

50252

2002 DEC 10.

50252

ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Biológiai Társaság Állattani Szakosztályának folyóirata

Alapítva
1902

Szerkeszti

BAKONYI GÁBOR

86. kötet



MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG
Budapest

2001

50252

50252

ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Biológiai Társaság Állattani Szakosztályának folyóirata

86. kötet

MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG
Budapest

2001

Szerkesztő – Editor

BAKONYI GÁBOR

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék, H–2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Technikai szerkesztő – Technical Editor

KISS ISTVÁN

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék, H–2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Szerkesztőbizottság – Editorial Board

Dévai György

Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék, H–4010 Debrecen, Egyetem tér 1.

Dózsa-Farkas Klára

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, H–1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

Farkas János

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, H–1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

Györfly György

Szegedi Tudományegyetem, Ökológiai Tanszék, H–6722 Szeged, Egyetem u. 2.

Hornung Erzsébet

Szent István Egyetem, Ökológiai Tanszék, H–1077 Budapest, Rottenbiller u. 50.

Korsós Zoltán

Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, H–1088 Budapest, Baross u. 13.

Mahunka Sándor

Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, H–1088 Budapest, Baross u. 13.

Majer József

Pécsi Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Ökológiai Tanszék, H–7601 Pécs, Ifjúság útja 6.

Ponyi Jenő

Magyar Tudományos Akadémia Balatoni Limnológiai Kutató Intézete, H–8237 Tihany, Fürdőtelepi u. 3.

Vásárhelyi Tamás

Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, H–1088 Budapest, Baross u. 13.

Zboray Géza

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatszerkezettani Tanszék, H–1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

© Magyar Biológiai Társaság – Hungarian Biological Society, H-1027 Budapest, Fő u. 68.

Az Állattani Közlemények megjelentetését a Magyar Tudományos Akadémia és a
Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszéke támogatja.

A kiadásért felel a
Magyar Biológiai Társaság

Az Állattani Közlemények megrendelhető
a Magyar Biológiai Társaság címén.

ISSN 0002-5658

✓

Áttekintés a Balaton faunisztikai kutatásáról és faunájának összetételéről

PONYI JENŐ

MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete, H–8237 Tihany, Fürdőtelepi u. 3.

Összefoglalás. Jelenleg a Balatonban és a tavat szegélyező területen élő állatfajok száma 3,5 ezerre becsülhető. A most közreadott tanulmányban 3128 taxon szerepel. A vízi gerinctelen faunára jellemző, hogy jelentős számban fordulnak elő benne ponto-kaspikus fajok. Közülük több faj Magyarországon csak itt található meg. A tó nevezetes állata egy endemikus szivacs, az *Eunapius balatonensis* (ARNDT). A fauna elemeinek döntő többségét (95%) gerinctelen állatok alkotják, melyek taxonszáma a nedvességet kedvelő, vagy elviselő fajok miatt a tó vízvonalától a száraz föld felé haladva egy nagyságrenddel megnő. Ugyancsak megnő a vízi fauna fajszáma a patakok betorkolási területein. Egyértelműen kimutatható továbbá, hogy a vízi gerinctelen fauna összetétele a korábbi évekhez képest megváltozott. A zooplankton összetétele például a tóba telepített busák (*Hypophthalmichthys molitrix* és *Aristichthys nobilis*) miatt átalakult. A parti övben élő kecskerákokat (*Astacus leptodactylus*) az ugyancsak betelepített angolnák (*Aquilla aquilla*) gyakorlatilag kiírtották. Az eutrofizálódás következtében, a víz-üledék határon megnövekedett detritusz tömeg miatt, egyes fenéklakó Cladocera és Copepoda fajok populációi visszaszorultak vagy kipusztultak. A tóból számos halfaj eltűnésével is számolni kell. Mivel a patakok jelentős része szennyezett, fokozatosan megszűnik a kipusztulással fenyegetett halfajok „menekülési” lehetősége is. Ugyancsak veszélyeztetett helyzetben vannak a kétélűek és hullók. A múlt századhoz viszonyítva 4 kétélű faj került le a tó faunalistájáról.

Kulcsszavak: Balaton, fauna, faunisztikai kutatások.

Bevezetés

A Balaton tudományos kutatását LÓCZY LAJOS indítványára, a Magyar Földrajzi Társaság 1891-ben határozta el (LÓCZY, 1921). Tulajdonképpen a tó intenzívebb biológiai kutatásának is ez az időpont a kezdete.

A Magyar Földrajzi Társaság Balatonbizottsága (MFTB) 28 év tudományos munkásságát „A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei” című, sok kötetre terjedő sorozatban jelentette meg 1897–1918 között. Mivel a sorozat nemcsak magyarul, hanem németül is megjelent „az egész földkerekség tudományos kritikája nagy dicsérettel illette a Magyar Földrajzi Társaság kiemelkedő tevékenységét” (LÓCZY, 1921, 3. oldal).

A tavi élővilágra vonatkozó eredményeket két kötetben foglalták össze, „A Balaton flórája” és „A Balaton faunája” címmel (1897). Már szinte az első pillanatban kiderült, hogy a BORBÁS által írt „A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete” című kötet rész kivételével, az ismeretanyag szegényes. Különösen igaz ez a megállapítás az állatvilágra. id. ENTZ (1897) és LÓCZY (1921) már az idő tájt leírta, hogy a

Balaton állatvilágának megismerése, kutatása nem oldható meg „gyűjtő kirándulások”-kal, hanem csak kellően felszerelt tóparti állomás létrehozásával.

A tóparti „laboratórium”, VÁNGEL JENŐ, id. ENTZ GÉZA, HERMAN OTTÓ, HORVÁTH GÉZA és mások aktív tevékenysége révén 1926-ban Révfülöpon jött létre. Az akkori tudományos közvélemény először az „Állattani és Növényteni Megfigyelő Állomás” elnevezést szerette volna elfogadtatni, de végül „Magyar Nemzeti Múzeum Balatoni Biológiai Állomása”-ként kezdte el működését. Az Állomás tevékenysége nem volt hosszú életű, mert Tihanyban 1927 szeptember 5.-én a Magyar Biológiai Kutató Intézet (ma MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete) megnyitásával egy időben megszűnt.

A Balaton hidrozoológiai kutatásának gyökereit a XIX. században kell keresni. Igaz, voltak korai előfutárok is, például GROSSINGER JÁNOS, KITAIBEL PÁL (vö. ENTZ & SEBESTYÉN, 1942), mégis e század és a korábbi időszak eredményeit talán legjobban id. ENTZ (1897), DADAY (1897) és a maga nemében páratlan 6 kötetes munka a „Fauna Regni Hungariae” (1900–1918) képviselik. Érdemes kiemelni FRANCÉ (1894) munkáját is, amely a zooplankton vertikális vándorlásával kapcsolatos. 1891 előtt a Balaton állatvilágáról igen hiányos ismeretek voltak. A gerinctelen állatok közül például mindössze 207 fajt mutattak ki (id. ENTZ 1897).

Az MFTB tevékenységét követő időszak Balaton-kutatásának eredményeit ENTZ & SEBESTYÉN (1942) foglalta össze „A Balaton élete” című munkában. E könyvnek „A Balaton lakóinak áttekintése” című fejezete összefoglalta az 1897 óta sporadikusan végzett faunisztikai vizsgálatok eredményeit. A szerzők itt már 950 állatfajról tesznek említést. A fajszám közel ötszörös emelkedése annak is köszönhető volt, hogy 1927-ben megnyílt a Magyar Biológiai Kutató Intézet, és annak egyik osztálya (Balatoni Biológiai Osztály), főleg külső munkatársak bevonásával, némi lehetőséget biztosított a tó faunájának vizsgálatára.

A háborút követő pangás után, az 50-es években és a 60-as évek első felében, különböző – ma már nehezen érthető – tudománypolitikai megfontolások miatt, a balatoni faunakutatás csaknem teljesen megszűnt. Még szerencse, hogy ebben az időben is voltak nagy zoológus egyéniségek, elsősorban a Nemzeti Múzeum Állattárának és az ELTE Állatrendszertani Tanszékének vezetői (BALOGH JÁNOS, DUDICH ENDRE, KASZAB ZOLTÁN, SZÉKESY VILMOS és mások), akik nem engedték Magyarországon a fauna-kutatás teljes elsvasztását.

Legújabban (1987–89) a Magyar Természettudományi Múzeum végzett kutatásokat a Balaton vízgyűjtő területén élő állategyüttesek jobb megismerése céljából. Az eddig megjelent cikkek a Heteroptera, Homoptera, nád-gubacslegyek, Trichoptera, átvonuló-áttelelő vízimadarak, levéltetvek csoportját tárgyalják (MAHUNKA 1989).

Már a fentiek alapján is érzékelhető, hogy a Balatonban élő fauna rendszeres kutatásokra épülő felmérése ez ideig nem történt meg. Az igaz, hogy a nyíltvíz állatvilágának egyes csoportjai viszonylag jól ismertek (PONYI, 1984), a parti övet azonban nem vizsgálták kellőképpen.

Az 50-es évek végén és a 60-as évek elején FELFÖLDY LAJOS és TÓTH LÁSZLÓ nádas kutatásait nem követték (mert nem követhették!) megfelelő mértékben a zoológiai kutatások (rákokról, víziatkákról, medveállatokról voltak adatok). MOON (1934) bentosz kutatásai a 30-as években még unikumnak számítottak.

A Balaton-kutatás és egyben a faunakutatás történetében az 1965. évi nagyméretű halpusztulás új és váratlan fordulatot hozott. A korábbi években szinte teljesen leállított kutatások ismét megindulhattak a tavon. Elkezdődhettek az egész tó nyíltvizére kiterjedő plankton és bentosz vizsgálatok. E kutatások kézzelfogható eredménye az lett, hogy 1965–90 között csak az ismert gerinctelen fauna fajszáma közel 1300-ra emelkedett. A Balatont ért további biológiai katasztrófák (sorozatos halpusztulások és kékalga vízvirágzások) az Akadémia felsőbb vezetését is meggyőzték arról, hogy igen fontos lenne a tó faunáját felmérni. A különböző fajok léte vagy nem léte ugyanis hűen tükrözi a tó mindenkori állapotát. A Balaton sorsa nagymértékben attól függ, hogy mennyire sikerül legalább a jelenlegi állapotot fenn tartani és élővilágát megővni.

A balatoni parti táj zoológiai kutatását az Országos Tudományos Kutatási Alap 1991 és 1994 között támogatta (PONYI, 1995). Jelen dolgozatba beépítettük a közel 1500 tanulmány és jelentési anyagán kívül a fenti téma eredményeit, valamint a legújabban ugyancsak az OTKA által finanszírozott, a tóba ömlő fontosabb patakok összehasonlító zoológiai vizsgálatából származó adatokat is (PONYI, 1998).

A Balaton állatvilága, jelenlegi (1998) ismereteink szerint

Mintegy másfél ezer tanulmány és jelentés alapján megállapítottuk, hogy a Balatonban és a tavat szegélyező területen a fauna taxonjainak száma 3128 (1. táblázat). Túlnyomó többségük (95%) a gerinctelenek közé tartozik (2. táblázat). Ezen belül, az ún. igazi víziállatok (= egész életük vízben zajlik le) 32%-ot, míg az ún. amphibikusok (=fejlődésük egy szakaszát töltik vízben) 16%-ot tesznek ki. A parton élő és vizes környezetet kedvelő vagy elviselő fajok a gerinctelenek 42%-át alkotják, míg az egyéb fajok (például gerincesek parazitái) csak 10%-ban részesednek (2. táblázat).

A tóra jellemző, ritka és veszélyeztetett fajok

A Balaton partvonalra 235 km hosszú: 58%-a természetes partvonal, 12%-a kővel beszórt szakasz, a többi (30%) burkolattal ellátott. A tó parti öve változatos élőhelyekből tevődik össze. Míg az északi oldalt elsősorban a jól fejlett nádasok (sajnos egyes helyeken a nádasok pusztulása, csomósodása figyelhető meg!), addig a délit inkább a homokos, kikövezett mesterséges partok jellemzik. Az utóbbi évtizedekben azonban a déli oldalon is terjedőben van a nád. Köves partok a Tihanyi-félsziget és az északi oldal egyes szakaszain találhatóak. A parti öv szélessége igen különböző. A jól fejlett nádassal rendelkező helyeken 150 m is lehet, a köves partoknál leszűkülhet néhány méterre.

Természetesen a hosszú partvonalnak csak egyes szakaszait kutatták alaposan. Az elmúlt években a vizsgálatok elsősorban a Kis-Balaton, a füredi Kerekedi-öböl, a tihanyi Kis-öböl, a Bozsai-öböl, a Szigligeti-öböl és az északi oldal patakjai betorkolásának környékére estek. A gyűjtési módszerek igen változatosak voltak, a fénycsapdától a legkülönbözőbb kotró- és planktonhálóig bezárva.

A továbbiakban az 1. táblázatban feltüntetett sorrendben tárgyaljuk az állatcsoportok többségét.

I. táblázat. A Balaton állatvilága (nagyobb állatcsoportok szerint feltüntetve).
Table 1. The fauna of Lake Balaton demonstrated according to larger animal groups.

Állatcsoportok	taxon	
	szám	%
Protozoa (Egysejtűek)	283	9,0
Porifera (Szivacsok)	6	0,2
Cnidaria (Csalánozók)	4	0,1
Turbellaria (Örvényférgék)	13	0,4
Cestoda (Galandférgék)	25	0,8
Monogenea (Közvetlen fejlődésű mótelyek)	2	0,1
Trematoda (Közvetett fejlődésű mótelyek)	43	1,4
Nemertini (Zsinórférgék)	1	0,05
Nematoda libera (Szabadon élő fonálférgék)	162	5,2
Nematoda parasitica (Élősködő fonálférgék)	18	0,6
Gastrotricha (Csillóshasúak)	18	0,6
Rotatoria (Kerekesférgék)	159	5,1
Nematomorpha (Húrférgék)	1	0,05
Acanthocephala (Buzogányfejű férgék)	3	0,1
Mollusca (Puhatestűek)	54	1,7
Annelida (Gyűrűsférgék)	70	2,2
Tardigrada (Medveállatkák)	26	0,8
Myriopoda (Soklábúak)	22	0,7
Opiliones (Kaszáspókok)	3	0,1
Hydracarina (Vízatkák)	81	2,6
Araneae (Pókok)	131	4,2
Malacostraca (Magasabbrendű rákok)	11	0,4
Cladocera (Ágascsapú rákok)	57	1,8
Ostracoda (Kagylósrákok)	32	1,0
Copepoda non-parasitica (Evezőlábú rákok)	35	1,1
Copepoda parasitica és Argulidae (Haltetvek)	4	0,1
Collembola (Ugróvillások)	49	1,6
Ephemeroptera (Kérészek)	6	0,2
Odonata (Szitakötők)	46	1,5
Plecoptera (Álkérészek)	2	0,1
Heteroptera (Poloskák)	28	0,9
Coleoptera (Bogarak)	62	2,0
Megaloptera (Vízirecséfátyolkák)	2	0,1
Neuroptera (Recésszárnyúak)	1	0,05
Hymenoptera (Hártyásszárnyúak)	250	8,0
Trichoptera (Tegzesek)	44	1,4
Lepidoptera (Lepkék)	900	28,8
Diptera (Kétszárnyúak)	315	10,1
Bryozoa (Mohaállatok)	2	0,1
Pisces (Halak)	51	1,6
Amphibia (Kétéltűek)	12	0,4
Reptilia (Hüllők)	11	0,4
Aves (Madarak)	65	2,1
Mammalia (Emlősök)	16	0,5

Állatcsoportok bemutatása

Protozoa (Egysejtűek)

Taxonszám 283. Számos fajukat a tóban talált példányok alapján írták le. A Siófoki-medencéből mutatták ki például *Codonella lacustris* Entz, *Tintinnidium pusillum* Entz jr. fajokat. A Tihanyi-félsziget parti zónájában él a *Keronopsis pannonica* Gellért, *Hemicyclostyla lacustris* Gellért, *Tachysoma balatonica* Gellért faj. Ugyancsak a Siófoki medencéből ismert az üledéklakó *Diffugia balatonica* Bereczky faj. A parti övben élő rákokra telepedve élnek egyes harangállat fajok, mint például a *Zoothamnium carinogammari* Stiller, *Entziella asellicola* Stiller faj.

