

## **BIOLÓGIA**

**A NYME SAVARIA EGYETEMI KÖZPONT  
TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEI XXI.  
TERMÉSZETTUDOMÁNYOK 16.**

*Szombathely, 2016. pp. 151-169.*

**SKRIBANEK ANNA<sup>1</sup>, GYURÁ CZ JÓ ZSEF<sup>2</sup>, SZINETÁ R CSABA<sup>3</sup>,  
SZÚ TS TAMÁS<sup>4</sup>, DANI MAGDOLNA<sup>5</sup>, BARÁ TH KORNÉ L<sup>6</sup>,  
LUKÁ CS ZOLTÁ N<sup>7</sup>, KALMÁ R SÁ NDOR<sup>8</sup>, TÖ RÖ K TAMÁS<sup>9</sup>,  
VARGA ALEXANDRA<sup>10</sup>, SCHMIDTHOFFER ILDIKÓ<sup>11</sup>**

### **AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAINAK KOMPLEX VIZSGÁLATA**

*Abstract: The flora and fauna are sensitive indicators of environmental changes. The research programs of Faculty of Natural Sciences investigated climate change effect in multiple disciplines. Studying various organisms they have drawn conclusions and monitored global effects. Among animals both bird populations and spider populations showed differences in specimen counts, just as in dominance relation among species.*

*The flora shows characteristic changes as well with the changes of the habitat, not only on the macromorphology, but also in the micromorphology level, e.g. a correlation between the dryer habitat and the higher number of silica bodies in grasses.*

*The photosynthetic activity and photosensitivity of the thermophile water lilies, acclimated to our thermal waters depends primarily on temperature. Climate change causes higher temperature – therefore the water lilies' population could grow.*

---

<sup>1</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.  
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: skribane.anna@nyme.hu (corresponding author)

<sup>2</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: tgyuracz.jozsef@nyme.hu

<sup>3</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: szcsaba.bdtf@gmail.com

<sup>4</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: tszuts@gmail.com

<sup>5</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: dani.magdolna@nyme.hu

<sup>6</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: barath.kornel@nyme.hu

<sup>7</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar,

Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: lukcsika@freemail.hu

<sup>8</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar,

Földrajz és Környezettudományi Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: kalmar.sandor@nyme.hu

<sup>9</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: torok.tamas@nyme.hu

<sup>10</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: szaza93@freemail.hu

<sup>11</sup> NYME, Savaria Egyetemi Központ, Természettudományi és Műszaki Kar,

Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola.

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: schmidthoffer.ildiko@nyme.hu

*The genus Cuscuta (dodders) comprises unique parasitic plants. Their host range has been significantly changed in the last decades. Recently, dodders are able to infest several cultivated plants that were resistant against them earlier.*

*Besides the above mentioned results, in the TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023 project many preliminary experiments has been carried out, in many disciplines, providing opportunities for future arachnology research of thermal lakes and their surroundings.*

*Összefoglaló: Az élővilág érzékeny indikátora a környezeti tényezők változásának. A Természettudományi és Műszaki Kar kutatási programjai számos területen vizsgálták a klímaváltozás hatásait. A különböző élőlénycsoportok vizsgálatával következtetéseket vontak le és monitorozták a globális hatások következményeit. Az állatvilágban mind a madárpopulációk, mind a pókfajok egyedszám és dominancia viszonyai eltéréseket mutattak. A növényvilág is jellegzetes eltérésekkel válaszolt az élőhely változására, nemcsak makro-, hanem mikromorfológiai tekintetben is, így pl. egyes csenkesz fajok szárazabb élőhelyen élő populációinak levelében magasabb volt a kovatestek előfordulási gyakorisága. A hévizeinkbe telepített tündérróza fotoszintetikus aktivitása és fényérzékenysége elsősorban a hőmérséklet függvénye. A növényvilágban különleges helyet elfoglaló növényparazita aranka fajok gazdanövénytáplálékuk az utóbbi évtizedekben jelentősen átalakult és olyan gazdasági haszonnövényeken is tudnak élősködni, amelyek korábban ellenálltak a fertőzésnek. A TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023 pályázatban számos területen történtek előkísérletek, melyek újabb kutatócsoport létrehozására adnak lehetőséget pl. a termálvizek környezetében végzett arachnológiai vizsgálatok terén.*

Földünkön napjainkban zajló környezeti, klimatikus változásokat, azaz a „globális éghajlatváltozást” számos meteorológiai, ökológiai módszerrel elemzik. A klímaváltozás az időjárás tartós, jelentős mértékű megváltozása, helyi vagy globális szinten. A változások eredete természetes folyamatok és antropogén hatások következménye is lehet. Az éghajlati elemek módosulása nemcsak a természeti környezet, hanem a bioszféra megváltozását is maga után vonja. E tekintetben számos munka foglalkozik a vegetációbiológiai, zoocönológiai változásokkal. Célunk, hogy a globális folyamatokat egy-egy specifikus terület vizsgálatával jellemezzük. Munkánkban 5 esettanulmány igazolja, hogy a klíma meghatározó tényező, így az ökoszisztémák vizsgálata egyben a környezeti tényezők megváltozásának következményeit is taglalja.

## **A MADARAK EGYEDSZÁMA, A HŐMÉRSÉKLET ÉS A CSAPADÉK KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA**

### **1. Bevezetés, célkitűzés**

A globális klímaváltozás madárpopulációkra gyakorolt hatását alaposabban megérthetjük, ha tudjuk, hogy a helyi madarak túlélésére, ezen keresztül a madárpopuláció egyedszámára hogyan hat a lokális hőmérséklet és a csapadék mennyisége. Ezeknek az összefüggéseknek a feltáráshoz hosszú távú, standard körülmények között végzett adatgyűjtésre és mérésre van szükség (MÖLLER *et al.* 2010). A jelen kutatási programban rész-

célként tűztük ki a fiatal (első évében lévő) madarak egyedszáma (éves fogás), valamint a költési időszak hónapjainak hőmérséklete és csapadékviszonyai közötti kapcsolat vizsgálatát néhány gyakori énekesmadárnál: vörösbegy (*Erithacus rubecula*, ER), fekete rigó (*Turdus merula*, TM), barátságos poszáta (*Sylvia atricapilla*, SA), kis poszáta (*S. curruca*, SCU), mezei poszáta (*S. communis*, SC), csilpcsálpfűzike (*Phylloscopus collybita*, PHC), fitiszfűzike (*Phylloscopus trochilus*, PHT), kék cinege (*Parus caeruleus*, PC), széncinege (*P. major*, PM).

