az amidoszulfuron, a bentazon, a bixafen, a klomazon, a fenoxaprop-P, a fludioxonil, a fluoxastrobin, a flutolanil, a fluxapiroxad, a gibberellinsav, a gibberellinek, a halauxifen-metil, a mekoprop-P, a paraffinolaj, a pentiopirad, a pirimifosz-metil, a propamokarb, a propizamid, a protiokonazol, a rimszulfuron, a szedaxán és a szulfoxaf্লór hatóanyagok jóváhagyási időtartamának meghosszabbítása tekintetében történő módosításáról
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=OJ:L_202500787

TARTALOM

<i>Balázs Ervin: Keserédes ünnep</i>	193
<i>Kárpáti Zsolt, Korten, Hanno, Schmitt, Thomas és Nooten, S. Sabine: Hőhullámok következtében csökken a poszhéhek virágillat érzékelése</i> . .	194
<i>Mezőfi László, Miglécz Tamás, Józan Zsolt és Tóth Ferenc: Virágos takarónövények hatása szőlősorközzök ízeltlábú-együtteseire, különös tekintettel a méhekre</i>	204
<i>Nagy Géza és Vajna László: A lestyán (<i>Levisticum officinale</i> Koch) rozsdabetegségének megjelenése Magyarországon</i>	217

Rövid közlemény

<i>Kontschán Jenő: 200 éve született Jókai Mór – az írófejedelem növényvédelmi munkássága</i> . .	221
---	-----

Kitüntetés

<i>Kövics György és Tarcali Gábor: Prof. emeritus dr. Szarukán István, az Életfa Emlékplakett arany fokozatának kitüntetettje</i>	223
---	-----

Botanika

<i>Tarjányi József és Solymosi Péter: Botanikai élmények egy andoki utazás során. Ősi kultúrák találkozási pontja az Andokban</i>	226
<i>Solymosi Péter: Dendrológiai utazás közeli és távoli tájakon (6.)</i>	231

Megemlékezés

<i>Csóka György: Állítsunk méltó emléket Pagony Hubertnek és Szontagh Pálnak!</i>	232
---	-----

Folyóiratunk múltjából

<i>Eke István: Voit Ervin (1882–1932). A rovatot az élet (is) szerkeszti</i>	233
--	-----

<i>Jogszabályfigyelő Molnár Jánostól</i>	235
--	-----

Könyvismertetés

<i>Pap Viktor: Mikológiai kompendium – kertészeti, szántóföldi és élelmiszeripari gombák rendszertani gyűjteménye</i>	B/4
---	-----

CONTENT

<i>Balázs, E.: A bittersweet anniversary</i>	193
<i>Kárpáti, Z., Korten, H., Schmitt, T. and Nooten, S. S.: Heat waves reduce the detection of flower volatiles in bumblebees</i>	194
<i>Mezőfi, L., Miglécz, T., Józan, Zs. and Tóth, F.: Effects of flowering intercrops on the structure of arthropod communities living there, with special attention to bees (Hymenoptera: Apiformes), studied in Hungarian vineyards</i> 204	
<i>Nagy, G. and Vajna, L.: Occurrence of rust disease on lovage (<i>Levisticum officinale</i> Koch) in Hungary</i>	217

Short communication

<i>Kontschán, J.: The bicentennial of Mór Jókai's birth – the controbution to plant protection of the outstanding writer</i>	221
--	-----

Award

<i>Kövics, Gy. and Tarcali, G.: Prof. Dr. István Szarukán emeritus, the awardee of the Gold Medal of the Tree of Life</i>	223
---	-----

Botany

<i>Tarjányi, J. and Solymosi, P.: Botanical experiences during a trip to the Andes. Ancient-cultural meeting point in the Andes</i>	226
<i>Solymosi, P.: Dendrological journey in nearby and distant lands (6.)</i>	231