Egysejtűekről lévén szó, nem könnyű eldönteni, hogy egyesek endemikus fajok vagy sem. Előfordulásuk eddig főleg a Siófoki-medencére korlátozódott. Mivel a Balaton egyéb helyeit ebből a szempontból nem vizsgálták, tavi elterjedésük nem ismert.

Porifera (Szivacsok)

Taxonszám 6. Nevezetes az *Eunapius balatonensis* (Arndt), egy endemikus faj. Eddig Balatonfüred, Tihany, Földvár kikötőiből mutatták ki. Az említett lelőhelyeken régen találták, jelen pillanatban nem lehet tudni, hogy milyen a faj elterjedése. E szivacsnak az ad különleges jelentőséget, hogy Magyarország felszíni vizeiben ez az egyetlen endemikus gerinctelen állat.

Cnidaria (Csalánozók)

A tóban 4 kozmopolita taxon fordul elő.

Turbellaria (Örvényférgék)

Taxonszám 13. A tóban nevezetes faj a *Dendrocoelum hankói* (Gelei), Európában csak Magyarországon található. A Balaton északi partja mentén gyűjtötték. Nem lehet tudni, hogy a faj endemikus-e vagy sem? Feltétlenül kutatni kellene előfordulását a tó különböző területein.

Cestoda (Galandférgék)

Taxonszám 25. Két fajt érdemes megemlíteni. Az egyik a *Proteocephalus vermuae* (Gmelin), a vágódurbincs parazitája, a másik a *Ophioaenia europaea* Odening, a vízi siklókban (*Natrix natrix* L. és *N. tessellata* Laur.) él.

Monogenea (Közvetlen fejlődésű mótelyek)

Két fajuk, a *Diplozoon paradoxum* Nordmann, és a *D. homoion* Brychowsky & Nagibina ismert. Midkét faj a kűsz és a ponty parazitája.

Trematoda (Közvetett fejlődésű mótelyek)

Taxonszám 43. Gazdaállataik a halak, siklók, kisemlősök. Közülük kiemelhető a pézsmacocokban 1991-ben felfedezett *Skrjabionoplagiochis* (*Plagiorchis*) *ondatrae* (Adrejko) mótely.

Nemertini (Zsinórférgék)

A Balatonban egyetlen faja, a *Prostoma graecense* (Böhmig) kövek alatt él. Ritkán fordul elő.

Nematoda libera (Szabadon élő fonálférgesek)

Taxonszám: 162. Nevezetes fajok, amelyek csak a Balatonban illetve Magyarországon élnek: *Campydora balatonica* (Daday), *Punctodora dudichi* Andrassy, *Eumonhystera andrassyi* (Bíró), üledéklakó állatok. 1–2 faj endemizmusa nem kizárt.

Nematoda parasitica (Élősködő fonálférgesek)

A tóból 18 taxont mutattak ki. Említésre méltó faj az *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, amely sügérfélékben, siklókban, kisémlősökben és az angolnában élősködik. A balatoni angolnapusztulást is ez a faj okozta.

Gastrotricha (Csillóshasúak)

18 fajt találtak az Aszófői-öböl detrituszában. Nevezetes faja az *Ichthyidium balaticum* Varga. Ezt az állatcsoportot jelenleg senki sem kutatja, ezért tavi előfordulásáról nincs újabb információ.

Rotatoria (Kerekesférgesek)

Taxonszám 159. A planktonban 69, a parti övben 90 faj él. Nevezetesebbek a *Collotheca balatonica* Varga, *Brachionus sessilis* Varga, *Lecane luna* var. *balatonica* (Varga), *Cephalodella eva* var. *balatonica* Zsuga fajok. A két első taxont balatoni példányok alapján írták le, a két utóbbi varietász lehetséges, hogy jellemző lesz a tóra.

Nematomorpha (Húrférgesek)

Egyetlen előkerült faj a *Gordius aquaticus* L. Ennek köztigazdái a csíkbogarak.

Acanthocephala (Buzogányfejű férgesek)

Taxonszám 3. A Balatonból kimutatott fajok halakban, madarakban élősködnek.

Mollusca (Puhatestűek)

Taxonszám 54. A csigák (Gastropoda) fajsza 32, a kagylóké (BIVALVIA) 22. Közülük egy csigafajt érdemes kiemelni: *Potamopyrgus jenkinsi* (E. A. Smidt). Ez az állat gradációszerűen elszaporodott 1977-ben és a visszaszorulóban lévő *Lithoglyphus naticoides* Pfeiffer helyére lépett. Újabban száma csökkenőben van, az átvonuló, áttelelő bukórécék táplálkozása (kifalása) következtében. Fenyeget viszont az *Anodonta woodiana* Lea (amúri kagyló) behatolása a tóba, mivel a Sió-csatornából már kimutatták jelenlétét. E csiga és kagyló tipikus példája az „invázió” jelenségének.

Annelida (Gyűrűsférgesek)

Taxonszám 70. A gyűrűsférgesek megoszlása a 3 nagyobb csoport szerint a következő: Enchytraeida 27, Lumbricidae 29, Hirudinea 14 faj. A giliszták közül említésre érdemes az amphibikus életmódot folytató *Eiseniella balatonica* Pop. faj, amelyet főként a tó déli oldalán, vízenyős területeken gyűjtöttek. A piócák közül pedig a *Batrachobdelloides moogi* Neseemann & Csányi emelendő ki. Ezt, mint a tudományra nézve új fajt 1995-ben írták le a Kis-Balatonból.

Tardigrada (Medveállatkák)

Fajsza 26, közöttük Balatonra jellemző taxon nincs. Ritkasága miatt megemlíthető a *Macrobotus macronyx* Duj. faj.

Myriopoda (Soklábúak)

Ismert fajaik száma 22. Tihany és Fonyód nádasaiból mutatták ki őket. Nevezetes faj a *Julus terrestris balatonensis* Szilágyi.

Opiliones (Kaszáspókok)

Taxonszám 3. Sásos, nádas területeken élnek, eddig Balatonfenyves, Balatonberény, Feképuszta, Bozsai-öböl körzeteiből mutatták ki őket.

Hydracarina (Vízatkák)

Ismert fajaik száma 81. A tengeri fajok (Halacarida) 4 édesvízi képviselőjét szükséges megemlíteni, mivel Magyarországon csak a Balatonban élnek. A tó jól fejlett nádasáiból (Palóznak, Balatonudvari) ismertek a *Porohalacarus alpinus brachypeltatus* Viets, *Limnohalacarus wackeri wackeri* (Walt.), *Porolohmanella violacea* (Kramer) fajok. A tihanyi Kis-öböl parti kövei alól nemrégiben került elő a *Caspihalacarus hyrcanus hyrcanus* Viets.

Araneae (Pókok)

Taxonszám 131. A fajokat a tó sásos-nádasos területéről gyűjtötték. Kiemelendők a Szigligeti-öbölben előforduló mediterrán fajok, mint a *Larinia lineata* Lucas, *Eucta isidis* Sim., és *Mithion canestrini* Sim.

Malacostraca (Magasabbrendű rákok)

Taxonszám 11. Ez az állatcsoport magában foglalja a Mysida, Isopoda, Amphipoda és Decapoda alrendeket illetve rendeket. Közülük külön kiemelendők az úgynevezett pontokaspikus fajok, mint a *Limnomysis benedeni* Csern. *Dikerogammarus haemobaphes* Eichw., *D. villosus* Sow., *Corophium curvispinum* G.O.Sars. Szomorú, negatív jelenség a *Gammarus roeseli* Gervais és az *Astacus leptodactylus* Esch. visszaszorulása (kipusztulása). Az utóbbi faj eltűnéséért egyértelműen az angolna felelős. Jelenleg kísérlet folyik az *Astacus fluviatilis* L. betelepítésére, a kipusztított *A. leptodactylus* pótlására.

Cladocera (Ágascápú rákok)

Taxonszám 57. Magyarországon csak a Balatonban él a *Latona setifera* (O.F.Müller). Eddig csak a Siófoki-medencéből került elő. Valószínűleg az iszap felszínén felgyülemllett sok detritusz miatt, az utóbbi néhány évben már nem található meg a tóban. További kutatásoknak kell eldönteni, hogy kipusztult-e, vagy csak a populációja szorult a gyűjtési határ alá. E faj a homokos, kevés formált szerves anyaggal kevert üledéket kedveli.

Ostracoda (Kagylósrákok)

A tóban 32 taxon él. Nevezetes faj a *Physocypria fadeevi* Dub., amely a Kárpátoktól keletre, a Fekete-tengerbe ömlő folyamok torkolatában, illetve ennek térségében él. Magyarország a legnyugatibb elterjedési területe. Hazánkban eddig csak a Balaton üledékéből mutatták ki.

Copepoda non parasitica. (Evezőlábú rákok)

Taxonszám 35. Jellemző a Canthocamptidae család néhány olyan faja, amelyeknek ez ideig a tó az egyetlen hazai lelőhelye. Nevezetes állat a *Nannopus palustris* Brady, hazánkban csak a Balatonban él. Egyébként brackvizekben is előforduló faj. Az utóbbi években populációi visszaszorulóban vannak.

Copepoda parasitica és *Argulidae* (Haltetvek)

Taxonszám 4. Koncér, kárászfélék, süllő kopolyáján és testén élősködő rákok.

Collembola (Ugróvillások)

Fajszaám 49. A fajok száma és tömege a nádasszegély közepső szakaszán a legnagyobb, ettől befelé és kifelé mindkettő lecsökken. Nádturzásból a tudomány számára új faj leírása (*Onychiurus*.sp.) van folyamatban. Ez is bizonyítja, hogy a nádturzások fontos élőhelyek.

Ephemeroptera (Kérészek)

Eddig 6 faj ismert, közülük ritkának számít a *Paraleptophlebia weneri* Ulmar.

Odonata (Szitakötők)

Fajszaám 46. A „Vörös könyv” (RAKONCZAY 1997) szerint is ritka/veszélyeztetett fajoknak számítanak a következők: *Aeshna viridis* Eversmann, egy nyugat-szibériai elterjedésű taxon és a *Somatochlora metallica* (Van Der Linden).

Hymenoptera (Hártyásszárnyúak)

Taxonszám 250. A Balaton partközeli területein élő fajokat öleli fel, részletesebb információ nem állt rendelkezésre (MAHUNKA, 1989).

Trichoptera (Tegzesek)

Taxonszám 44. Az adatok Balatonudvari-Tihany, Sajkod térségéből (Bozsai-öböl) származnak. Viszonylag ritka fajok a nyugat-szibériai elterjedésű *Ceraclea fulva* Ramb. és a *Limnephilus decipiens* Kol. Ugyancsak ritkának nevezhető a Horvátország-Irán-Szibériai elterjedésű taxon, a *Ceraclea senilis* Burm.

Lepidoptera (Lepkék)

Taxonszám 900. A tó parti nedves régióban élő fajok számát MAHUNKA (1989) munkájából vettük át. A tipikusan vízhez kötött fajok száma azonban csupán 2. Ezek hernyói hínáron élnek.

Diptera (Kétszárnyúak)

Fajszaám 315. A nagy taxonszámból a Nematocera-ra 168, a Brachycera-ra 147 esik. Két érdekesebb fajt szükséges kiemelni. A *Chironomus balatonicus* Dévai-Wülker-Scholl nevű fajt 1983-ban írták le. Az állat jellegzetes faja a Balatonnak. A *Tipula* (*Tipula*) *hungarica* Lackschewitz ritka fajnak számít.

Bryozoa (Mohaállatok)

2 faj került elő eddig, amelyek más tavakból is ismertek. Ezek a *Pulmatella repens* (L.) és a *Fredericella sultana* (Blumenblack) fajok.

Pisces (Halak)

Taxonszám 51, amelyben benne vannak a tóba érkező vízfolyásokban élő halfajok is. A ritka vagy kipusztult taxonok száma 16, a betelepített vagy betelepülteké pedig 10 (BÍRÓ, 1993). Nevezetes faj a lápi póc, amely endemikus faj. Ponto-kaspikus taxonok a süjtásos kűsz, garda, bagoly keszeg. A sebes pisztráng a Balti-tengerből származik.

Amphibia (Kétéltűek)

A fajok száma 12. A múlt század fauna listájához képest számuk négygyel kevesebb. A Balaton jellegzetes békája a *Rana esculenta* L., Keszthely vidékén a *Pelobates fuscus* Laur él.

Reptilia (Hüllők)

Taxonszám jelenleg 11. Nevezetesebb a Badacsony és Szent György-hegy környékén a magyar gyík (*Ablepharus kitaibelii fritzingeri* Mertens), Keszthelyen és környékén a törékeny gyík (*Anguis fragilis* L.), a Balatonba ömlő árkokban pedig a mocsári teknős (*Emys orbicularis* L.).

Aves (Madarak)

A fészkelő vízimadarak száma 65, az összes fajé 130-ra tehető. A védett madarak (RAKONCZAY, 1997) közül 3 fajt érdemes megemlíteni: vörösnyakú vöcsök (*Podiceps griseigena* Bodd.), nyíl farkú réce (*Anas acuta* L.), kendermagos réce (*Anas strepera* L.). Mindhárom faj a Kis-Balaton tározójában él.

Mammalia (Emlősők)

Fajsám 16. Említésre méltó két védett faj: az északi pocok (*Microtus oeconomus* Pallas) és a vidra (*Lutra lutra* L.). Mindkét faj a Kis-Balaton területén, az utóbbi a Balaton déli oldalán lévő halgazdaságokban is előfordul.

Értékelés

Jelenlegi ismereteink szerint a Balatonban illetve a vasút és a közutak által lehatárolt nedves-száraz part menti zónában élő állatfajok száma 3,5 ezerre becsülhető. Jelen tanulmányban szereplő taxonszám – az irodalmi adatok alapján – 3128. Egyes állatcsoportok fajszáma viszonylag pontosan meghatározható, másoknál nem (például lepkék, kétszárnyúak). Az úgynevezett balatoni fajok számának meghatározását az is nehezíti, hogy a tóban élő fauna behatol a patakok alsó szakaszába és fordítva, a pataki fauna pedig a tóba. Egyszóval, a balatoni fauna elterjedési határait nem lehet a part mentén futó közúttal és vasútvonallal lehatárolni. Az évek óta folyó patak-kutatások is ezt igazolják.