## 2. Anyag és módszer

A korábbi évekhez hasonlóan két program keretében végeztük a madarak jelölés-visszafogáson alapuló vizsgálatát 2015-ben is. A Tömördi Madárvonulás-kutató Állomáson (47° 22'N, 16° 41'E) az Állandó Ráfordítású Gyűrűzés országos program keretében a helyi költő madarokról gyűjtöttünk adatokat. Az adatgyűjtés 2015. április 15. és július 15. között 10 naponként egy alkalommal, összesen 9 napon történt, melynek során 24 madárfaj 213 példányát jelöltük meg és vettük fel egyedi (kor, ivar), illetve biometriai (testtömeg, kondíció = becsült raktározott zsírmennyiség, szárnyhossz, 3. kézevező hossza) adataikat. 2015. augusztus 2-án az Actio Hungarica országos projekt keretében elindítottuk a november 8-ig tartó, a diszperziós és az őszi vonulási időszakban a vizsgálati területen pihenő, táplálkozó madarak befogására és mérésére irányuló programunkat. A több mint 100 terepi napos nyári-őszi adatgyűjtés során több mint 70 madárfaj több mint 5000 példányát jelöltük és mértük meg. A madarokról gyűjtött információkat a korábbi évek adatait (1998-tól) is tartalmazó számítógépes adatbázisban tároljuk, mely alapját jelenti a jövőben elvégzendő statisztikai módszereken alapuló ökológiai elemzéseknek. Az adatbázisban eddig 132 madárfaj több mint 100000 példányának adatait rögzítettük. A klimatikus elemzésekhez szükséges naponta 3 alkalommal mért hőmérséklet (Celsius fok) és havi csapadékösszeg (mm) adatok a Szombathelyi Meteorológiai Állomásról állnak rendelkezésünkre 1998-tól.

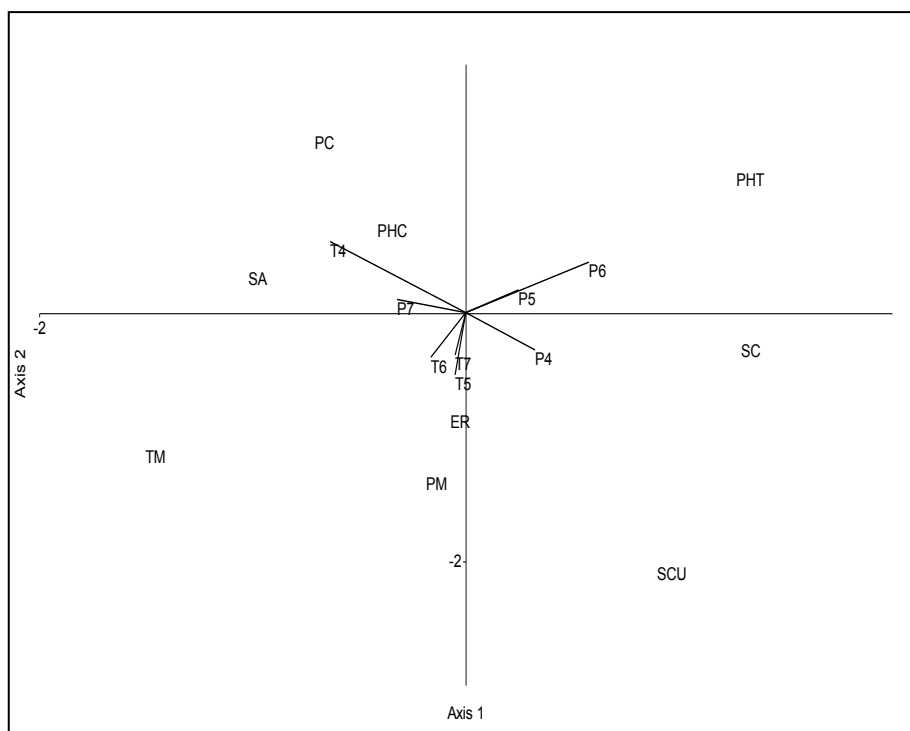
Jelen vizsgálatban a 2002–2014. augusztus 1. és 15. között, a költés utáni diszperziós időszakban befogott 3460 példány adatait használtuk fel. A klimatikus tényezők közül április, május, június, július hónapok középhőmérsékletét (T4, T5, T6, T7), valamint csapadékösszegét (P4, P5, P6, P7) vettük figyelembe. A hőmérséklet és csapadék adatok változását lineáris regresszióval ellenőriztük. A fiatal madarak éves fogása és a klimatikus tényezők közötti statisztikai összefüggést kanonikus korrelációs analízissel (CCoA) elemeztük.

### 3. Eredmények

2002 és 2014 között csak az áprilisi középhőmérséklet mutatott szignifikáns növekvő trendet ( $r=0,56$ ;  $p=0,044$ ). A kanonikus korrespondencia-elemzés eredményei alapján megállapíthattuk, hogy a vizsgált környezeti tényezők közül az áprilisi és májusi középhőmérséklet, valamint az áprilisi és júniusi csapadékösszeg meghatározó valamelyik madárfaj produktivitása (fiatal madarak éves fogása) szempontjából (*1. ábra*). Ha egy nyilat képzeletben mindkét irányba meghosszabbítunk, és erre levetítjük a fajokat képviselő pontokat, akkor a fajok egyedszáma és a környezeti tényezők kapcsolatát elemezhetjük: a nyílhoz közelebbi ponttal képviselt faj egyedszáma nagyobb mértékben függ a nyíllal jelzett környezeti változótól. A középtávú vonuló barátposzáta és a csilpcsalpfüzike fiatal egyedeinek egyedszám-változása erős pozitív összefüggést mutatott az áprilisi középhőmérséklettel, negatívát az áprilisi csapadékösszeggel. Ugyancsak erős pozitív kapcsolatot tapasztaltunk a vörösbegy és a szécinege produktivitása, valamint a májusi, júliusi középhőmérséklet között. Gyengébb negatív megfelelést tudunk kimutatni a feketeterítő éves fogása és a júniusi csapadékösszeg kapcsolatában. A hosszú távú vonuló mezei és kis poszáta esetében semmilyen megfelelést sem találtunk.

### 4. Következtetés

A költési időszak hőmérséklet és csapadékviszonyai hatással vannak a madarak költési sikerére, de a fajok életmenet stratégiájától, intra- és interspecifikus kapcsolataitól függően különböző módon. A barátposzáta hazai és európai állománya más vizsgálatok szerint is növekvő tendenciát mutatott, míg a csilpcsalpfüzike populációja stabil volt az utóbbi évtizedben. Mind az állománynövekedésben, mind a stabilitásban jelentős szerepet játszhatott az egyre melegebb kora tavaszi hőmérséklet. A laza, nyitott fészket építő madárfajoknál melegebb időjárás esetén csökkenhet a fiókák mortalitási aránya, ugyanakkor a csapadékos, hűvös időjárás következtében növekedhet a fiókahalandóság. A stabilabb, rejtettebb fészkek vagy odúköltő fajoknál a hőmérséklet és a csapadék közvetlenül kevésbé hathat a fiókák túlélésére, viszont nagy hatással lehetnek e fajok táplálékállatainak fejlődésére. Így a klíma közvetve is befolyásolhatja egyes madárfajok produktivitását. A globális klímaváltozás regionális és fajspecifikus következményeinek megértéséhez a kutatás folytatása és kiszélesítése szükséges további klimatikus paraméterek (pl. havi minimum hőmérséklet) és a madarak adaptív ökomorfológiai (testtömeg) tulajdonságainak elemzésével.