In Memoriam

<i>Csóka, Gy.: Let us honour Hubert Pagony and Pál Szontagh!</i>	232
--	-----

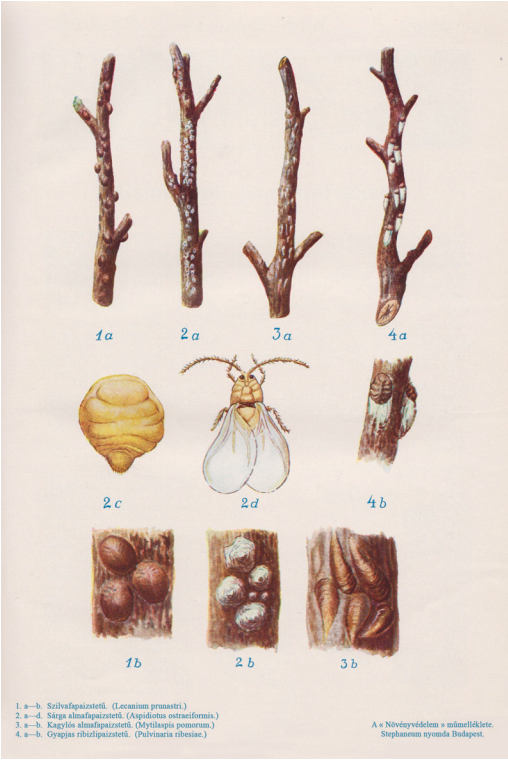
From the past of our journal

<i>Eke, I.: Ervin Voit (1882–1932) When the column is edited by life</i>	233
--	-----

<i>Legislation review from János Molnár</i>	235
---	-----

Book review

<i>Pap, V. Mycological compendium – a taxonomic collection of horticultural, field and food industry fungi</i>	B/4
--	-----



MIKOLÓGIAI KOMPENDIUM – KERTÉSZETI, SZÁNTÓFÖLDI ÉS ÉLELMISZERIPARI GOMBÁK RENDSZERTANI GYŰJTEMÉNYE

Az agrárképzésekben részt vevő hallgatók tanulmányaik során különböző megközelítésben találkoznak a gombákkal, legyen szó biológiájukról, ipari és ökológiai szerepükről vagy éppen növénykórtani jelentőségükről. A Mikológiai kompendium célja, hogy átfogó és rendszerezett összefoglalást nyújtson az egyetemi oktatásban tárgyalt gombataxonokról, kiemelt figyelmet fordítva a növénypatogén fajokra. Ez a kézikönyv nem csupán a fontosabb gombacsoportok és fajok rendszertani besorolását ismerteti, hanem sorvezetőt nyújt az egységes nomenklatura alkalmazásához is. Az elmúlt évtizedben bevezetett nevezéktani változások, valamint a legújabb filogenetikai vizsgálatok eredményei alapján kialakított taxonómiai javaslatok jelentősen átalakították a növénypatogén gombák elnevezési rendszerét, ami sok esetben megnehezíti a helyes nomenklatura alkalmazását. A kompendium célja, hogy segítse az olvasókat a gombák taxonómiai és nevezéktani változásainak megértésében, ezáltal megkönnyítve a szakiroda-



lomban való eligazodást. A könyv rövid, tömör leírásokkal, rendszertani megjegyzésekkel és összehasonlító elemzésekkel is segíti a hallgatókat és kutatókat a gombák rendszerezésének és azonosításának elsajátításában. Ez a kézikönyv nem egy könnyed olvasmány, hanem egy logikusan felépített, jól strukturált segédanyag, amely biztos alapot nyújt a mikológiai és növényvédelmi ismeretek elmélyítéséhez. Ajánlott mindazoknak, akik pontos, naprakész tudást keresnek a gombák, ezen belül is a legfontosabb hazai növénypatogén fajok rendszertanáról és taxonómiai helyzetéről.

Pap Viktor