A fauna döntő többségét (95%) a gerinctelen állatok alkotják (2. táblázat). A mintegy háromezer fajról kevés az olyan információ, amelynek alapján ismerni lehetne az élőhelyigényt, az állomány nagyságát és az állomány-változásokat, eltekintve a zooplankton mintegy 300 fajától, melyeket évtizedek óta vizsgálnak Tihanyban. Az adatokból azonban világosan kitűnik, hogy a gerinctelen fauna taxonszáma a nedvességet kedvelő vagy elviselő fajok miatt a vízvonaltól kifelé haladva egy nagyságrenddel megugrik. A vízi fauna fajszáma is megnő a vízfolyások beömlési területén.

Egyértelműen kimutatható, hogy a korábbi vízi gerinctelen fauna mostanra megváltozott. A planktonrákok összetételét a Balatonba telepített busák változtatták meg (például a Keszthelyi-öbölben a nagytestű planktonrákok visszaszorultak, a kistestűek elszaporodtak). A parti övben élő kecskerákokat az angolnák gyakorlatilag kiirtották. Jelenleg folyik egy kecskerákkal rokon faj visszatelepítése.

2. táblázat. A fauna taxonjainak megoszlása.

Table 2. The pattern of taxons of the fauna divided according to invertebrate vertebrate, real water species, amphibic species, shore-line dwellers, other species (e.g. the parasites of vertebrates).

	Taxon	
	szám	%
Gerinctelen állatok	2973	95
Gerinces állatok	155	5
Igazi vízfajok	1020	32
„Amphibikus” fajok	506	16
Part mentén élő fajok	1355	42
Egyéb fajok (például gerincesek parazitái)	247	10

A fokozódó eutrofizálódás következményeként, a víz-iszap határon megnövekedett detritusztömeg miatt, a hazánkban csak itt található Cladocera és Copepoda fajok szorultak vissza vagy pusztultak ki. Különösen védendő területeknek kellene tekinteni (1) az északi oldal patakorkolati területeit, (2) a déli oldalon a Nagyberék felől befolyó árkok befolyási körzetét (3) és természetesen a Kis-Balaton teljes területét.

A gerinces fauna helyzete súlyos. Számos halfaj kipusztulásával kell számolnunk és mivel a patakok jelentős része szennyezett, fokozatosan megszűnik a veszélyeztetett fajok „menekülési” lehetősége is. Igencsak veszélyes helyzetben vannak a kétéltűek. A múlt századhoz viszonyítva 4 faj került a veszteséglistára. A vízisikló irtása is nagymértékű. A kockás siklót sokan összetévesztik a viperával és agyonverik. A parti öv kutatásai során jelen tanulmány szerzője, szinte minden kikötött horgászcsónakban talált 1–2 megölt példányt. A kisemlősök visszaszorulása is érzékelhető, bár a kevés adat miatt nem lehet pontosabb megállapításokat tenni. A madarak kutatása jelenleg is folyik. 70 olyan madárfajt vizsgáltak, melyek anyagcseréjük révén kapcsolatban állnak a Balatonnal.

Irodalom

- BÍRÓ P. (1993): A Balaton halállományának változásai és jelenlegi helyzete. – Halászat 86(1): 22–24.
- DADAY J. (1897): A magyarországi tavak halainak természetes tápláléka (A magyarországi tavak mikroszkópi állatvilága). Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, p. 481.
- ENTZ G. id. (szerk.) (1897): A Balaton faunája. A Balaton tud. tanulm. eredm. 2. A Balaton tónak és partjainak biológiája. Első rész, Budapest, p. 252.
- ENTZ G. & SEBESTYÉN O. (1942): A Balaton élete. – Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, p. 366.
- FRANCÉ R. (1894): Zur Biologie des Plankton. – Biologische Zentralblatt 14: 33–38.
- LÓCZY L.(1921): A Balaton földrajzi és társadalmi állapotainak leírása, a Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei című monográfiái gyűjtemény adatai alapján. – Hornyánszki Könyvnyomda, Budapest, p. 194.
- MAHUNKA S. (szerk.) (1989): A Balaton és vízgyűjtő területén élő állategyüttesek antropogén hatásokra bekövetkezett recens változásainak vizsgálata. – OTKA jelentés, kézirat.

- MOON H. P. (1934): A quantitative survey of the Balaton mud Fauna. – A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái, Tihany 7: 170–189.
- PONYI J. (1984): A Balaton nyíltvizének és iszapjának gerinctelen állatvilága és életkörülményeik. – MTA Doktori értekezés, Tihany, kézirat.
- PONYI J. (szerk.) (1995): A parti táj (litorális régió) állattaxonómiai és ökológiai kutatása a Balatonban. – OTKA jelentés, kézirat.
- PONYI J. (1998): A Balaton-felvidék fontosabb, a tóba ömlő patakjainak összehasonlító zoológiai vizsgálata (1994–1997) – OTKA jelentés, kézirat.
- RAKONCZAY Z. (szerk.) (1997): Vörös könyv. A Magyarországon kipusztult és veszélyeztetett növény- és állatfajok. – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 360.

An outline of the faunal research of Lake Balaton and the composition of its fauna

JENŐ E. PONYI

At present in Lake Balaton and its surrounding area the estimated number of living animal species is 3,500. On the basis of the reference data there are 3128 taxons in the study. The main characteristic of the water invertebrate fauna is the significant number of ponto-caspian species, many of which can only be found here in Hungary. The renowned animal of the lake is an endemic porifera species, the *Eunapius balatonensis* (Arndt). The decisive majority of the fauna (95%) consists of invertebrates, the taxon number of which increases in order of magnitude, from the water-line towards the dry land, due to hygrophytic or hygroscopic species. The number of water fauna species increases at the inlet areas of streams as well. It can be clearly demonstrated that the composition of water invertebrate fauna has changed in comparison with the earlier decades. A few examples are: The composition of zooplankton has changed due to the introduction of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis* into the lake. The „goat-crawfish” (*Astacus leptodactylus*) living in the shore zone as well as the introduced eels (*Anguilla anguilla*) have been in fact wiped out. Due to the increased detritus mass on the water-sediment border as a result of eutrophication, the populations of certain Cladocera and Copepoda species dwelling at the bottom have been reduced or died out. One should consider with the extinction of several fish species from the Lake and because a significant number of streams is polluted, the possible „escape route” of these fish is gradually coming to an end. The amphibians and the reptiles are in a similarly endangered position. Compared to the last century, four species have become part of the casualty list of the Lake's fauna.

A *Potamophylax nigricornis* (Pict.) és a *Potamophylax rotundipennis* (Brauer) (Trichoptera, Limnephilidae) lakócsőépítési stratégiája*

KRISKA GYÖRGY¹ és ANDRIKOVICS SÁNDOR²

¹ ELTE Biológiai Szakmódszertani Csoport, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

E-mail: kriska@ludens.elte.hu

² EKF Állattani Tanszék, 3300 Eger, Leányka u. 4.

Összefoglalás. Kutatásaink során terepen és laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk két tegzes-faj lakócsőépítési stratégiáját. Tapasztalataink arra utalnak, hogy a lakócsőépítés során egységes stratégia teszi lehetővé az összes különböző típusú – növényi anyagú, ásványi anyagú, vegyes építésű – lakócső megjelenését. A lárvák a preferált ásványi anyagok hiányában is elkészítik a tegzüket növényi anyagokból, amelyeket képesek átépíteni a lakócső nyílásától kezdődően, ha rálelnek az ásványi anyagra. A növényi anyagú tegz elkészülte után a *Potamophylax nigricornis* lárvák csak meghatározott ideig tudják átépíteni lakócsővüket, és ennek az időintervallumnak a hossza eltérő a különböző lárvastádiumokban. Az elsőben és az utolsóban a leghosszabb, míg a köztes stádiumokban jóval rövidebb. Ennek megfelelően a köztes stádiumok tükrözik leginkább az aktuális mederviszonyokat, mert itt van a legkevesebb idő a növényi anyagú lakócső átépítésére. A *Potamophylax rotundipennis* lakócsőépítési stratégiája is lehetővé teszi, hogy a preferált építőanyag hiányában is elkészüljön a lakócső a mederben dominánsan jelenlévő anyagból, ugyanakkor, mivel az átépítés időtartama igen hosszú lehet (nincs idő korlát, mint a *P. nigricornis* esetében), ezért a lakócsővek többsége nagy valószínűséggel a preferált építőanyagból fog elkészülni. Mindezek alapján elmondhatjuk, hogy bár hasonló a két faj lakócsőépítési stratégiája a *P. rotundipennis* lakócsőveinek építőanyaga kevésbé tükrözi a mederben építőanyagként szóba jöhető fragmentumok arányát.

Kulcsszavak: *Potamophylax nigricornis*, *Potamophylax rotundipennis*, Trichoptera, rovar, lakócső-építés, lárvá stádium

Bevezetés és célkitűzés

A Trichoptera lárvák közzismerten kitűnő, főleg folyóvizekben élő indikátor szervezetek, de a lárvakori határozás bizonytalansága és az életmód hiányos ismerete nagymértékben hátráltatja a pontos, általánosítható vízminőségjelző funkció betöltését.

Faunisztikai és fenológiai céllal hazai vonatkozásban trichopterológiai imágó vizsgálatokat többen végeztek (például: ANDRIKOVICS & ÚJHELYI 1983, KISS 1978, 1979, 1981, 1984, 1989, KISS & SCHMERA 1997, KISS et al. 1999; NÓGRÁDI 1983ab, 1985ab, 1994, NÓGRÁDI & UHERKOVICH 1985, NÓGRÁDI et al. 1991, OLÁH 1964, ÚJHELYI 1982). ANDRIKOVICS elsősorban állóvízi fajokkal, míg OLÁH a Zempléni hegység, KISS a Bükk és Észak-Magyarország NÓGRÁDI és UHERKOVICH a Bakony és a Mecsek pataklakó fajait tanulmányozták. Újabban a trichopterológiai eredmények alapján NÓGRÁDI és UHERKOVICH hosszú

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 866. ülésén (1996. október 2.).

évek átfogó gyűjtési stratégiái alapján elkészítette a magyarországi fajok számítógépes faunalistáját és több faunára új fajt és a tudományra pedig egy új alfajt fedezett fel (NÓGRÁDI & UHERKOVICH 1995).

A lárvákkal már kevesebb tanulmány foglalkozott (például ANDRIKOVICS 1979; KISS 1978, 1979; OLÁH 1972). Ezek a lárvahatározásokon alapuló faunisztikai kutatásokat és táplálkozási vizsgálatokat helyeztek előtérbe. E kutatások alapvetően nem tüzték még ki a lárva-imágó kapcsolat alaposabb megismerését, aminek következtében a lárvakori határozáson alapuló ökológiai következtetések többször bizonytalanok.

A *Trichoptera* lárvák lakócsőépítéséről számos dolgozat jelent meg külföldön, melyek többsége a lakócsőkészítés különböző formáinak evolúciós jelentőséget is tulajdonít (például NEPOMNYASHCHIKH & VALYUSHOK 1990, NEPOMNYASHCHIKH 1992, 1993a,b, OTTO & SVENSSON 1980, ROWLANDS & HANSELL 1987, TOMASZEWSKI 1973, 1981, ZINTL 1974, 1981, ZINTL & STAMMEL 1977).

A Börzsöny hegységben végzett felméréseink során egy tömeges faj, a *P. nigricornis* életciklusát és lakócsőépítési stratégiáját vizsgáltuk (KRISKA & ANDRIKOVICS 1997). Állatunk jól ismert, gyakori európai elterjedésű faj. A lárva életmódjáról részletesebb leírást több összefoglaló műben is található (például LEPNYEVA 1971, MACAN 1973, ULMER 1909). Ezek a munkák az imágók és a lárvák morfológiai leírása mellett elterjedési adatokat is közölnek, valamint az egyes lárvastádiumokat is leírják. A lakócsőépítés jellegzetességeivel csak érintőlegesen foglalkoznak és az általunk leírt lakócsőépítési stratégiából eredő építőanyag-váltást sem említik minden esetben.

A *P. nigricornis*-al folytatott lakócsőépítési kísérletek alapján feltételeztük, hogy a feltárt lakócsőépítési viselkedés nem csak a *P. nigricornis* faj elterjedését segítette, hanem a *Potamophylax* génusz egyéb fajainak és más a Limnephilidae családba sorolt fajnak is a hasznára vált. Ezt a feltételezést a szakirodalmi adatok is alátámasztani látszanak, mert a Limnephilidae család 10 fajánál (*Chaetopteryx sahlbergi* McL., *Limnophilus rhombicus* L., *L. griseus* L., *L. lunatus* Curt., *Potamophylax stellatus* Curt., *P. latipennis* Curt., *P. nigricornis* Curt., *Hydatophylax magnus* Mart., *H. nigrovittatus* McL., *Halesus tessellatus* Rambur) a kutatók már leírták a tegezézés során megjelenő építőanyag-váltást, vagy a különböző építőanyagú, egymástól élesen elkülönülő két lakócsőrészt megjelenését (LEPNYEVA 1971). Mindezek alapján, a *P. nigricornis*-al folytatott kutatások kiterjesztéseképpen, a *P. rotundipennis* lárvák lakócsőépítési stratégiáját vizsgáltuk, amelyek a szakirodalmi adatok szerint egyedfejlődése során nem változtatják lakócsővüknek építőanyagát és tegezüket egyféle anyagból, homokszemcsékből készítik (LEPNYEVA 1971).

Anyag és módszer

A *P. nigricornis*-ra vonatkozó megfigyeléseket és gyűjtéseket a Börzsöny hegységi, Törökmező melletti két patakban végeztük. Az egyik patak igen kis vízhozamú, de teljesen ki nem száradó, diffúz talajvízforrásokkal táplált víz, amely az év csapadékos részében eléri a Malomvölgyi-patakot, míg a másik a Fehér-forráscsoportnál ered és a Malomvölgyi-patakba torkollik. Az előbbi élőhelyen egész évben jelentős a növényi anyag és detrituszfelhalmozódás a mederben. A terület alapköze, a Lajta kori mészkő igen kis mennyiségben ta-

lálható meg a patakban. A másik élőhelyen viszont a mederanyagok közül a Lajta kori mészkőtörmelék dominál (Fehér-forráscsoport). Ősszel a falevelek lehullásával, itt is felszaporodik a növényi anyag a patakban, majd megfigyeléseink szerint az aprító szervezetek működése révén tavaszra egyensúlyba kerül a meder ásványi és növényi eredetű anyaga.

A rendszeres, kb. 2 hetente terepen történő vizsgálatokat, gyűjtéseket 1986 második felében kezdtük el. A tegzes lárvákat, bábokat egyelő gyűjtéssel fogtuk be és egy részüket a helyszínen 70%-os alkoholban konzerváltuk.