1. ábra: A madárfajok (fajnevek rövidítését ld. a bevezetésben) egyedszámának (éves fogás) és a nyolc környezeti változónak (triplet, T = havi középhőmérséklet, P = havi csapadékösszeg, 4,5,6,7 = április, május, június, július) a kanonikus korrespondencia-elemzése. A nyilak tengelyekkel bezárt szöge jelzi a tengelyekkel való korrelációjukat: minél párhuzamosabb egy környezeti változó nyila a tengellyel annál nagyobb mértékben korrelál azzal. A nyilak hossza jelzi a környezeti változók relatív fontosságát, a fontosabb környezeti tényezőt a hosszabb nyíl mutatja. CCoA, permutációs teszt, az összes kanonikus tengely szignifikanciája  $T=0,198$ ,  $p=0,039$

Figure 1. The relationships between the monthly (4,5,6,7= April, May, June, July) temperature (T), precipitation (P) and number of juvenile birds (See introduction for species abbreviations) were studied between 2002 and 2014 at the Tömörd Bird Ringing Station. CCoA, permutation test,  $T=0,198$ ,  $p=0,039$

## A HAZAI TERMÁLVIZEK KÖRNYEZETÉNEK PÓKJAI A TATAI FÉNYES FORRÁSOK PÓKFAUNÁJÁNAK FELMÉRÉSE I.

### 5. Bevezetés

Általános jelenség, hogy a felszíni termálvizekben és közvetlen környezetükben az adott földrajzi régióra jellemző klímától szignifikánsan eltérő mezoklíma hatását az élőlények látványosan indikálják. Ennek az indikációnak több vonatkozása is vizsgálatra érdemes. Az eleve melegkedvelő fajokból álló fauna és flóra folyamatosan bővül a szándékosan, illetve véletlenszerűen bekerülő újabb fajokkal, melyek vizsgálata főleg invázióbiológiai szempontból fontos. A populációk egy részére jellemzőek

lehetnek olyan fenológiai alkalmazkodások, mint például az időben kitolódó szaporodási aktivitás vagy, esetleg egész éves szaporodási időszak. Ezek az élőhelyeken jelenhetnek meg legkorábban azok a vízi, illetve vizes élőhelyekhez kötődő fajok, melyek a klímaváltozás eredményeként északi irányú terjedést mutatnak, és a későbbiekben várható a faunaterületünkön való spontán megjelenésük. Feltételezzük, hogy ez a néhány gerinces állat esetében már ismert jelenség a kevésbé kutatott gerinctelenek esetében is megnyilvánul. A vizsgálataink fő célja az alapállapot felmérése során kideríteni, hogy jelen vannak-e már a melegebb klímát jelző fajok, továbbá a környező hasonló élőhelyeken élő fajok esetében találunk-e, a fent említett fenológiai alkalmazkodásra példát? A konkrét vizsgálataink ötletadó motivációját Románia területén végzett kutatások eredményei adták (SAS-KOVÁCS *et al.* 2014).

## 6. Anyag és módszer

A tatai Fényes-fürdő Természetvédelmi Területen három élőhely-típusának párhuzamos mintavételezését végeztük május közepétől június végéig. A terület tavait tápláló karszt források hőfoka egész éven át 20-22 Celsius fok. A gyűjtéseket hagyományos, illetve úszó, duplaedényes Barber-féle talajcsapdákkal végeztük.

## 7. Eredmények és értékelésük

A faji szinten determinált 21 talaj, illetve vízfelszínen élő pókfaj 203 ivarérett egyedének adatait dolgoztuk fel. Egy védett faj a szurkos torzpók (*Atypus piceus*) a szárazon álló égeresből került elő. Meglepő, hogy eddig több gyűjtési módszer alkalmazása ellenére sem kerültek elő olyan tipikus vízhez kötődő fajok, mint a bűvárpók, illetve a két vidrapók faj. Bár a bűvárpóknak vannak innen korábbi adatai, ennek ellenére az általunk eddig vizsgált vízterekben a célirányos keresés ellenére sem került elő.

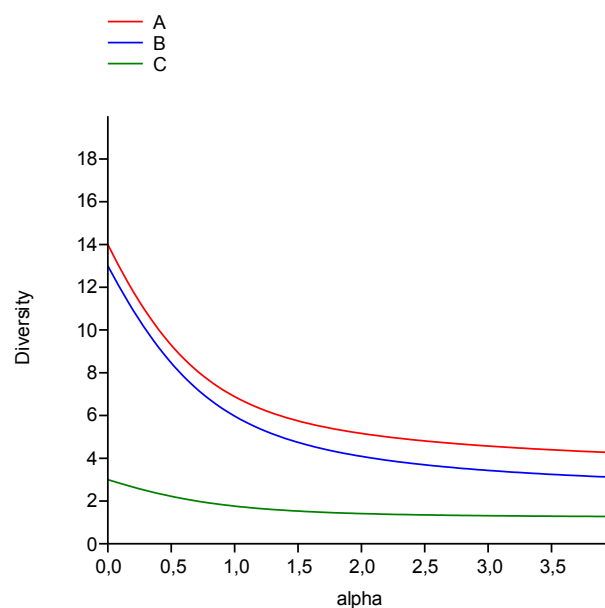
A fauna alapállapotának felmérése kimutatta a tatai Fényes források legjellemzőbb talajfelszínen, illetve vízfelszínen jellemző pókfajait (*1. táblázat*). A három élőhely rész diverzitás profiljai közül nagyon hasonló szerkezetű közösséget találunk a szárazon, illetve vízben álló égeresben, de a domináns fajok eltérő nedvesség-preferenciája alapján egyértelműen megkülönböztethetők, továbbá a szárazon álló égeres közösségének fajdiverzitása szignifikánsan magasabb. A nyílt vízfelszínre is jellemző egy mindössze három fajból álló specifikus faj együttes (*2. ábra*).

1. táblázat: A tatai Fényes-fürdő három vizsgált élőhely-részből kimutatott pókfajok egyedszámai (2015. 05-07)  
 Table 1. Specimen records of spider species from three habitats of Tata Fényes-springs Nature Reserve area (from May to June 2015)

Faj	Alnetum száraz	Alnetum vízben	Sarki-tó	S
<i>Piratula hygophyla</i> (Thorell, 1872)	23	35	1	59
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)	34	15	0	49
<i>Liocranoeca striata</i> (Kulczyński, 1882)	18	12	0	30
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. Koch, 1837)	14	1	0	15
<i>Phurolithus festivus</i> (C. L. Koch, 1835)	5	8	0	13
<i>Pirata piraticus</i> (Clerck, 1757)	0	0	10	10
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)	2	4	0	6
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	4	0	0	4
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	2	1	0	3
<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)	1	1	0	2
<i>Porhomma microphthalmum</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	0	2	0	2
<i>Atypus piceus</i> (Sulzer, 1776)	1	0	0	1
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Blackwall, 1841)	0	1	0	1
<i>Centomerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	1	0	0	1
<i>Ceratinella brevis</i> (Wider, 1834)	1	0	0	1
<i>Pirata piscatorius</i> (Clerck, 1757)	0	0	1	1
<i>Robertus lividus</i> (Blackwall, 1836)	0	1	0	1
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	0	1	0	1
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C. L. Koch, 1837)	1	0	0	1
<i>Walcknaeria atrotibialis</i> (O. P.-Cambridge, 1878)	1	0	0	1
<i>Walcknaeria dysderoides</i> (Wider, 1834)	0	1	0	1
	108	83	12	203

Az alkalmazott csapdatípusok jól alátámasztották a *Pirata/Piratula* genuszok fajainak térbeli elkülönülését (BUCHAR és RUZICKA 2002). Amíg a teljes terület domináns fajának tekinthető *Piratula hygrophyla* a vízben, illetve szárazon álló égeresekben jellemző, a nyílt vízfelszínekre nem húzódik ki. Ugyanakkor a *Pirata piraticus* a tó vízfelszínén gyűjthető csak eredményesen az alkalmazott úszócsapdák segítségével. A nyári időszakban végzett állapotfelmérés alapján nem sikerült eddig olyan pókfajt kimutatnunk a területről, mely ne lett volna korábban ismert Magyarországról. A kimutatott fajok tömegviszonyai alapján kijelölhető az a néhány faj, amely esetében a téli vizsgálatok során célzottan végezhetőek a fenológiai alkalmazkodás vizsgálatára irányuló felmérések. Ezek az

alábbiak: A vízfelszínéről gyűjtött *Pirata piraticus* esetében várható leginkább megváltozott fenológia. SAS-KOVÁCS és munkatársai (2014) ebből a fajból találtak télen kifejezett nőstényeket, sőt egy esetben kokonnal együtt fogtak be példányt. A helyi adottságok alapján feltételezzük, hogy a nyári aszpektus során domináns kalózpók, a *Piratula hygrophyla* esetében szintén nagy valószínűséggel előfordulhat a fenológiai adaptáció. Téli gyűjtéseket 2016. január folyamán tervezünk végezni azonos módszerek alkalmazásával.



2. ábra: A három élőhely (A: szárazon álló égeres; B: vízben álló égeres; C: nyílt vízfelszín) pók-együtteseinek diverzitási profilja (Tata Fényes-források 2015. május-június)  
 Figure 2. Spider assemblages' diversity profiles from three habitats (A: *Alnetum* without flooding; B: flooded *Alnetum*; C: open water surface of the pond)

## CSENKESZ TAXONOK TAKARMÁNYMINŐSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ MORFO-ANATÓMIAI BÉLYEGEK ÉS GENETIKAI MEGHATÁROZOTTSÁGUK VIZSGÁLATA

### 8. Bevezetés

A Poaceae családba tartozó széleslevelű csenkeszek közül kiemelt jelentőségűek a *Festuca pratensis* agg. és rokonsági körének közép-európai populációi, melyek értékes genetikai tartalék-anyagok, nem csak a spontán



flórában fordulnak elő, hanem számos tájfajta és termesztett fajta alapanyagait is képezik. A levélben felhalmozódott fitolitok (növényi opálok) gyakorisága más anatómiai bélyegekkel együtt hátrányosan befolyásolhatja a takarmány minőségét, ezért anatómiai jellemzőik (forma, méret, gyakoriság) és molekuláris biológiai hátterük közötti kapcsolat ismerete igen hasznos információ lehet a nemesítés során, továbbá az egyes növényfajokra jellemző fitolit morfortípusok meghatározása eredményesen hasznosítható a környezetrekonstrukciós és régészeti vizsgálatokban is.

A fitolit görög eredetű kifejezés, növényi szemcsékre utal, gyakran kovasejteknek, kovatesteknek, ritkábban opál fitolitoknak, fű opáloknak, növényi opalitoknak nevezik. A fitolitok élő növények szöveteiben, a növények anyagcseréje során keletkeznek és halmozódnak fel, anyaguk hidratált  $\text{SiO}_2$  ( $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ), de nyomokban egyéb elemeket is tartalmazhatnak (Al, Fe, Ni, Mn, Cu, N, P, C etc.).

Irodalmi adatok szerint (*PETHŐ* 2009) a fitolitok képződését a talaj összetétel és az adott növény szilícium akkumulációs affinitása mellett erőteljesen befolyásolják a klimatikus viszonyok is. A fitolitok jelentősége abban rejlik, hogy taxon specifikusak, ezért az adott taxon azonosító bélyegei: a növény elpusztulása után a fitolitok alakja és mérete alapján azonosítható az azt létrehozó faj. Más fossziliákkal szembeni előnyük, hogy extrém körülmények között is épen és hosszan megmaradnak a képződésüknek megfelelő formában. Így jól alkalmazhatók a palaeo-ökológiai, környezet rekonstrukciós és régészeti kutatások során (*BLINNIKOV* 2008).

A pázsitfűvek bőrszövetére jellemző kovasejtek (kovatestek) első átfogóbb vizsgálatával a méltán híres *METCALFE* (1960) foglalkozott, majd *SNOW* (1996), *NAMAGANDA* (2009), az ibériai félsziget csenkesz taxonjairól pedig *ORTUÑEZ és munkatársai* (2010, 2013) nyújtanak információt. A hazai, sőt a Kárpát-medence térségére jellemző széleslevelű csenkesz taxonok, vizsgálatára vonatkozóan az irodalmi adatok igen hiányosak. A széleslevelű csenkeszek közép-európai természetes populációinak részletes levél anatómiai (mikromorfológiai és mikromorfometriai) tanulmányozása kapcsán figyeltünk fel a kovatestek változatosságára, így jelen vizsgálat célja az egyes taxonokra jellemző morfortípusok feltárása, adott fajon belül a kovatestek változatosságának tanulmányozása valamint az élőhely, a növény kora és a kovatestek gyakorisága közötti kapcsolat tanulmányozása. Ezen összefüggések feltárása több éven át megismételt, nagyszámú populációt felölelő mintavételezést majd szövettani vizsgálatot tesz szükségessé, melyet átültetési kísérleti-kerti megfigyeléssel is érdemes kiegészíteni.

## 9. Anyag és módszer

A vizsgálati anyagot természetes élőhelyekről gyűjtöttük zömmel a Kárpát-medence térségéből és a Dolomitokból. A vizsgálatokat a *Drymanthele* alnemzetségbe tartozó *Festuca altissima* (erdei csenkesz) és *Festuca drymeja* (hegyi csenkesz), valamint a *Schedonorus* alnemzetség fajain a *Festuca pratensis* (réti csenkesz diploid és tetraploid mikro-taxonjai), a *Festuca arundinacea* (nádképi csenkesz hexaploid mikro-taxonjai), továbbá a *Festuca gigantea* (óriás csenkeszen) populációkon végeztük.