A *P. nigricornis* lárvákkal folytatott laboratóriumi vizsgálatokat 1979-től végeztük 1989-ig. Ez idő alatt összesen 322 db lárvával végeztünk táplálék preferencia, lakócső választásos és lakócsőépítési kísérleteket. Az élő állatokat vizes avar között szállítottuk a laboratóriumba. Itt a lárvák nevelésére eredeti patakvizet és kilevegőztetett csapvizet használtunk. Az egyes lárvapopulációkat 15–16°C-os vízben, 8 literes műanyag konténerekben helyeztük el, a vizüket pedig naponta cseréltük. Az utolsó stádiumú lárvákat folyamatosan cirkuláló 10°C-ra hűtött vízben, „living stream” rendszerben tartottuk. A lakócsőépítés kísérletes vizsgálatára a fenológiai megfigyelésekre begyűjtött élő anyagot használtuk fel. Alkalmanként a már felépített lakócsővöktől kísérletesen megfosztottuk a lárvákat. Az építkezés szimulálására természetes mederanyagokat és mesterséges aljzatot, tojánhéjat, műanyag- és üvegtörmelékét valamint levéldarabokat is adtunk az állatoknak.

A *P. rotundipennis* vizsgálata során a terepmunkát havonta végeztük 1996 és 1998 között az Erdőkertes melletti Egres-pataknál a közúttól kb. egy kilométerre. A terület jellegzetes társulásai a nagyobb kiterjedésű nyílt, és zárt homokpusztagyeppek. Ezeken halad át a lassúfolyású, síkvidéki patak, amely forráslápokból ered. A vizsgált területen az Egres-patakot égerláp kíséri. A bővízű patakban mindenhol előtűnik az alapkőzet, a homok. Alámerült és úszó vízínövényzet nem jelenik meg a patakban és a partmenti iszapnövényzet sem hatol be a vízbe. A patakba kerülő szerves anyagok nagy részét a lehulló égerlevelek és ágak jelentik. Különösen a lassúfolyású részeken halmozódnak fel a 0,5–2 cm vastagságú éger ágdarabok. A vizsgált kb. 200 méteres patakszakaszon az egyhangú terepviszonyok és a nem túl változatos tápanyagforrás csak szegényes kísérőfauna megjelenését teszi lehetővé, amelyben bolharák (Gammaridae) dominálnak. A tegzes lárvákat egyelő gyűjtéssel fogtuk be és egy részüket a helyszínen 70%-os alkoholban konzerváltuk.

Az Egres-patakból begyűjtött *P. rotundipennis* lárvák lakócsőépítését is laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk. A kísérleteket 1997. III. hó 10-től folyamatosan végeztük 1997. IV. hó 28-ig. A lárvákat 1 literes műanyag tartályokba helyeztük 9–17°C-os eredeti patakvízben, természetes napi fényperiódus biztosítása mellett. A tartályok vizét naponta cseréltük. A kísérletekbe 158 db lárvát vontunk be.

A vizsgálatok eredményei és értékelésük

A *P. nigricornis* egyedfejlődése

A faj imágói április végétől május elejéig rajzanak. A szabályos gömb alakú, kocsonyás petecsomóik május közepén jelennek meg a patakban. Petecsomóik átmérője 8 mm és 116–120 petét tartalmaznak. Többnyire a part mellett az ökölnyi kövek oldalán, alján, a korhadó leveleken és ágakon találkozunk velük. Helyenként egymás közvetlen közelében 3–4 is van

belőlük. A csomók a patak melletti vizes avarban is fellelhetők. Miután a lárvák felszakították a peteburkukat, még egy napig a mind jobban széteső csomóban maradnak, majd a kocsonyás anyag elhagyása után néhány óra elteltével megkezdik első lakócsövük megépítését. A lakócsó elkészítése után az első stádiumú lárvák a vízben található ágakon és leveleken csoportosulnak. Ilyenkor egy-egy 3–6 cm átmérőjű aggregátumban gyakran 100-nál is több lárvát találtunk. A 2., 3. stádiumban az állatok szétszóródnak a patakban és ezután helyenként 3–4 egyednél ritkán találunk többet a vizes avarkupacok alatt, 20x20 cm-es területen, a patakpart közelében.

A bebábozódás előtt a lárvák az elsodródás ellen hengeres lakócsövük oldalához a hátulsó részen nagyobb, lapos köveket ragasztanak, ami nehezebbé teszi a tegyüket, aminek a nyílását kölapocskákkal zárják le, majd bebábozódnak.

A vizsgált élőhelyen az első bábok február közepén vagy március elején jelennek meg. Ezek nincsenek rögzítve az aljzathoz, és mindkét végüket mészkőlapokkal zárják le. Kísérleti körülmények között a bábállapot 14–21 napig tart, míg ez az idő a természetes élőhelyeken 1–1,5 hónap.

A *P. nigricornis*-nál öt lárvastádiumot mutattunk ki, amivel megerősítettük az erre vonatkozó korábbi szakirodalmi adatokat (LEPNYEVÁ 1971).

A P. nigricornis lakócsőépítése

A lakócsőépítés folyamatát két eltérő mederalakú patakban vizsgáltuk. Az elsőben jelentős növényi anyag és detritusz felhalmozódás volt. Itt a terület alapkőzetét jelentő Lajta kori mészkőtörmelék igen kis mennyiségben volt jelen, mégis az első és az utolsó lárvastádiumban a lárvák ebből az anyagból építették lakócsövüket (1.A. ábra). A növényi eredetű építőanyag csak a köztes lárvastádiumokban dominált, ahol az állatok többsége növényi anyagból, építkezett. Az utolsó lárvastádiumhoz közelítő lárvák házai között gyakran találtunk olyat, amely mészkődarabkákat is tartalmazott. Ez a lakócsőrész mindig a tegez elülső részét képezi, és élesen elkülönül a növényi anyagokból készült hátsó résztől.

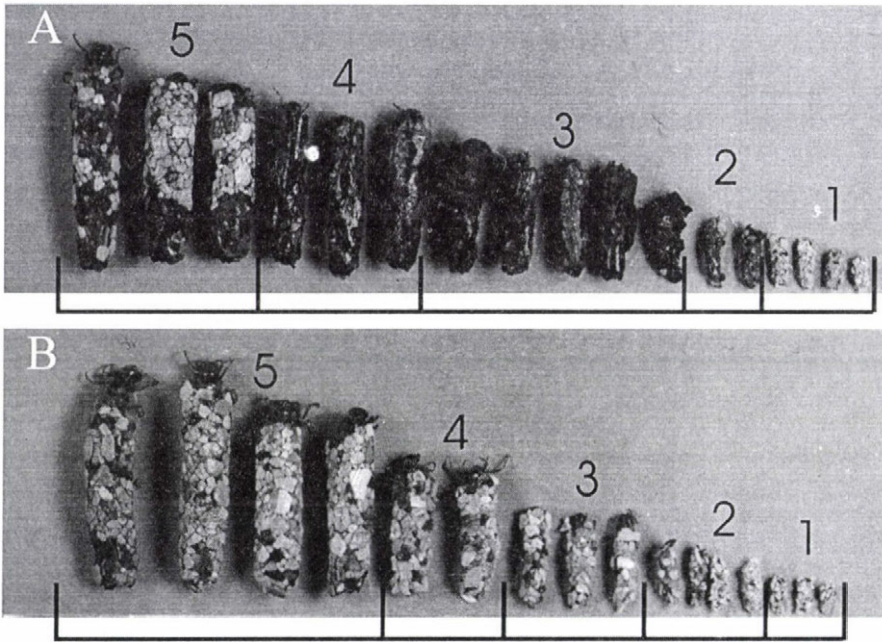
A másik élőhelyen viszont a meder domináns anyaga a Lajta kori mészkőtörmelék (Fehér-forráscsoport). Az itt élő, jelentős méretű lárvapopuláció egyedeinek többsége mészkődarabkákból építi lakócsövét (1.B. ábra). Előfordul, hogy a mészkőanyagú tegezbe elszórtan fekete közetszemcséket, fekete fakéreg darabkákat és a forrás kifolyóban szennyezésként jelenlévő piros műanyag-törmelékét is beépítenek.

Ősszel a falevelk lehullásával a vízben felszaporodik a növényi anyag, és ekkor dominánssá válnak azok a lakócsövek, amelyeknek elülső fele mészkődarabokból, míg a hátulsó része levéldarabokból épül. Ez az állapot a bábházak megjelenéséig tart, amelyek viszont mindig közetszemcsékből állnak.

Az előbbieken felvázolt építési stílusváltozás azonban nem általános jelenség, mert azokon a patakrészeken, ahol a lárvák egész évben hozzájutnak az ásványi anyaghoz, ott minden stádiumban ásványianyag a lakócső építési anyaga. Ezzel a megfigyelésünkkel nem sikerült megerősítenünk azt a hipotézist, amely a *P. latipennis*, *P. nigricornis*-hoz hasonló építési stílusváltozásról azt állítja, hogy ez genetikailag rögzített, a környezettől független, spontán végbemenő folyamat, amely az egyedfejlődés során mindig megjelenik a 4. lárvastádium körül (ZINTL 1974).

A terepen végzett megfigyeléseket laboratóriumi kísérletekkel is kiegészítettük. A természetes élőhelyen fellelhető mészkőlapocskákat összetört tojáshéjjal, a növényi anyagokat pedig bükklevél darabkákkal helyettesítettük. Megfigyeléseink alapján bebizonyosodott, hogy a lárvák akkor is beépítik a tojáshéj darabkákat lakócsövükbe, ha rendelkezésükre áll eredeti mederanyag is, ezért ez a mesterséges aljzat megfelelően helyettesítheti a természetes ásványi anyagot. A kísérleteket a petecsomót éppen elhagyó lárvákkal kezdtük (3.A. ábra), és az utolsó stádiumú, bebábozódás előtt álló lárvákkal fejeztük be. Laboratóriumban sikerült elkészítenünk az állatokkal mind az ásványi, növényi, mind pedig a vegyes építészű lakócsöveket is minden lárvastádiumban.

Lárvastádiumok 1-5.



1. ábra. *P. nigricornis* lárvák a két borszönyi élőhelyről.

Figure 1. *Potamophylax nigricornis* larval cases from the first stream (A) and from the White Spring Group.

A két különböző élőhelyről begyűjtött állatokat, ha megkapták mind a kétféle építőanyagot, akkor függetlenül attól, hogy eredetileg milyen összetételű házban laktak, tisztán ásványi anyagokból (tojáshéj) építették meg tegezüket. A lárvák a lakócsőépítés megkezdésekor gyakran összehordtak növényi anyagokból egy kupacot és ez alatt készítették el a tojáshéjdarabkákból álló házat, de többen csak támasztéknak használták a levéldarabokat. Ebből arra következtettünk, hogy a lakócsőépítésben nem elengedhetetlenül fontosak a növényi anyagok, bár úgy tapasztaltuk, hogy jelenlétük meggyorsítja az építkezés folyamatát.

A lárvák akkor is elkészítik lakócsövüket, ha csak levéldarabokhoz jutnak. A lakócsőépítés laboratóriumi vizsgálata során 207 db lárvával végeztünk kísérleteket. Ennek első lépéseként a csak bükkleveleket tartalmazó tartályokban a házától megfosztott lárvák egy része megépítette lakócsövét. Az építkezés az esetek többségében 1–2 nap alatt ment végbe. A lakócsövet nem építő egyedek mindegyike két héten belül elpusztult (I. táblázat).

I. táblázat. A bükklevélből történő lakócsőépítés adatai a *P. nigricornis* esetében.
Table 1. The data of the case-building from plant materials of *P. nigricornis*.

Lárva-csoportok (I–V.)	Lakócsőépítés bükklevélből			
	házától megfosztott lárvák száma	egy nap alatt elkészült lakócsövek száma	két-három nap alatt elkészült lakócsövek száma	az összes elkészült lakócső száma
I. lárvastádiumú lárvák	42	8 (19 %)	10 (23,8 %)	24 (57,1 %)
II. lárvastádiumú lárvák	31	15 (48,4 %)	4 (12,9 %)	19 (61,3 %)
III. lárvastádiumú lárvák	55	22 (40 %)	7 (12,7 %)	32 (58,2 %)
IV. lárvastádiumú lárvák	49	18 (36,7 %)	7 (14,3 %)	29 (59,2 %)
V. lárvastádiumú lárvák	30	9 (30 %)	8 (26,7 %)	23 (76,7 %)

A növényi anyagokból álló tegez a lárvák képesek átépíteni ásványi anyagúvá, ha a kísérlet folytatásaként tojásbélyegdarabkákat, vagy a mederből származó kötőrmelékot juttattunk nekik. Ez mindig a ház elülső végén kezdődik úgy, hogy a lebontott növényi rész helyébe kerül a mészkőlapocskák. Az állat lakócsövéből kihajolva, körkörös haladva építi a tegez, miközben időnként belülről rögzíti a tojásbélyegdarabkákat (3.B. ábra).

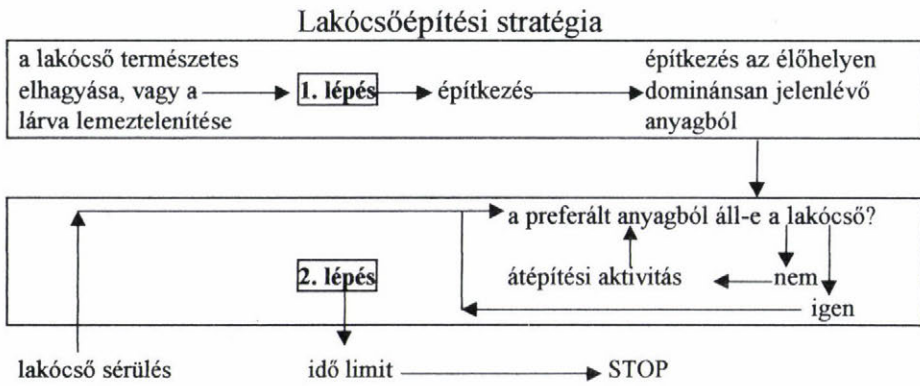
Az egyes lárvastádiumokban az az időintervallum, amely alatt a lárva képes átépíteni lakócsövét, különböző ideig tart. Az első stádiumú, növényi anyagból álló tegez még 14 nap elteltével is át tudják építeni, míg az 1,5 cm-es állatok (3. stádium) csak egy napig voltak képesek ugyanerre a tevékenységre.

Az első bábok megjelenésével egy időben begyűjtött utolsó stádiumú lárvák nem sokkal a bebábozódás előtt is képesek átépíteni ásványi anyagúvá azt a lakócsövet, melyet még az utolsó lárvastádium kezdetén építettek az eredeti élőhelyen. Ha a lárva a meghatározott idő alatt nem jut annyi építőanyaghoz, hogy házat teljesen átépítse, akkor a tegez elülső része ásványi, míg a hátsó része növényi anyagból lesz.

Amennyiben a lárvák tegezépítés során nemcsak tojásbélyeg és növényi anyagokat kapnak, hanem műanyag lapocskákat is, akkor a tojásbélyegdarabokkal keverve, kismértékben ezeket is beépítették. Mikor az eredeti élőhelyen jelenlévő nagyobb bazalt darabokból származó zúzalékot juttattunk a lárváknak, akkor ennek vékony lapocskáit is felhasználták építkezésükre (3.C. ábra).

A kísérleti-, és tereptapasztalatok tehát azt valószínűsítik, hogy az építőanyag kiválasztásában nem elsősorban annak kémiai összetétele, hanem fizikai tulajdonságai (például keménysége, alakja, fajsúlya) a fontosabbak (3.E,F. ábra).