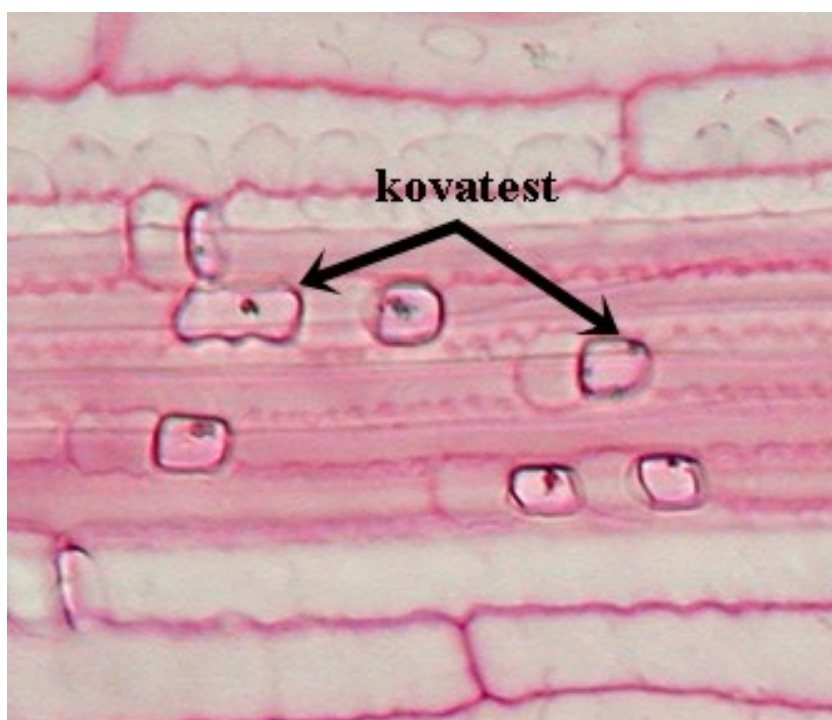
A kovatestek főleg a bőrszövetben halmozódnak fel, így tanulmányozásuk epidermisz nyúzatokon és scanning elektronmikroszkópos felvételeken történt, azonos fejlettségű leveleken (zászlós leveleken), de további kiemelt célunk ezeknek a töllevelekkel és az alsó szárlevelekkel való összehasonlítása is.

## 10. Eredmények

A vizsgált fajokban *TWISS és munkatársai* (1969) osztályozási rendszerében említett valamennyi festucoid típusú fitolitot és megnyúlt típusokat is megtaláltuk, sokszor egyetlen faj esetében több formát is megfigyeltünk, vagy éppen az általuk említett formák kombinációja fordult elő, de találtunk olyan formát is, amelyet ez az osztályozási rendszer nem említ (pl. félhold alakú). A színi epidermiszhez kötődő kovatestek faji szinten és populáció szinten is igen nagy változatosságot mutatnak mind megjelenésük, alakjuk, mind pedig gyakoriságuk és a méretük tekintetében, ugyanakkor differenciáló szerepük is megfigyelhető, hiszen megjelenésük, alakjuk és gyakoriságuk alapján a két alnemzetség (*Drymanthele* és *Schedonorus*) egyértelműen elkülöníthető. Mindezek mellett a *Schedonorus* alnemzetség taxonjai is szeparálhatóak az ér közötti kovasejtek jellemzőinek (pl. alakjuk) figyelembevételével. A kovatestek változatosságát fokozza a radiális falaik jellege, amely a vizsgált taxonoknál a színi epidermiszen lehet egyenes, gyengén hullámos és erőteljesen hullámos is.

A vizsgált fajok esetében kovatestek száma az interkosztális zónákban kevés, megjelenésük és alakjuk kevésbé változatos, mint az érzónákban ugyanakkor differenciáló szerepük az érzónákban lévőkkel együtt hangsúlyozódik. A kovatestek populációsintű változatossága a réti csenkesz populációknál a legnagyobb, azon belül is a *F. pratensis* hexaploid populációinál (3. ábra). A *Drymanthele* alnemzetség taxonjainál a fonák epidermisz érközötti zónáiban lévő kovatestek mondhatni egyediek,

(különböznek a *Schedonorus* alnemzetség taxonjainál előfordulóktól) az erdei csenkesznél téglalap alakúak és kétszer olyan szélesek mint hosszúak, a hegyi csenkesznél pedig félhold alakúak. Ezek a formák a *Schedonorus* alnemzetség taxonjainál nem fordulnak elő.



3. ábra: *Festuca pratensis* – színi epidermisz  
Figure 3. *Festuca pratensis* – adaxial epidermis

## 11. Következtetés

A vizsgált taxonoknál a kovatestek megjelenése (magányosan vagy rövidsejtekkel párban), alakja és mérete igen változatos azonban differenciáló szerepük a két alnemzetség között és az alnemzetségen belül az egyes taxonok esetében is megnyilvánul. A legnagyobb változatosságot a *F. pratensis* taxonoknál tapasztaltuk, különösen a *F. pratensis* hexaploid populációinál. Előzetes vizsgálataink alapján körvonalazódni látszik, hogy a szárazabb élőhely típusból származó populációk esetében a kovatestek gyakorisága nagyobb a nedvesebb élőhelyről származóknál, de ezen feltevésünk megalapozott alátámasztására további vizsgálatok elvégzése szükséges.

## HÉVIZI KIFOLYÓ NÉHÁNY NÖVÉNYFAJÁNAK FOTOSZINTÉZIS ÉLETTANI VIZSGÁLATA

### 12. Bevezetés

Nem kétséges, hogy a hévizeink jelentős hatást gyakorolnak környezetükre. A hatások főként az általánosan jellemző éghajlattól eltérő, alapvetően melegebb és hosszabb vegetációs periódus következtében alakulnak ki. A fauna és flóra összetételére gyakorolt változásokat számtalan területen vizsgálták és bizonyították. A Hévízi-tó és hozzá kapcsolódó csatornarendszer a Hévíz-Keszthelyi láp területén helyezkedik el, a tó forrásvizét vezeti a közvetve a Balatonba (SZABÓ 2002). A vizsgált területünk a Hévízi-lefolyó teljes szakasza és az Egyesített-övcatorna eleje. A tó jellegzetes mikroklímája csak a víz közvetlen közelében érvényesül, a magas vízhőmérséklet főleg a téli hónapokban okoz szignifikáns eltérést (RAKÓCZI *et al.* 2002). Célunk a klímaváltozás következtében bekövetkező melegedés hatásának vizsgálata a Hévízi-kifolyó növényzetének aktivitására, különös tekintettel a termáltó és a kifolyó termofil növénye a *Nymphaea rubra* subsp. *longiflora* fotoszintetikus aktivitásának változására. A mérések kiterjedtek a térbeli - a csatorna hossz tengelye mentén - és időbeli, júliustól októberig terjedő időszak eltéréseinek felmérésére.

### 13. Anyag és módszer

A Hévízi-kifolyó közel 2 km-es szakaszán vizsgáltuk négy növényfaj, a *Phragmites australis* (Cav.) közönséges nád, a *Solidago canadensis* L. kanadai aranyvessző, a *Convolvulus arvensis* L. apró szulák és a kifolyóban tömegesen előforduló *Nymphaea rubra* Roxb. subsp. *longiflora* Lov. indiai vörös tündérrózsa fotoszintetikus jellemzőit, valamint a víz hőmérsékletét és pH értékét.