A vizsgált különböző korú lárvák tehát az ásványi eredetű, illetve bizonyos fizikai tulajdonságaikban ehhez hasonló építőanyagot (kemény fakéregdarab, műanyag törmelék) preferálták. Néhány természetes élőhelyen viszont a 2., 3., 4. lárvastádiumokban a növényi anyagokból történő építkezés dominált. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a lárvák a preferált építőanyag hiányában a nagy mennyiségben jelen lévő növényi anyagokból is el tudják készíteni lakócsövüket.



2. ábra. A *P. nigricornis* lakócsőépítési viselkedésének modellezése folyamatábra segítségével.

Figure 2. The model can be split into two parts: in the first one, case-building takes place after shedding, while in the second part, the finished house is rebuilt. The case is built even if the preferred material is not accessible. After finishing the case-building motivation, the second function is still ready to operate. This later motivation enables the larvae to complete and rebuild the case. I didn't observe rebuilding activity if they were able to build a case of ideal construction and materials in the first section, or if they ran out of time, while rebuilding motivation lasted.

Az is bebizonyosodott, hogy egy ideig képesek ezt átépíteni a tegez elülső vége felől ásványi anyagúvá. Az időintervallum hossza, amely alatt a házat átépíthetik az egyes lárvastádiumokban eltérő, de az adott stádiumra jellemző érték. A lakócsőépítés szempontjából az időkorlátozó tényező, ezért hiába az egyértelmű építőanyag-preferencia és az átépíthetőség, a tegezek mégis a mederviszonyokat tükrözik.

A legérdekesebb példák azokban a szélsőséges helyzetekben jelennek meg, ahol nagyarányú növényi anyag felhalmozódás jelentkezik, vagy az ásványi anyagok egész évben hozzáférhetőek a lárvák számára.

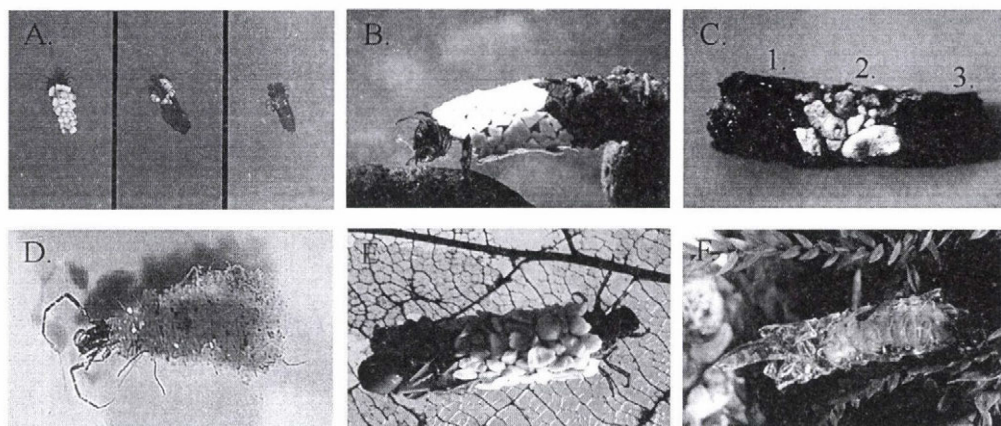
Az első esetben az első és utolsó lárvastádiumon kívül a 2.,3.,4. stádiumú lárva is szinte csak növényi anyagokból építkezik, míg a második esetben minden lárva tisztán ásványi anyagú építőanyagot használ. Mindezek alapján a köztes lárvastádiumok tükrözik vissza leginkább a pillanatnyi mederviszonyokat, hiszen ekkor van az állatnak a legkevesebb ideje arra, hogy a hiányzó preferált anyagot felkutassa és beépítse.

A lakócsőépítés etológiája

Az eredmények azt mutatják, hogy a *P. nigricornis* lárvák lakócsőépítése egy pontosan szabályozott folyamat, amely az eddig ismert öröklődő magatartásformákkal szemben a változó környezethez való folyamatos adaptációt is lehetővé teszi. Az alábbiakban kísérletet teszünk arra, hogy a lárvának ezt a viselkedését folyamatábra segítségével modellezzük (2. ábra).

A modell két részre osztható. Az elsőben a vedlés utáni, vagy a lakócsőtől való megfosztás hatására történő tegezépipítés, míg a második részben a már elkészült ház átépítése megy végbe. Ez utóbbi akkor történik, ha a lakócső az első szakaszban nem a kívánt formájú vagy anyagú lett.

Megfigyeléseink szerint az építőanyag preferencia nem változik a lárvaélet során, de az építési motiváció (I.) olyan nagy az első szakaszban, hogy a lakócső elkészül akkor is, ha a preferált anyag nem áll a lárva rendelkezésére. Szélsőséges helyzetben, az építőanyag teljes hiányakor az állat saját váladékából is szőhet magának tegzet (3.D. ábra).



3. ábra. A *P. nigricornis* lárvákkal folytatott laboratóriumi kísérletek eredményei. (A) Első stádiumú lárvák. Mészke anyagú, kevert és növényi anyagú lakócső. (B) A növényi anyagú lakócső átépítése tojáshéj darabkák felhasználásával. (C) A növényi anyagú lakócsővét átépítő lárva először bazalt törmelék (1), majd fehér mészkő törmelék (2) kapott. A lakócső vége (3) növényi anyagú. (D) Építőanyag hiányában *Leptocerus* lárva szövedékéből épített lakócsövet. (E) Ez a lárva a növényi anyagú lakócső átépítése során először fehér, majd kék műanyag törmelék (2) kapott. (F) A képen látható állat növényi anyagú házat teljesen átépítette üvegszilánkokból.

Figure 3. (A) First stage of the *P. nigricornis* larvae. Case from limestone fragments, case from mixed materials, case from plant materials. (B) *P. nigricornis* larvae are able to rebuild the cases from plant materials into preferred egg-shell fragments. This always starts at the anterior part of the cases. (C1) The larva came by first black basalt (C2) later white limestone fragments (C3) while it was altering its case made of plant material. (D) In an extreme situation, in complete absence of building materials, *Leptocerus* sp. caddis larvae may take the case from its own secretion. (E) This larva obtained first white, subsequently blue plastic fragment in the course of rebuilding its case made of plant materials. (F) This *P. nigricornis* larva remade its case from plant materials into preferred glass fragments.

A ház elkészülte után előtérbe kerülhet az átépítési motiváció (II.), amely a nem megfelelő tegez átalakítását eredményezi. Ez utóbbi motiváció, amely az egyes lárvastádiumokban meghatározott ideig tart, létrehozza a lakócső pillanatnyi állapotát érzékelő, és a tegezt átalakító aktivitást is. A lakócsővel rendelkező lárváknál ezek szerint akkor nem tapasztalunk átépítési aktivitást, ha sikerült ideális szerkezetű, anyagú házat építeniük már az első szakaszban, vagy ha eltelt az az idő, amíg az építési motiváció tart.

Vajon mi okozza az első igen erőteljes építési motiváció megjelenését, majd a ház elkészülte után hirtelen bekövetkező eltűnését? Erre TOMASZEWSKY (1981) szolgál adatokkal, amelyek arra utalnak, hogy a szabályozásban fontos szerep jut a tor első szelvényén lévő szemölcsök mechanoreceptorainak, amelyeket ha nem ingerel a lakócső, akkor kiváltják a lakócsőépítési motivációt (I), ami addig tart amíg az új lakócső nem ingerli ismét a receptorokat. Ezek az adatok és a felvázolt építési és átépítési motiváció egymásra épülése arra is magyarázatot ad, hogy a kísérletes lakócsőmegfosztás miért vezet ugyanúgy az egész lakócsőépítés és átépítés megismétléséhez, mint ahogy az a vedlés után történik. Ennek az oka is feltehetően a szemölcsöt érő mechanikai ingerek megszűnése, amelyek mindezedig még ismeretlen módon az elejétől kezdve aktiválják az egész lakócsőépítési viselkedést.

Tapasztalataink arra utalnak, hogy egy egységes lakócsőépítési stratégia teszi lehetővé az összes különböző típusú lakócső megjelenését, és az öröklődő preferencia mellett a meder viszonyok is meghatározóak a lakócső építőanyag-összetételének alakulásában, elsősorban a köztes lárvastádiumokban. Az előbbieket ismeretében feleslegessé válik az a gyakran felmerülő kérdés, hogy mikor jelenik meg az egyedfejlődés során az előzőtől eltérő építőanyagú lakócső, hiszen ez a meder alkatának is függvénye. Ez utóbbi tény növeli a lárvák rejtőzködési esélyeit, ugyanakkor e stratégia biztosítja az ásványi anyagból épülő lakócső előnyeit ott, ahol ez a legfontosabb, az első és az utolsó lárvastádiumokban, és ha a környezeti viszonyok lehetővé teszik, akkor a 2.,3.,4. stádiumban a lárvák a növényi részekből felépülő tegez kedvező tulajdonságait is kihasználhatják. Az egyedfejlődés során változhat a különböző építésű lakócsővek adaptivitási értéke, amit jól szolgál a fentiekben ismertetett lakócsőépítési mechanizmus. Egységes építési stratégiára utal az a rendszertani tény is, hogy ilyen építőanyag-váltást a Limnephilidae család 10 fajánál mutattak ki eddig, amelyek közül 3 a *Potamophylax* genuszba tartozik (*Chaetopteryx sahlbergi* McL., *Limnophilus rhombicus* L., *Limnophilus griseus* L., *Limnophilus lunatus* Curt., *Potamophylax stellatus* Curt., *Potamophylax latipennis* Curt., *Potamophylax nigricornis* Curt., *Hydatophylax magnus* Mart., *Hydatophylax nigrovittatus* McL., *Halesus tessellatus* Rambur) (LEPNYEVA 1971).

A *P. rotundipennis* egyedfejlődése

Az Egres-patakban élő *Potamophylax rotundipennis* lárvák három fejlődési csoportba sorolhatóak. Ezzel magyarázható, hogy a májusban elkezdődő rajzás áthúzódik a nyári hónapokra is, és az imágók ősszel is repülnek. A *Potamophylax rotundipennis* faj lárva állapotban telet át. A télen is aktív egyedek a vízbe kerülő égerlevelekkel és az ágakon kialakuló élőbevonattal és az ágakkal is táplálkoznak.

A lárvákat egyelő módszerrel gyűjtöttük be a patakból. Ennek során három különböző lárvastádiumba tartozó lárvát sikerült begyűjteni. A nagy méretű tegeszalárvák jelentős része a homokos vízfenéken mászott, míg a kis-, a közepes- és a nagyméretű lárvák egy része az égerágakon kapaszkodik.

A *P. rotundipennis* lakócsőépítése

A lakócsőépítés laboratóriumi vizsgálata során 158 db lárvával végeztünk kísérleteket. Ennek első lépéseként a csak égerleveleket tartalmazó tartályokban a tegzétől megfosztott lárvák megépítették lakócsőveiket (2. táblázat).

2. táblázat. Az égerlevélből történő lakócsőépítés adatai a *P. rotundipennis* esetében.
Table 2. The data of the case-building from plant material of *P. rotundipennis*.

Lárvacsoportok (I–III.)	Lakócsőépítés égerlevélből			
	háztól megfosztott lárvák száma	egy nap alatt elkészült lakócsővek száma	két-három nap alatt elkészült lakócsővek száma	az összes elkészült lakócső száma
kisméretű lárvák (I.)	44	26 (59,1 %)	10 (22,7 %)	36 (81,8 %)
közepes méretű lárvák (II.)	58	14 (24,1 %)	12 (20,7 %)	26 (44,8 %)
nagyméretű lárvák (III.)	56	16 (28,6 %)	10 (17,9 %)	26 (46,4 %)
Összes lárvák (I–III.)	158	56 (35,4 %)	32 (20,3 %)	88 (55,7 %)

Ezt követően a növényi anyagú lakócsővel rendelkező lárvákat áthelyeztük olyan aljzatokra, amelyek eredeti mederanyagokat és a lárvák által preferált más építőanyagokat tartalmaztak.

A kísérletek eredményei szerint a növényi anyagú lakócsővek átépítési ideje a vizsgált három különböző lárvastádiumban hasonló volt. Az átépítés legrövidebb időtartama 2 nap volt, ami néhány egyednél egészen 15 napig is elhúzódott. Mind a kis-, közepes, és nagyméretű lárváknál is előfordult a legrövidebb és leghosszabb átépítési periódus.

A növényi anyagú lakócsőveket elkészítő lárvákat a lakócső elkészítése után különböző időpontokban vontuk be az aljzat kicserélési kísérletekbe. Ennek során azt tapasztaltuk, hogy a növényi anyagú lakócső elkészültét követő első naptól kezdődően egészen a 35. napig megmaradt a lakócsőátépítési aktivitás mindhárom lárvacsoportban.

Az építőanyag preferencia vizsgálatok eredményeként megállapítható, hogy a *P. rotundipennis* lárvái a házépítő anyag fizikai tulajdonsága, elsősorban keménysége alapján választanak építőanyagot. A vizsgált lárvák mindkét esetben a kemény tojás héj darabkákat, műanyag törmeléket és a természetes építőanyagukat, a homokszemcséket részesítették előnyben a lágy növényi részekkel szemben.

Az is megfigyelhető volt, hogy az építőanyag kiválasztásakor a lárvák döntését nem befolyásolta, hogy a mesterséges aljzat építőanyagai sokkal nagyobb méretűek voltak, mint a homokszemcsék.

A *P. rotundipennis* lakócsőépítése

A *P. nigricornis* lárvákhoz hasonlóan a lakócső építőanyagának kiválasztásakor egy fizikai tulajdonság, a keménység a fő szempont. Preferált építőanyag hiányában is képesek a lárvák elkészíteni lakócsőveiket, például lágy növényi részekből. Ha hozzájutnak a preferált

építőanyaghoz, akkor a lág, növényi anyagokból elkészített tegezt az elülső résztől kezdődően képesek átépíteni.

A növényi anyagú lakócső átépítése során nincs időkorlát. A különböző korú lárvák számára igen hosszú idő áll rendelkezésre, hogy átépítsék lakócsövüket preferált anyagúvá.

A preferált (kemény) építőanyag kiválasztásakor az egyes szemcsék mérete tág határok között változhat. A *P. rotundipennis* lárvák a homokszemcséknél jóval nagyobb méretű építőelemeket használtak fel. Ennek a különbségnek az is lehet az oka, hogy a nagyobb méretű építőanyag preferenciája ellenére az Egres-patak homokos medre miatt a lárváknak homokszemcsékből kellett elkészíteniük házukat. Amikor azonban lehetőségük nyílt nagyobb méretű, keményebb építőanyag felhasználására (mesterséges aljzat), akkor ezeket választották.

A *P. rotundipennis* lakócsőépítési stratégiája lehetővé teszi, hogy a preferált építőanyag hiányában is elkészüljön a lakócső a mederben dominánsan jelenlévő anyagból. Ugyanakkor, mivel az átépítés időtartama igen hosszú lehet (nincs időkorlát), ezért a lakócsövek többsége – minden lárvastádiumban hasonlóan – nagy valószínűséggel a preferált építőanyagból fog elkészülni. Mindezek alapján elmondhatjuk, hogy a *P. rotundipennis* lakócsőépítési stratégiája nem teszi lehetővé, egyik lárvastádiumban sem azt, hogy a lakócsövek építőanyag-összetétele tükrözze a mederben építőanyagként szóba jöhető fragmentumok arányát, ahogy ezt a *P. nigricornis* esetében tapasztaltuk. A patakban kialakuló nagyobb növényi anyag felhalmozódás esetén is a lakócsövek homokból készülnek, ami ilyen körülmények között csökkentheti a lárvák rejtőzködési esélyeit.

Irodalom

- ANDRIKOVICS S. (1979): Preliminary quantitative macrofaunal investigations on characteristic biotopes of lake Fertő/Hungary. – *Annales.*, 22–23: 127–144.
- ANDRIKOVICS S. & ÚJHELYI S. (1983): Trichoptera of the Hungarian part of Lake Fertő (a faunistical and ecological treatise). – *Fol. Ent. Hun.*, 2: 5–8.
- KISS O. (1978): A Bükk hegységi Disznóskút és Sebesvíz Trichopterái. – *Acta Acad. Ped. Agriensis* 718: 493–507.
- KISS O. (1979): A folyóvízi társulások mozaikelvének értelmezése és az ökológiai niche. – *Act. Acad. Ped. Agriensis* 756: 453–466.
- KISS O. (1981): Data to the Trichoptera fauna of the Mátra mountains (Hungary). – *Fol. Hist. Nat. Mus. Matr.* 7: 37–40.
- KISS O. (1984): Trichoptera in an intermittent rill of the Bükk Mountains, North Hungary. – *Proc. 4nd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 191–195.
- KISS O. (1989): Trichoptera from a light trap in the Bükk Mountains, North Hungary. – *Proc. 6nd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 233–236.
- KISS O. & SCHMERA D. (1997): The caddisflies of a refugium area in North Hungary. – *Proc. 8nd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 221–225.
- KISS O., ANDRIKOVICS S., SZIGETVÁRI G. & FISLI I. (1999): Trichoptera from a light trap in the Börzsöny Mountains, North Hungary, 1996. – *Proc. 9th. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 165–170.
- KRISKA GY. & ANDRIKOVICS S. (1997): The life-history and gut content of *Potamophylax nigricornis* (Trichoptera, Limnephilidae). – *Opusc. Zool.*, Budapest. 29-30: 113–116.
- LEPNYEVA A. (1971): Fauna of the U.S.S.R. (III.). – *IPST.* pp. 321–328.
- MACAN M. A. (1973): British Trichoptera. – *Freshwater Biol. Assoc.* 28: 1–151.

- NEPOMNYASHCHIKH V. A. & VALYUSHOK L. N. (1990): Instinctive behaviour in caddis-fly larvae of the species *Chaetopteryx villosa* Fabr. – Tr. Inst. Biol. Vnutr. Vod. Akad. Nauk. SSSR. 57: 60: 95–103. (In Russian)
- NEPOMNYASHCHIKH V. A. (1992): The role of accidental events in the control of searching behaviour in caddis larvae. – *Biologicheskie Nauki* (Moscow) 0(11–12): 74–81. (In Russian)
- NEPOMNYASHCHIKH V. A. (1993a): Behaviour of the caddis fly, *Chaetopteryx villosa* Fabr. larvae (Limnephilidae: Trichoptera), and the optimal foraging theory. – *Zhurnal Obshchei Biologii* 54: 739–744. (In Russian)
- NEPOMNYASHCHIKH V. A. (1993b): Storage of information on the quality of particles for the case building by caddis fly larvae, *Chaetopteryx villosa* (Trichoptera, Insecta). – *Zhurnal Obshchei Biologii* 54: 317–323. (In Russian)
- NÓGRÁDI S. (1983a): The caddisfly fauna of the valley nagy-mély-völgy, Mecsek mountains, Hungary (Trichoptera). – *Jan. Pan. Múz. Év.* 28: 15–22.
- NÓGRÁDI S. (1983b): Six caddisfly species new in the Hungarian fauna (Trichoptera). – *Fol. Ent. Hun.* pp. 159–165.
- NÓGRÁDI S. (1985a): Further caddisfly species new to the Hungarian fauna (Trichoptera). – *Fol. Ent. Hun.* pp. 129–135.
- NÓGRÁDI S. (1985b): Caddisflies of the Barcs juniper woodland, Hungary (Trichoptera). – *Dun. Term. Dolg.* 5: 117–134.
- NÓGRÁDI S. (1994): New data to the caddisfly (Trichoptera) fauna of Hungary. – *Fol. Ent. Hun.* 55: 271–280.
- NÓGRÁDI S. & UHERKOVICS Á. (1985): A Bakony hegység és környéke tegzes faunája (Trichoptera). – *Fol. Hist. Nat. Mus. Mátr.* 4: 107–128.
- NÓGRÁDI S. & UHERKOVICS Á. (1995): A magyarországi tegzesek (Trichoptera) elterjedése és gyakorisága az utóbbi évtizedben, számítógépes feldolgozás adatai alapján. – *Jan. Pan. Múz. Év.* 39: 49–67.
- NÓGRÁDI S., UHERKOVICS Á. & ANDRIKOVICS S. (1991): Foundation of the caddisfly (Trichoptera) fauna of the Visegrádi Mountains. – *Opusc. Zool.* 24: 143–158.
- OLÁH J. (1964): Adatok a Zempléni hegység Trichoptera faunájának ismeretéhez. *Fol. Ent. Hun.* pp. 75–86.
- OLÁH J. (1972): Aljzatsere és táplálkozás közötti kapcsolat a *Potamophylax rotundipennis* Brauer lárvájánál (Trichoptera). – *Állat. Közl.* pp. 106–110.
- OTTO C. & SVENSSON B. S. (1980): The significance of case material selection for the survival of caddis larvae. – *Journ. of Anim. Ecol.* 49: 855–865.
- ROWLANDS M. L. J. & HANSELL M. H. (1987): Case design, construction and ontogeny of building in *Glyptotaelius pellucidus* caddisfly larvae. – *Journ. of Zool. (London)* 211: 329–356.
- TOMASZEWSKI C. (1973): Studies on the adaptive evolution of the larvae of Trichoptera. – *Act. Zool. Cracoviensia* 13: 311–398.
- TOMASZEWSKI C. (1981): The principles of case building behaviour in Trichoptera. – *Proc. 3rd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 365–373.
- ÚJHELYI S. (1982): Ein Beitrag zur Verbreitung der Hydropsyche-Arten (Trichoptera) in Ungarn. – *Fol. Ent. Hun.* 43: 191–203.
- ULMER G. (1909): Trichoptera. Verlag von Gustav Fischer p. 325.
- ZINTL H. (1974): House building: problems about the spontaneous change of the architectural style in the larva of *Potamophylax latipennis* (Curt.) (Trichoptera, Limnephilidae). – *Proc. 1st. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 187–201.
- ZINTL H. & STAMMEL G. (1977): House building with panels: distribution of building activities, in the larva of *Potamophylax latipennis* (Curt.) (Trichoptera, Limnephilidae). – *Proc. 2nd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 249–258.
- ZINTL H. (1981): Observations and a theory on the building style change in the *Potamophylax latipennis* (Curt.) (Trichoptera, Limnephilidae). – *Proc. 3rd. Intern. Symp. Trichoptera* pp. 441–447.

New interpretation of the case-building strategy of the
Potamophylax nigricornis (Pict.) and *Potamophylax rotundipennis* (Brauer)
(Trichoptera, Limnephilidae)

GYÖRGY KRISKA & SÁNDOR ANDRIKOVICS

During a hydroecological survey we observed the case-building strategy of two common caddisfly (*Potamophylax nigricornis*, *Potamophylax rotundipennis*). We found that the type of building materials for cases varies with substrate. A homogeneous case-building strategy made it possible for different types of cases to be built during different instars. Larvae built their cases from plant materials, when preferred mineral materials were absent. Larvae rebuilt cases starting from the anterior opening if they found mineral substances. After finishing the case of vegetable materials, the *P. nigricornis* larva rebuilt the case only for a certain time, and the length of time differed in each larval stage. The longest time was in the first and the last instars. Intermediate life stage cases were most similar in composition to the substrate since these instars used the least time to rebuild their plant material cases. Whereas *P. rotundipennis* larva can rebuild the case not only for a certain time in each larval stage. The ability to construct different types of cases in a life-cycle may be an adaptive trait that increases the ecological plasticity of *P. nigricornis* and *P. rotundipennis* larvae. Presumably, this case-building strategy occurs in many caddis larvae and may be one of the most important factors for the evolutionary and ecological success of the Limnephiloidae.

Egyenesszárnyú együttesek életforma-spektrumának változása a száraz és félszáraz gyeppek struktúrájának függvényében*

RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS

Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, H-4010 Debrecen, Pf. 3.

Összefoglalás. Jelen munkánkban feldolgozott 58 mintavételi hely, amelyek fontosabb hazai száraz és félszáraz gyeptársulásainkat reprezentálják, kvantitatív módszerekkel gyűjtött anyagát sokváltozós statisztikai módszerekkel elemeztük. Korábbi szerzők tipizálása valamint a saját terepi tapasztalataink alapján hét életforma típust különítettünk el: a morfo-ökológiai és viselkedés-ökológiai tulajdonságaik alapján megkülönböztethető thamnobiont, chortobiont és geobiont életformákat, valamint a viselkedés-ökológiai jellegzetességeik alapján elkülöníthető chorto-thamnobiont, chorto-geobiont, geo-chortobiont, geo-psammobiont életformákat. Megállapítottuk, hogy a különböző száraz és félszáraz gyeptársulásokra a borítottság és a szintezettség mértékétől függő egyenesszárnyú életforma megoszlás a jellemző. Tehát az egyes gyeptársulások nemcsak a hozzájuk kapcsolódó egyenesszárnyú együttesek relatív mennyiségi viszonyaival és fajösszetételével jellemezhetők, hanem – struktúrájuktól függően – az egyenesszárnyú együttesek életforma-spektrumával is. Eredményeink e rovarcsoport (Orthoptera) bioindikációs értékét, konzervációbiológiai jelentőségét bizonyítják.

Kulcsszavak: lösz-, homok-, szikespusztai, száraz és félszáraz gyep; gyep szerkezet, Orthoptera-együttes; életforma típus.

Bevezetés

Növénytársulások és egyenesszárnyú együttesek

Noha az egyenesszárnyú együttesek gyeptársulásokhoz való kötődése eléggé közismert (NAGY 1944, RÁCZ et al. 1994), kötődésük okai kevésbé tisztázottak. Feltételezhetjük, hogy a hasonló növényasszociációknak hasonló struktúrájuk, és ezért közel hasonló mikroklímájuk van. Feltételezhető továbbá, hogy az egyes – elsősorban sztenok – fajok elterjedése nagymértékben megegyezik az adott növénytársulás elterjedésével, tehát a növényasszociáció-csoportoknak jellemző fajkombinációjú egyenesszárnyú együttesek felelnek meg (NAGY 1944, RÁCZ & VARGA 1978, VARGA & RÁCZ 1986, RÁCZ 1986, RÁCZ 1998a).

Ezek kvantitatív összehasonlító – a faji összetétel mennyiségi – elemzésével ugyan az egyes társulásokban bekövetkező változások jól nyomon követhetők, de emellett szükséges a minőségi jelek elemzése is. Az adott termőhelyi feltételek között szerveződő faj-együttesek (ökofaunák) tagjai jellemző életforma típusokba sorolhatók (NAGY 1944, BEI-BIENKO 1950, PRAVDIN 1978, SZTOLYAROV 1976, SZTEBAEV & NIKITINA 1976), s így az adott növénytársulások nemcsak egyenesszárnyú együttesek kompozicionális karakterével, hanem

* Előadta a szerző az Állattani Szakosztály 910. előadóján (2001. március 7.).

– a növényzeti struktúrától függő (DORDA 1998) – életforma típus arányaikkal is jellemezhetők (RÁCZ 1997, 1998b).

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a különböző gyeptársulások és a kapcsolódó egyenesszárnyú együttesek életforma típusai közötti kapcsolatot elemezzük, illetve választ kapjunk arra a kérdésre, hogy a különböző struktúrájú gyepek jellemezhető-e az egyenesszárnyú együttesek életforma-spektrumaival.

Módszerek

Jelen munkánkban 58 mintavételi hely kvantitatív módszerekkel (fűháló, tálcapda) gyűjtött (DREUX 1962) anyagát dolgoztuk fel. A mintavételi helyek a fontosabb hazai száraz és félszáraz gyeptársulásainkat reprezentálják. A következő gyűjtések eredményeit dolgoztuk fel: homoki gyepek: Kiskunság: Bugac-Bócsa: 21–25 (RÁCZ 1986), Igrici: 26–27 (RÁCZ & VARGA 1978), Csévharaszt: 28–31 (SZELÉNYI et al. 1974), Nyírség: 32–34, 35, 36, 37 és 38 (VARGA 1977); löszgyepek: Hernád-völgy: 1–10 (VARGA & RÁCZ 1986), Hortobágy: Újszentmargita, Ohat: 11, 12 (VARGA 1997, RÁCZ 1998b); sziki gyepek: Hortobágy 13–18 (VARGA 1997, RÁCZ 1998b), Kiskunság: Apajpuszta: 19–20 (RÁCZ 1986, 1998b); közep-hegységi száraz és félszáraz gyepek: Aggteleki Karszt: 39–58 (PARRAGH 1987, ORCI 1997, VARGA et al. 2000). A jellemző növénytársulások egyenesszárnyú együtteseinek faji összetétele, a fajok előfordulási gyakorisági kategóriái, életforma és faunaelem típusa valamint ökológiai karaktere az 1–4. táblázatokban látható.

Az életforma típusok megállapításához részben a NAGY féle (NAGY 1947), részben a PRAVDIN által módosított BEI-BIENKO féle tipizálást (BEI-BIENKO 1950, PRAVDIN 1978), valamint saját terepi tapasztalatainkat használtuk fel. Az egyes mintavételi helyek egyenesszárnyú együtteseinek csoportdominancia értékeit felhasználva egyrészt vizsgáltuk az egyes minták életforma-spektrumát, másrészt kvantitatív távolságot számoltunk az egyes felvételek között, s az így kapott adatmátrixot sokváltozós statisztikai elemzésnek vetettük alá (Nucosa 1.04: Matusita index, cluster analízis /MISSQ/, főkoordináta analízis; TÓTHMÉRÉSZ 1994).