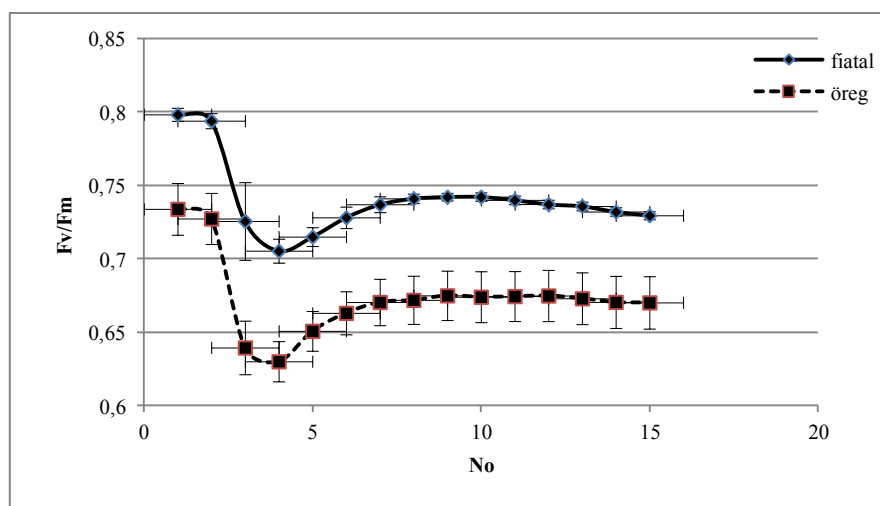
A fotoszintetikus aktivitást hordozható LICOR 6400 és Imaging PAM Chlorophyll Fluorometer segítségével végeztük. Mértük a nettó fotoszintézist, a transzspirációt, a fényintenzitást, a levegő és a levelek hőmérsékletét, valamint az elektrontranszport maximális kvantumhatékonyságát (Fv/Fm), a nem fotokémiai kioltást NPQ és a fotoszintetikus elektrontranszport rendszer működését (ETR).

### 14. Eredmények és értékelésük

A kifolyó mentén a tanösvény és a csatorna közötti területen a tótól 1000-3200m közötti hosszban végeztük méréseinket. A víz hőmérséklete a nyári időszakban lényegesen nem különbözött a vizsgált területen, átlag-

értéke 31°C volt. Az őszi hidegebb időjárásnál a víz hőmérséklete folyamatosan csökkent a csatornában, október végén a hőmérséklet különbség elérte a 6°C-t (kifolyásnál: 26,1°C, Egyesített-övcatorna elején: 20,0°C). A víz pH értéke a tótól távolodva enyhén növekedett, pH 7,2±0,10 és 7,6±0,07 között változott a megfigyelési időszakban.

A kísérleti növények fotoszintetikus paramétereinek jellemzésére az indiai vörös tündérrózsa levelein mért eredményeken mutatjuk be a tapasztalt változásokat. A minta levelek kiválasztásánál tekintettel voltunk a levelek fenológiai állapotára, mivel jelentős eltérések voltak kimutathatók a különböző korú/fejlettségű levelek esetében (4. ábra).



4. ábra: Eltérő korú *Nymphaea rubra* levelek kvantumhatékonysága (Hévíz-kifolyóban 1000 m távolságra a tótól, 2015. 08.03-án)

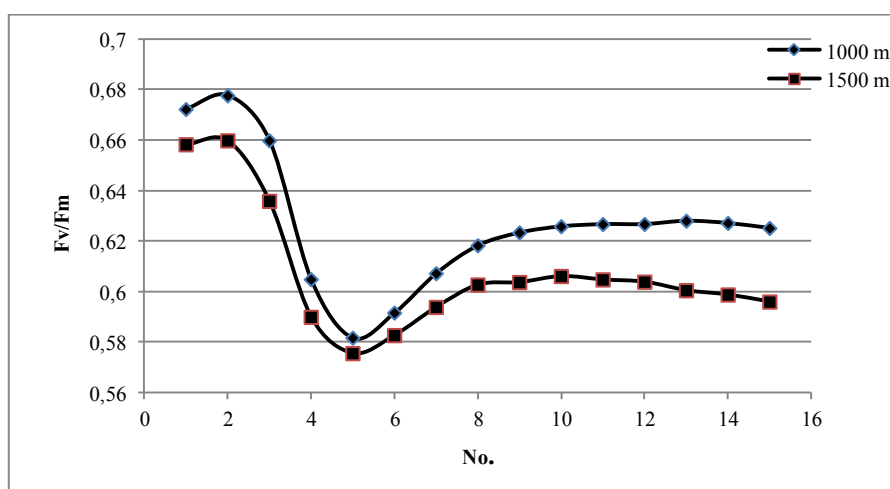
Figure 4. Maximal PSII quantum yield of different ages leaves of *Nymphaea rubra* (1000 m distance from lake in Hévíz channel, 03.08.2015)

A nyári magas hőmérsékleten végzett méréseink során nem tapasztaltunk egyértelmű eltérést a növények aktivitásában, bár megfigyelhető volt, hogy a bolygatott területeken, illetve a tótól távolodva 2100 m távolságig a kezdetben összefüggő tündérrózsa állomány egyre gyéresebb és 2100 m után már nem is találtunk tündérrózsát.

A tótól távolodva a tündérrózsa állományok fotoszintetikus apparátusának kvantum hatékonysága csökkent (5. ábra), ezzel együtt nőtt a magasabb fényintenzitások iránti érzékenysége, ami a nem fotokémiai kioltás csökkenésével volt kimutatható.

A tündérrózsa fotoszintetikus aktivitása a tótól távolodva szignifikánsan csökkent, annak ellenére is, hogy a mérések során a hőmérséklet és a

fényintenzitás növekedett (2. táblázat). (Természetes élőhelyükön a növények teljesen egy időpontban történő mérése technikailag nem volt megoldható).



5. ábra: *Nymphaea rubra* levelek kvantumhatékonysága Hévíz-kifolyóban 1000 és 1500 m távolságra a tótól, 2015. 10. 22-én.  
 Figure 5. Maximal PSII quantum yield of leaves of *Nymphaea rubra* (1000 m and 1500 m distances from lake in Hévíz channel, 22.10.2015)

2. táblázat: A *Nymphaea rubra* levelek fotoszintetikus aktivitás (Photo), sztóma konduktancia (Cond), a levelek és a levegő hőmérséklete (T), valamint a fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR) mértéke a Hévíz kifolyóban 2015. 10. 22-én. (Jelmagyarázat: SzDP 0,1% \*\*\*, SzDP 01% \*\*, SzDP 10% \*)  
 Table 2. Photosynthetic rate (Photo) of leaves of *Nymphaea rubra*, stomatal conductance (Cond), temperatures of leaves and air (T), and photosynthetic active radiation (PAR) in lake in Hévíz channel – 22.10.2015. (Legends: SDP 0,1%\*\*\*, SDP 01% \*\*, SDP 10% \*)

Távolság (m)	Photo ( $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Cond ( $\text{molH}_2\text{Os}^{-2}\text{m}^{-2}$ )	T levegő (°C)	T levél (°C)	PAR ( $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )
1000	5,88±0,530	0,083±0,003	15,63±0,054	14,77±0,038	173,21±3,80
1500	3,51±0,678***	0,075±0,006**	16,53±0,022	15,69±0,031	338,37±26,09***

A szárazföldi növényeknél már a nyári időszakban is megfigyeltünk eltéréseket a vizsgált paraméterek esetében, azonban a változások árnyaltabbak voltak. A kifolyó mentén található égeres erdő csekély mértékű pozitív hatást gyakorolt a növények fotoszintézisére.

A július és október között végzett mérések alapján megállapítottuk, hogy a Hévíz-kifolyó környezetében a növények fotoszintetikus aktivitásában tendenciózus változások figyelhetők meg, a tótól távolodva különböző mértékben csökken a növények fotoszintetikus teljesítménye. A termofiton

*Nymphaea* fajok esetében ez korlátozza a növények előfordulását is. Feltételezzük, hogy a vegetációs időszak aktivitása a tó temperáló hatása következtében a késő őszi és téli hónapokra is kitolódik, és a különbségek növekednek, ami az egyes növények alkalmazkodó-képességében és elterjedésében mutatkozó különbségekre is magyarázatot adhat.

## ARANKA FAJOK GAZDANÖVÉNY PREFERENCIÁJA

### 15. Bevezetés

Az arankák nemzetsége (*Cuscuta* L.) kb. 200–215 parazita növényfajt foglal magába, amelyek közül többen komoly gondot jelentenek a mezőgazdaságnak. Az elmúlt évtizedekben a mérsékelt égövi területeken számos, elsősorban trópusi és szubtrópusi elterjedésű *Cuscuta* faj is megjelent. Hazánkban a veszélyt növeli, hogy az arankák gazdanövénytársa jelentősen átalakult és olyan gazdasági haszonnövényeken is tudnak élősködni, amelyek korábban ellenálltak a fertőzésnek (BARÁTH 2012).

Vizsgálataink célja az arankák gazdaspektrumát érintő változásoknak a feltérképezése és az ellenük való védekezés kidolgozása. A nemzetközi irodalomban ellentmondás található a *Cuscuta* fajok fűféléken való élősködéséről (vö. BARÁTH 2012), s mivel a témának gazdasági jelentősége is van, a gazdanövényekre irányuló megfigyeléseink elsődleges célpontjai a Poaceae családba tartozó taxonok voltak.

### 16. Anyag és módszer

Mivel az arankák meglehetősen későn, általában júniusban csíráznak ki, a laboratóriumban végzendő kísérleteket áprilisra és májusra, míg a terepei megfigyeléseket június, július és augusztus hónapokra időzítettük. Csírázási laborkísérletek a Magyarországon gyakoribb arankafajok (*Cuscuta europaea* L., *C. campestris* Yuncker, *C. epithimum* (L.) Nath., *C. lupuliformis* Krock. és *C. australis* R. Br.) fűféléken való megtelepedésének a feltételeit és sikerességét vizsgálta. A kísérletben az arankafajokat először gazdanövény nélkül, majd a természetben megfigyelt leggyakoribb gazdanövényük (vö. BARÁTH 2012) és fűfélék jelenlétében is csíráztattam. A nyári terepmunka célja a hazai arankafajok gazdaspektrumának kvalitatív és kvantitatív vizsgálata volt. Elsősorban arra kerestük a választ, hogy mekkora veszélyt jelentenek a mezőgazdaságra nézve, különös tekintettel a Poaceae családba tartozó gazdasági haszonnövényekre.

## 17. Eredmények és megvitatásuk

A laboratóriumban végzett kísérletek során megállapítást nyert, hogy a gazdanövények (sem a Poaceae családba tartozók, sem a természetben leggyakrabban parazitált kétszikű gazdák) nem befolyásolják a csírázás eredményességét, azonban az azt követő 1-2(3) hetes periódus kulcsfontosságú a csíranövények számára. A gyakran keményhjújú magvakban spirálisan felcsavarodott embrió található. Csírázást követően az arankák az óramutató járásával ellentétes irányban, nutációs körözésbe kezdtek, így keresve a kizsákmányolható gazdanövényt. Amennyiben a csírázás utáni 7-21-ik napban nem találtak gazdát, vagy a gazda nem volt megfelelő, a tartalék tápanyagok felélése után elpusztultak. Az eredmények alapján elmondható, hogy az arankák számos kétszikű gazdanövényfajon (ámbar nem mindegyiken) képesek megtelepedni, azonban a fűféléket csak akkor képesek parazitálni, amikor már működő szívógyökérrel rendelkeznek valamely kétszikű növényen. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a Poaceae családba tartozó fajok biztonságba lennének az arankák fertőzésétől, hiszen a mezőgazdasági földeken a gabonafélék között és a szegélyben számos kétszikű (a *Cuscuta* fajoknak csírázásakor is megfelelő) növény tenyészik.

A felmérések során megállapítást nyert, hogy a *C. epithimum* (kis aranka) gyakran megtalálható a kultúrterületeken, s főleg a lucerna és lóhere földeken okoz problémát. A *C. lupuliformis* (komlóképű aranka) leginkább a fiatal fűz- és nyártelepítéseken képes komolyabb károkat okozni. Jóllehet a nemzetközi irodalomban a ráncos arankát (*C. approximata*) a lucerna és hereföldök veszedelmes kártevőjeként tartják számon, hazánkban a kultúrterületektől távol eső egyetlen élőhelyén, csupán néhány (nem gazdasági jelentőségű) gazdanövénye ismert. A közönséges aranka (*C. europaea*) mezőgazdasági károkozására leginkább az ártéri szántó- és az öntözött kultúrterületeken, igen gyakran komló-ültetvényeken lehet számítani.

Az Észak-Amerikából származó *C. campestris* (nagy aranka, vagy útszéli aranka) élősködése több mint 20 takarmány- illetve haszonnövényen megfigyelhető, ugyanakkor a legnagyobb terményvesztéséget a paradicsom, paprika, burgonya, hagyma, répa, cukorrépa, lóhere és lucernaföldeken okozza. A *C. australis* (nádfójtó aranka) leginkább a víz közeli természetesebb növénytársulásokban, ártereken, mocsarakban él, így mezőgazdasági kártétele elhanyagolható.

Arról, hogy a közönséges aranka fűveken is képes élősködni, a terepmunka során többször is meggyőződhattünk, ugyanis élősködését 22 Poaceae fajon is megfigyelhettük. Összesen 28 különböző fűfajon detek-



táltuk a nagy aranka élőködését, azonban kizárólag a Poaceae család tagjain élőködni sohasem. Ez az arankafaj amelyik leginkább veszélyezteti a gazdaságilag is kiemelkedő értékkel bíró fűféléket. Noha a nagy aranka képes a búza parazitálására is, látszólag a kukoricaföldek szélén okozott leginkább problémákat. Ugyanakkor az is világossá vált, hogy a Poaceae családba tartozó mezőgazdaságilag fontos növényeken akkora mértékű terményvesztést okoz, mint a paradicsom, paprika, burgonya, hagyma, répa, cukorrépa, lóhere és lucernaföldeken nem tud okozni. A kis aranka esetében 32 gazdát regisztráltuk, amelyek a Poaceae családba tartoztak, ugyanakkor az is elmondható, hogy a gazdaságilag hasznos fűfajokat a *C. epithimum* csak elvétve parazitálja. A *C. lupuliformis* és a *C. australis* úgyszintén képes fűféléket is megfertőzni, de – mint az már korábban említésre került – a mezőgazdaságnak ritkán, a gabonafélék körében pedig sohasem okoztak komolyabb problémát.