Eredmények és megbeszélésük

Életforma típusok

Az egyenesszárnyúakat az adott fajok életformái is jellemzik. A különböző életformák tipizálása szerzőnként – nevezéktanában és a felosztás finomságában – változik (NAGY 1947, BEI-BIENKO 1950, KALTENBACH 1962, SCHIEMENZ 1969, KIS & VASILIU 1970, PRAVDIN 1978, RÁCZ 1998a). A fajokat alapvetően két nagy életforma-típusba, a növényzetet kedvelő fitofil és a szabad talaj- illetve alapkőzet felszín előnyben részesítő geofil típusba sorolják. Az egyes életforma-típusok morfológiai különbségeket mutatnak, amely nemcsak a fajok testalkatában, hanem a színzetében is megmutatkozik. Ezek a tulajdonságok sokkal kifejezettebbek a *Caelifera*, mint az *Ensifera* taxonban (PRAVDIN 1978). A fitofil típust a

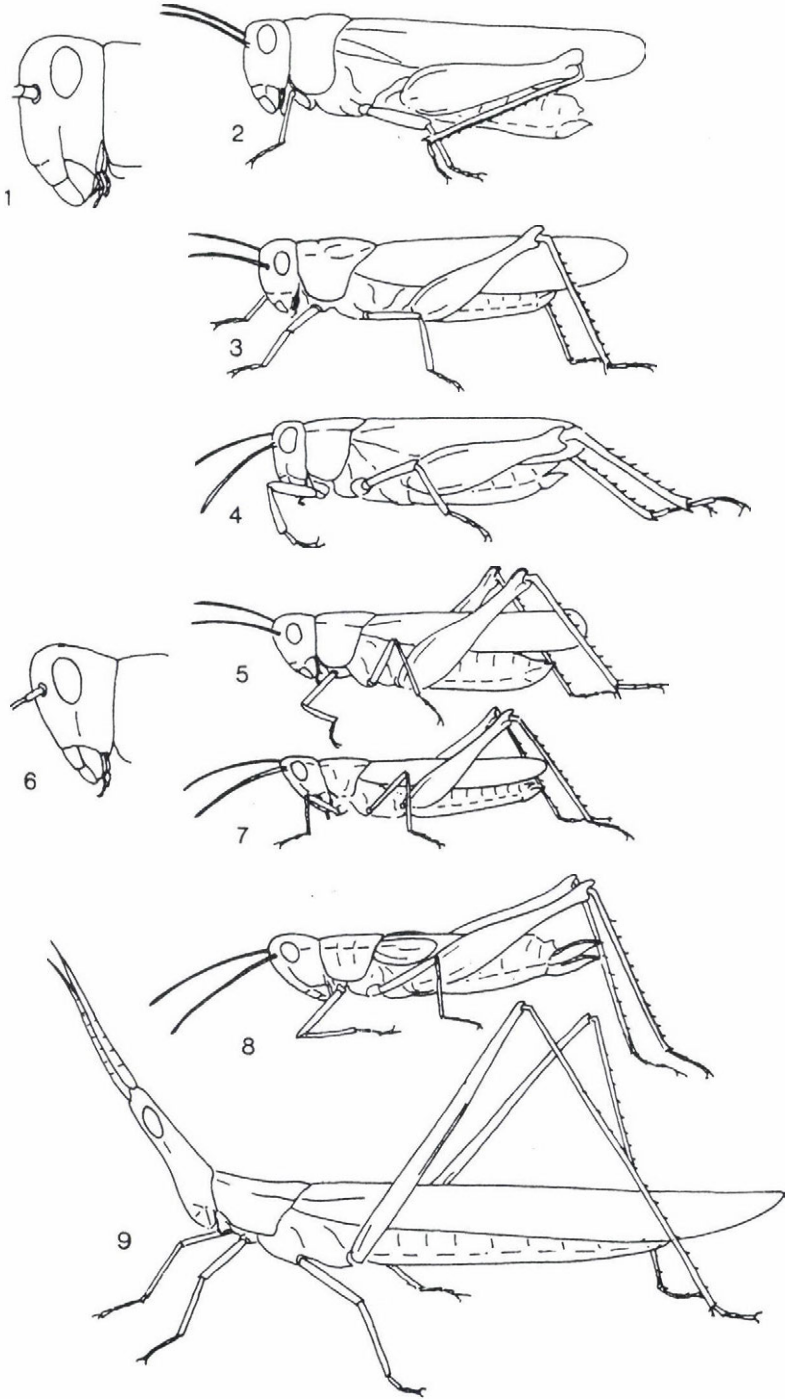
thamnobiont fajok (főként szöcskék, például *Meconema* SERVILLE, *Leptophyes* FIEBER genuszok) és a chortobiont fajok (elsősorban sáskák, például *Chorthippus* FIEBER, genus fajai) képviselik. Átmenetet képeznek a geofil alakok felé a fakultatív geobiont fajok, amelyek a növényzetben és a talajon egyaránt szívesen tartózkodnak, s ezért helyesebb a chorto-geobiont, illetve a geo-chortobiont elnevezés használata attól függően, hogy a tartózkodási helyek közül melyik dominál. A geofil fajok közül a geobiont és a geo-psammobiont fajok (az utóbbi életformákhoz sáskák tartoznak, például *Calliptamus italicus* (LINNE 1758), *Arcyptera fusca* (PALLAS 1773), *Oedipoda coerulescens* (LINNE 1758), *Acrida hungarica* (HERBST 1786)). Külön típust képviselnek az ásó- és üreglakó (fissurobiont) életformák (tücskök).

Összességében tehát a PRAVDIN (1978) által módosított BEI-BIENKO (1950) féle tipizálás és a terepi tapasztalataink alapján hét életforma típust tudunk megállapítani. Ezek a következők: thamnobiont (tipikusan a magaskórós, bozótos vegetáció lakói, többnyire ragadozók), chortobiont (e fajok a többé-kevésbé zárt növényzetben élnek, hőigényüket a vegetáció mikroklímája biztosítja) és geobiont (szabad talaj és/vagy alapkőzet kedvelő típus, amely hőszükségletét az alzatról visszavert hőből fedezi) életformák, amelyeket morfo-ökológiai és viselkedés-ökológiai tulajdonságaik alapján különböztethetünk meg. Viselkedés-ökológiai jellegzetességeik alapján lehet elkülöníteni a chorto-thamnobiont (egyes viselkedési formáik (például cirpelés) a thamnobiontokéra hasonlít, egyébként olyanok, mint a chortobiontok), chorto-geobiont (a chortobiontokhoz hasonló alkatú és hőfelvételű típus, azonban viselkedése olyan, mint a geobiontoké), geo-chortobiont (alkatában és hőfelvételében a geobiontra emlékeztető típus, de viselkedésében inkább chortobiont), geopsammobiont (mint a geobiont, alzatként homokot igényel) életformákat (1. ábra).

Az egyenesszárnyú együttesek faji és életforma összetétele

A különböző egyenesszárnyú együttesek életforma csoportjainak relatív gyakorisági eloszlását (2. ábra) elemezve a következő általános megállapításokat tehetjük.

A Hortobágy és a Hernád-völgy viszonylag nedvesebb, kétszikűekben gazdag löszgyepeiben a chorto-, illetve thamnobiont fajok dominálnak. Jellemzőek bennük a *Tettigonoida* fajok: *Conocephalus discolor* THUNBERG 1815, *Platycleis grisea* (FABRICIUS 1781), *Tessellana vittata* (CHARPENTIER 1825), *Bicolorana bicolor* (PHILIPPI 1830), *Gampsocleis glabra* (HERBST 1786). A szubdomináns chorto-geobiont fajok viszont az *Acridoidea* taxonba tartoznak (*Stenobothrus crassipes* (CHARPENTIER 1825), *Glyptobothrus biguttulus* (LINNE 1758) és *G. brunneus* (THUNBERG 1815)). A Hernád-völgy délies jellegű, szárazabb, nyíltabb löszgyepeiben és vulkáni tufán kialakult gyepeiben a chorto-geobiont fajok dominálnak, de megjelennek a geo-chortobiont és geobiont fajok is (*Calliptamus italicus* (LINNE 1758), *Oedaleus decorus* (GERMAR 1826), *Oedipoda coerulescens* (LINNE 1758)). Egyértelmű, hogy a magasfűvű, magaskórós *Peucedano-Asteretum* növényasszociáció egyenesszárnyú együttese a löszpuszta-gyepekre jellemző életforma megoszlást mutatja és nem a szikes-pusztai gyepékét. A Nyírség déli részének löszös homokján kialakult gyepekben viszont az életforma összetétel a homoki gyepekre jellemző képet mutatja. Azaz ugyanúgy, mint a Bükk előterében, a kavicstakaró homokján (Igrici) és a Kiskunság homokdűnéin (Bugac, Csévharaszt) lévő gyepekben háttérbe szorulnak mind a chortobiont és chorto-thamnobiont életformájú fajok.



Ezeken a területeken a borítottság mértékétől függően a chorto-geo-, geo-chorto- és geobiont fajok váltakozó dominanciáját tapasztalhatjuk. Ez egyben a *Tettigonoidea* fajok alulreprezentáltságát (jelentősebb dominanciával csak a chorto-geobiont *Montana montana* KOLLAR 1833 fordul elő), illetve az *Acridoidea* fajok egyértelmű dominanciáját is jelenti. Utóbbiak közül is kitűnnek a psammofil fajok, mint a *Calliptamus barbarus* (COSTA 1836), *Acrotylus longipes* (CHARPENTIER 1845), *Stenobothrus fischeri* (EVERSMANN 1848), illetve a fakultatív psammofil fajok, mint az *Acrida hungarica* (HERBST 1786), *Acrotylus insubricus* (SCOPOLI 1786), *Sphingonotus coeruleans* (LINNE 1758) és a *Myrmeleotettix antennatus* (FIEBER 1853). E tekintetben a meszes és savanyú homok között nem találtunk különbséget.

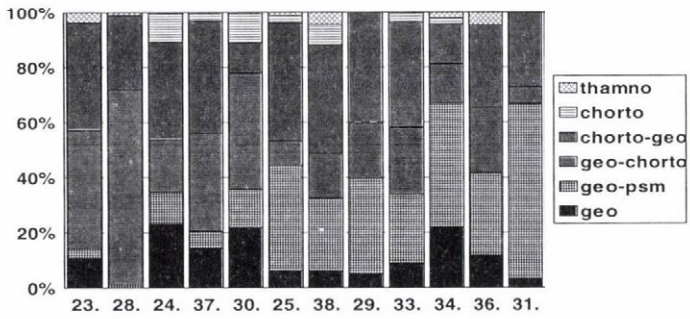
A szikespusztai, jobb minőségű, száraz gyepek (Hortobágy, Kiskunság) egyenesszárnyú együtteseinek faji összetétele a löszpusztagyepék elszegényedett változatának tekinthető. Ez életforma-spektrumukban is megmutatkozik, amennyiben elsősorban a chorto- és geo-chortobiont csoportok dominálnak (*Chorthippus* FIEBER, *Dirschius* HARZ genusok fajai), szubdomináns a chorto-thamnobiont életforma (*Decticus verrucivorus* LINNE 1785, *Gampsocleis glabra* (HERBST 1786)), szemben a rövidfüvű és félsivatagi jellegű társulásokkal, amelyekben egyértelmű a geo-chortobiont dominancia (*Epacromius coeruleipes* (IVANOV 1887), *Aiolopus thalassinus* (FABRICIUS 1781)). A nyíltság mértékétől függően megjelennek a geobiont életformájú fajok is, mint például a *Celes variabilis* (PALLAS 1771). Egyértelműen megállapítható viszont, hogy hasonlóan a homoki gyepekhez, ezek a fajegyüttesek is szegények *Tettigonoidea* fajokban.

Az Aggteleki Karszt collin-szubmontán zónájának félszáraz gyepeiben az egyenesszárnyúak fajgazdagsága meglehetősen nagy. Ez természetesen több tényező összhatásának az eredménye, amelyek közül a gyepelekstruktúra csak az egyik.

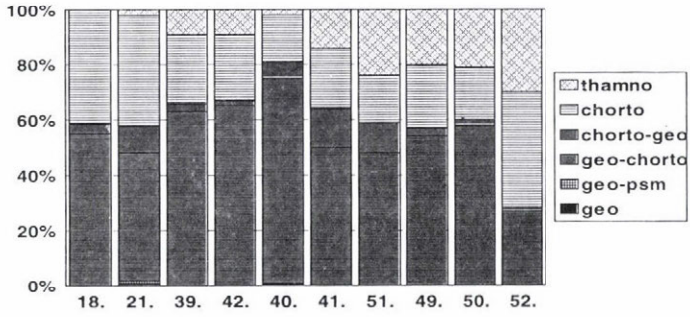
1. ábra. Az orthopterák életformáinak alaktani típusai. (Acridoidea: a fej és a test oldalnézetben). 1. *Oedipoda coerulescens*, fej: geobiont; 2. *Oedipoda coerulescens*, nőstény: geobiont; 3. *Psophus stridulus*, hím: geo-chortobiont; 4. *Calliptamus italicus*, nőstény: geo-chortobiont; 5. *Arcyptera fusca*, hím: chorto-geobiont; 6. *Chorthippus dorsatus*, fej chortobiont; 7. *Euchorthippus pulvinatus*, nőstény: chortobiont; 8. *Euthystira brachyptera*, nőstény: chortobiont; 9. *Acrida hungarica*, nőstény: chorto-psammobiont. (Az: 1, 4, 6, 7, 8 rajzok gyűjteményi példányokról, illetve a 2, 3, 5 és 9 rajzok élő példányok fényképeiről készült sematikus ábrázolások) (VARGA 1997).

Figure 1. Typical examples of life-form types in Orthoptera (Acridoidea: profiles of the head and body). 1. *Oedipoda coerulescens*, head: geobiont; 2. *Oedipoda coerulescens*, female: geobiont; 3. *Psophus stridulus*, male: geo-chortobiont; 4. *Calliptamus italicus*, female: geo-chortobiont; 5. *Arcyptera fusca*, male: chorto-geobiont; 6. *Chorthippus dorsatus*, head: chortobiont; 7. *Euchorthippus pulvinatus*, female: chortobiont; 8. *Euthystira brachyptera*, female: chortobiont; 9. *Acrida hungarica*, female: chorto-psammobiont. (Figs. 1, 4, 6, 7, 8 are drawn upon collection examples; 2, 3, 5 and 9 upon photographs of living animals, slightly schematically.) (VARGA 1997).