Az arankafajokkal szembeni védekezés meglehetősen nehéz, hiszen az eltérő fajok eltérő fogékonyságot mutatnak a különböző gyomirtó szerekkel szemben. A helyzetet tovább nehezíti, hogy igen gyakran az egy fajhoz tartozó arankák különböző ökotípusai is eltérő mértékben érzékenyek, sőt újabban – az idáig eredményesen alkalmazott – gyomirtókkal szemben is akár teljes rezisztenciát mutathatnak (NADLER-HASSAR és RUBIN 2003). Mivel némely aranka több tízezer magot is érlel egyetlen vegetációs periódus alatt, amelyek egy része akár 50 évig megőrzi csírázóképeségét, belátható, hogy a *Cuscuta* fajok elleni egyetlen eredményes védekezés a fertőzés megelőzése. A terepmunka során bebizonyosodott az is, hogy a *C. europaea*, *C. campestris* és a *C. epithimum* fajok jelentenek a legnagyobb veszélyt a mezőgazdaságra nézve Magyarországon, s azok igen gyakran a szegélyterületekről fertőzik meg a haszonnövényeket. Az arankák elleni kombinált (gyomirtó-szerekkel és mechanikai eltávolítással végzett) védekezést tehát szükségeszerű a mezőgazdasági szegélyterületekre is kiterjeszteni. További eredmény még, hogy a felmérések során az arankáknak számos új magyarországi termőhelyét sikerült kimutatni, amely adatok a korábbi évek eredményeivel együttesen lehetőséget kínálnak az arankafajok termőhelyi preferenciájának a megismerésére. A vizsgálatok során sikerült bizonyítani, hogy az arankák a különböző életformájú növényeket nem a megkülönböztető gazdaválasztás miatt parazitálják eltérő arányban, hanem az élőhely sajátossága, fajkészlete miatt. Sikerült igazolni a hazai *Cuscuta* fajok gazda-generalista természetét, s kimutattuk, hogy a kifejlett arankák szinte minden növényen képesek élőködni, amelyekkel a természetben fizikai kapcsolatba kerülnek. A terepmunka során szerzett adatok kiértékelésekor az is bebizonyosodott, hogy a *C. europaea*, *C.*

*campestris*, *C. epithymum*, *C. lupuliformis* és *C. australis* fajoknak egyetlen olyan gazdanövényük sincs hazánkban, amelynek jelenlétéhez, vagy parazitálásához feltétlenül ragaszkodnának.

## 18. Összegzés

A vizsgált területek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a környezeti tényezők jelentős hatást gyakorolnak az állat- és növényvilág összetételére fenológiájára, fiziológiájára, morfológiájára. Befolyásolják az élőlények szaporodási sikerességét, megváltozhat a szaporodásuk éves ritmusa, a fajok elterjedési területe, a vegetációs periódus intenzitása és hossza, valamint gazdasági szempontból sem elhanyagolható egyes fajok károkozás mértékének növekedése. Mindezek a változások indokolják a vizsgálatok kiterjesztését, és átfogó elemzését, mely lehetőséget adhat a folyamatok törvényszerűségeinek megismerésére, ezáltal a „káros” következményeinek mérséklésére.

### *Köszönetnyilvánítás:*

*Köszönetünket fejezzük ki a „Klímahatás - Az éghajlatváltozás hatásainak komplex vizsgálata, nemzeti K+F pályázatok előkészítése a Nyugat-magyarországi Egyetemen (TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023)” projekt támogatásáért. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.” A terepmunkák helyi feltételeit a Tatai Városkapu Közhasznú Zrt, valamint a Tatai Fényes Tanösvény munkatársai biztosították.*

## IRODALOM

- BARÁTH, K. (2012): A magyarországi *Cuscuta* fajok gazdaspektruma, gazda- és élőhelyspecifikációja. Doktori (PhD) értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- BLINNIKOV, M. (2008): Phytolith analysis in limited paleoenvironmental contexts: AAA (Arctic, alpine or aquatic). 7th International Meeting on Phytolith Research. 4th Southamerican Meeting on Phytolith Research. Book of Abstracts, p. 4.
- BUCHAR, J., RUZICKA, V. (2002): Catalogue of spiders of the Czech Republic. – Peres Publishers, Praha, 349 pp.
- METCALFE, C. R. (1960): Anatomy of Monocotyledons I. Gramineae. Clarendon Press, Oxford.

- MØLLER, A.P., FIEDLER W., & BERTHOLD, P. (eds.) (2010): Effects of Climate Change on Birds. Oxford University Press. Oxford. pp. 315.
- NADLER-HASSAR, T. & RUBIN, B. (2003): Natural tolerance of *Cuscuta campestris* to herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. Weed Research 43: 341–347.
- NAMAGANDA, M., KREKLING, T., LYE, K. A. (2009): Leaf anatomical characteristics of Ugandan species of Festuca L. (Poaceae). South African Journal of Botany 75: 52-59.
- ORTÚÑEZ, E., DE LA FUENTE, V. (2010): Epidermal micromorphology of the genus Festuca L. (Poaceae) in the Iberian Peninsula. Plant Systematics and Evolution (284): 201–218.
- ORTÚÑEZ, E., CANO-RUIZ, J. (2013): Epidermal micromorphology of the genus Festuca L. subgenus Festuca (Poaceae). Plant Syst. Evol., doi: 10.1007/s00606-013-0809-7
- PETŐ, Á. (2009): A növényi opálszemcsék kutatásának rövid tudománytörténeti áttekintése a felfedezéstől napjainkig. Tájökológiai Lapok 7(1): 39–63.
- RÁKÓCZI, F., DRAHOS, A., AMBRÓZY, P. (2002): Magyarország gyógyhelyeinek éghajlata Oscar Kiadó, Szombathely. pp. 143.
- SAS-KOVÁCS, É. H., URÁK, I., SAS-KOVÁCS, I., COVACIU-MARCOV, S. D., RÁKOSY, L. (2014): Winter-active wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in thermal habitats from western Romania, Journal of Natural History. DOI: 10.1080/00222933.2014.909070
- SNOW, N. (1996): The phylogenetic utility of lemmatal micromorphological characters in Leptochloa and related genera in subtribe Eleusininae (Poaceae, Chloridoideae, Eragrostideae). Annals of the Missouri Botanical Garden 83: 504–529.
- SZABÓ, I. (2002): Melegvízi növényfajok Hévíz és Keszthely vizeiben, Botanikai Közlemények 89(1-2): 105–115.
- TWISS, P. C., SUESS, E., S., SMITH, R. M. (1969): Morphological classification of grass phytoliths. Soil Science Society of America Proceedings 33:109–115.