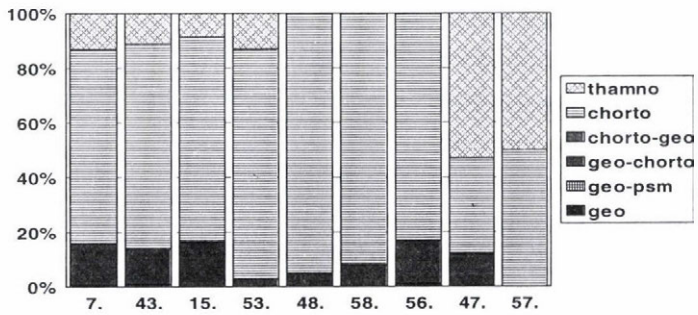
I



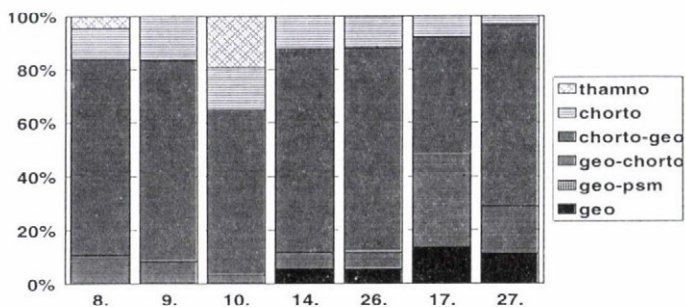
II-a



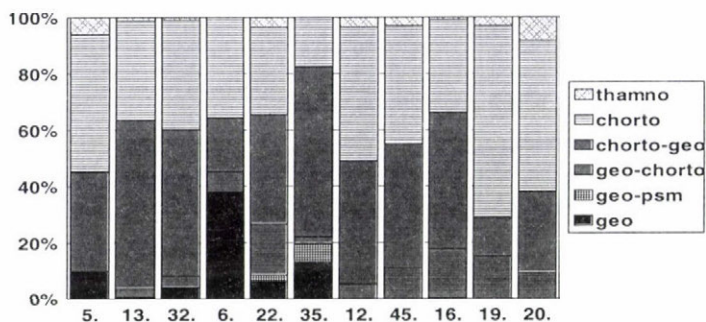
II-b



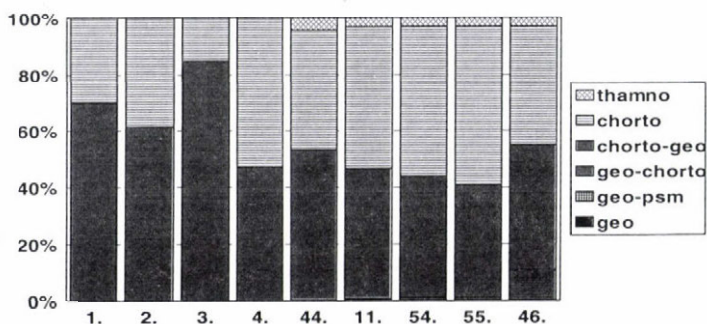
III-a



III-b



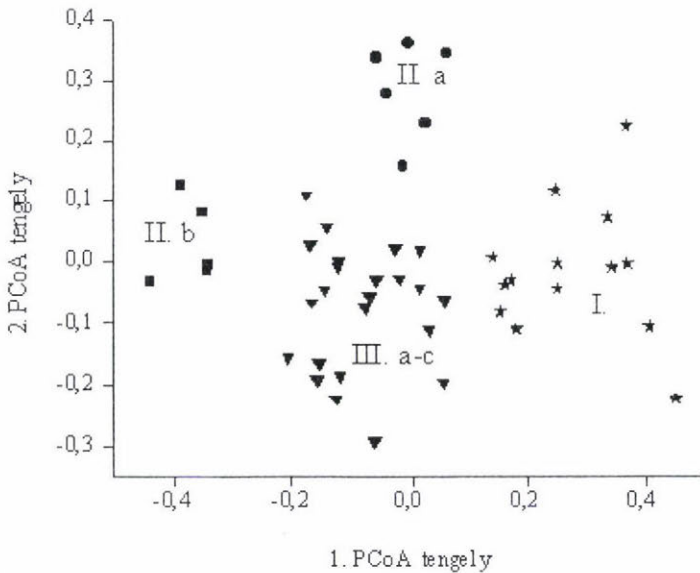
III-c



2. ábra. A habitatok orthopteráinak életforma mintázata. A csoportosítás a cluster analízisével egyező (lásd 4. ábra). Magyarázat a szövegben.

Figure 2. Life-form pattern of Orthoptera in the grassland types. The grouping corresponds to those of the cluster-analysis. More detailed explanation in the text.

A thamnobiont *Tettigonoidea* fajok elsősorban a magasfüvű társulásokban jelennek meg nagyobb dominanciával. Közülük is különösen fontosak a biogeográfiai szempontból érdekes fajok, mint például a dácikus *Pholidoptera transsylvanica* (FISCHER 1853). Melletük a chortobiont életforma dominál, amelyben fontos komponensek az általánosan előforduló fajok mellett, a *Metrioptera brachyptera* (LINNE 1761) és az *Isophya kraussi* (BRUNNER VON WATTENWYL 1878) (*Tettigonoidea*), valamint a *Stauroderus scalaris* (FISCHER-WALDHEIM 1846) (*Acridoidea*). A rövidfüvű, illetve a törmelékes A-szintű talajon kialakult, ritkás borítású gyepekben olyan, biogeográfiai szempontból fontos geo-chortobiont fajok dominálnak a fenszík magasabb régióiban, mint az *Arcyptera fusca* (PALLAS 1773), *Psophus stridulus* (LINNE 1758), és a chorto-geobiont *Stenobothrus eurasius* ZUBOWSKI 1898 a jósvafői Nagyardal mészke sziklagyepeiben.



3. ábra. A habitatok orthopteráinak életforma mintázata (főkoordináta analízis, MATUSITA index).
Magyarázat a szövegben.

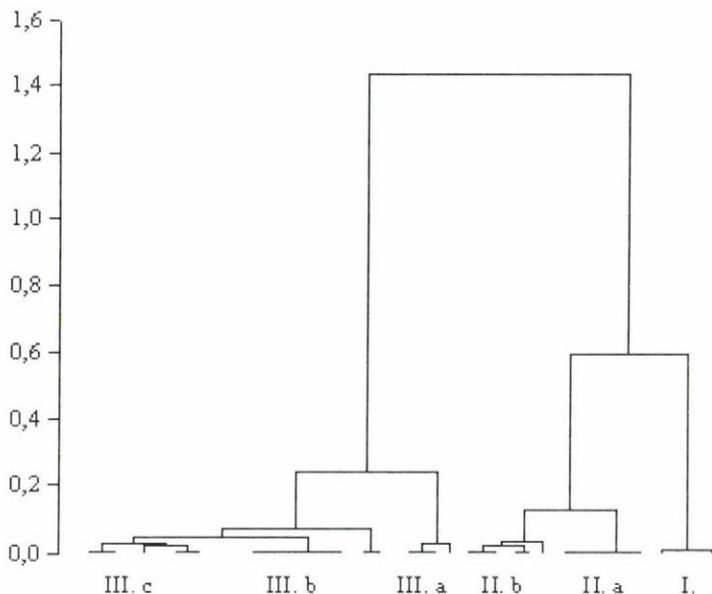
Figure 3. Life-form pattern of Orthoptera in the grassland types: Principal Coordinate Analysis. More detailed explanation in the text.

Az egyenesszárnyú együttesek statisztikai elemzése sokváltozós módszerekkel

A sokváltozós statisztikai elemzések az egyenesszárnyú együttesek fajösszetéleli struktúrájának más oldalát tárták fel. A főkoordináta analízis eredménye (3. ábra) arra enged következtetni, hogy ha nincs is éles szétválás a vizsgált gyepek egyenesszárnyú együtteseinek életforma-spektrum mintázatában – azok egy fokozati sort alkotnak, nagyjából a humiditás szerint –, mégis van csoportképzés. Ezt az eredményt a cluster analízis (4. ábra) is mege-

rősíti. A sokváltozós statisztikai elemzések eredményei a 2., 3. és 4. ábrák alapján a következőképpen értelmezhetők:

Az első főcsoportot (I.) a xerofil, többnyire valamilyen mértékben nyílt gyeptársulások alkotják (borítás legfeljebb 50%)(23–25, 28–29, 30, 31, 33–34 és 36–38 számú mintavételi helyek). A szélsőségesen xerofil, alacsony borítású társulásokra a chorto-geobiont fajok mellett a geo- és/vagy geo-chortobiont fajok nagy dominanciája jellemző. Az egyéb életformák vagy hiányoznak, vagy alacsony reprezentációjúak (nyílt homoki gyepek), illetve a chortobiont és/vagy chorto-geobiont dominanciával jellemezhetők (magasabb borítottságú társulások, például zártabb homoki gyepek). A csoportot a geo-psammobiont életforma jelentős előfordulása teszi egységessé.



4. ábra. A habitatok orthopteráinak életforma mintázata (cluster analízis/MISSQ/, MATUSITA index).
Magyarázat a szövegben.

Figure 4. Life-form pattern of Orthoptera in the grassland types: cluster-analysis (MISSQ), similarity computed by MATUSITA. The grouping of clusters starts on the fig. from right to left. More detailed explanation in the text.

A második főcsoportot (II.), amely erősen heterogén (II.a. és b.), a humidabb, csaknem, vagy teljesen zárt (borítás nagyobb, mint 50%), jól strukturált pusztagyepék társulásai, valamint az Aggteleki Karszt fennsíkjának szárazabb gyepei képezik növekvő chortobiont dominancia mellett (zárt homoki és löszgyepék, jóminőségű szikesek, valamint a fennsík fél-száraz gyepei). A II.a. csoport társulásai (18, 21, 39, 40–42, 49, 50–52 számú mintavételi

helyek) a záródottság következő fokozatát képviselik. Ezekre a helyekre a nagy geo-chortobiont dominancia (több mint 50%) mellett a chortobiont fajok jelentős részesedése jellemző. A csoportot az alj- és szálfüveket is tartalmazó, jól struktúrált, de edafikus okok miatt szabad talaj és/vagy alapkőzet felszínnel is bíró gyepek alkotják, amelyekben a chortobiont fajok is viszonylag jelentősebben részesednek. A szálfüvek jelenlétét a thamnobiont, a növényzeti borítottság hiányait a geo- és geo-chortobiont fajok – igaz alacsony – részesedése jelzi. A II.b. csoport társulásait (7, 15, 43, 48, 47, 53, 56, 57, 58 számú mintavételi helyek) a szintezettség differenciáltságát indikáló thamnobiont életforma megjelése különíti el a magas chortobiont dominancia mellett.

Szintén különálló főcsoportot alkotnak (III.) azok a száraz, de jelentős szintezettségű gyeptársulások – függetlenül a borítottság mértékétől –, amelyekre a chortobiont fajok nagy dominanciája jellemző, de ugyanakkor viszonylag jelentősen képviselt a többi életforma is. A III.a. csoport tagjai (8, 9, 10, 14, 26, 17, 27 számú mintavételi helyek) azok a társulások, amelyekben a chortobiont mellett a chorto-geobiont életforma a domináns, míg a III.b csoportban (5, 13, 32, 6, 22, 35, 12, 45, 16, 19, 20 számú mintavételi helyek) valamennyi életforma képviselt. A III.c. (1, 2, 3, 4, 44, 11, 54, 55, 46 számú mintavételi helyek) alcsoport társulásaiban egyértelmű geo-chortobiont dominancia a jellemző, mellettük a chorto-geobiont fajok szubdominánsak.

A fentiekből kitűnik, hogy a különböző száraz és félszáraz gyeptársulásokra a borítottság és a szintezettség mértékétől függő egyenesszárnyú életforma megoszlás a jellemző. A nyílt társulásokat a magas geo- és geo-chortobiont dominancia jellemzi, a közepesen zárt gyepekben a chorto-geobiont fajok dominálnak, míg a zárt gyepekben a chortobiont fajok válnak dominánssá. A jelentősebb szintezettségű gyepekben viszont a chorto-geo- és chortobiont fajok dominanciája mellett a kevésbé zártakat a geo-chortobiont, míg a zárt, jól struktúrált gyepeket a chorto-thamno- és thamnobiont életformák jellemzik.

Megállapítható tehát, hogy az egyes gyeptársulások nemcsak a hozzájuk kapcsolódó egyenesszárnyú együttesek relatív mennyiségi viszonyaival és fajösszetételével jellemezhetőek, hanem – struktúrájuktól függően – az egyenesszárnyú együttes életforma-spektrumával is. Ez is arra, a természetvédelmi kezelés és gazdálkodás szemszögéből fontos tényre hívja fel a figyelmet, hogy minden olyan beavatkozás, amely a gyepestuktúra megváltoztatásával jár, jelentősen befolyásolja a kapcsolódó állat-együttesek összetételét, szélsőséges esetben fajok életfeltételeit szüntetheti meg (például: kaszálás elmaradása, legeltetés megszűnése, beerdősülés stb.).

Ez a rovarcsoport (*Orthoptera*) nemcsak fauna- és flóratörténeti, hanem társulástani és produkcióbiológiai, tehát közvetve gazdasági és természetvédelmi szempontból is jelentős. Ha e csoport bio-indikációs értékét tekintjük, akkor megállapítható – akár a fiziológiai tolerancia elvét, akár a közösségi válasz elvét választjuk kiindulási alapul –, hogy mindkét típusú indikációra alkalmasak, hiszen, ha első megközelítésben csak a fajösszetétel kvalitatív változásait, a fajgazdagság gyakorlati eloszlásait vizsgáljuk, már akkor is a jelzett területek igen jelentős tulajdonság-változásaira mutathatunk rá.

Irodalom

- BEI-BIENKO G. I. (1950): Orthoptera i Dermaptera. In: Fauna SzSzSzR III. – Moszkva-Leningrád, pp. 379–424.
- DORDA D. (1998): Heuschreckenzytosen als Bioindikatoren auf Sand- und submediterranen Kalkmagerrasen des saarländisch-lotharingischen Schichtstufenlandes. – *Abh. DELATTINA* 23: 5–368.
- DREUX PH. (1962): Recherches écologiques et biogéographiques sur les Orthopteres des Alpes Françaises. – Theses presentées à la Faculté des Sciences de L Université de Paris, Paris.
- KALTENBACH A. (1962): Zur Soziologie, Ethologie und Phanologie der Saltatoria und Dictyoptera des Neusiedlersee-Gebietes. – *Wiss. Arb. Burgenland H.* 29: 78–102.
- KIS B. & VASILIU M. (1970): Kritisches Verzeichnis der Orthopteren-Arten Rumaniens. – *Trav. Mus. Hist. Nat. Grigore Antipa vol. X, Bucuresti* pp. 207–227.
- NAGY B. (1944): A Hortobágy sáska- és szöcskevilága I. – *Acta Sci. Math.-Nat., Kolozsvár* 26: 3–61.
- NAGY B. (1947): A Hortobágy sáska- és szöcskevilága II. – *Közl. Debr. Tud. Egy. Állattani Int., Debrecen*.
- NAGY B. (1983): A survey of the Orthoptera fauna of the Hortobágy National Park. – In: MAHUNKA S. (ed.). *The Fauna of Hortobágy National Park. Akadémia Kiadó, Budapest* pp. 93–101.
- NAGY B. (1953): Bátorliget egyenesszárnyú faunája (Orthoptera: Saltatoria). – In: SZÉKESY, V. (ed.). *Bátorliget élővilága. Akadémia Kiadó, Budapest* pp. 187–193.
- NAGY B. (1990): Orthopteroid insects (Orthoptera, Mantodea, Blattodea, Dermaptera) of the Bátorliget Nature Reserves (NE Hungary) (an acofaunistic account). – In: MAHUNKA, S. (ed.). *The Bátorliget Nature Reserves - after forty years. Akadémia Kiadó, Budapest* pp. 259–318.
- NAGY B., RÁCZ I. & VARGA Z. (1999): Orthopteroid insect fauna of the Aggtelek National Park. – In: MAHUNKA S. (ed.). *The Fauna of the Aggtelek National Park. MTM, Budapest* pp. 83–102.
- ORCI K. M. (1997): Egyenesszárnyú (Orthoptera) együttesek összehasonlító vizsgálata az Aggteleki Karszt gyepeiben. – In: E. TÓTH & R. HORVÁTH (ed.). *Research in Aggtelek National Park and Biosphere Reserve (Proceedings of the „Research, Conservation, Management” Conference, Aggtelek, Hungary, 1–5 May 1996), Vol. II., ANP füzetek* pp. 99–107.
- PARRAGH D. (1987): Composition of Grasshopper (Orthoptera) communities in the Aggtelek Biosphere Reserves. – *Acta Biol. Debr.* 20: 91–106.
- PRAVDIN F.N. (1978): Ekogeografia naszekomüh Centralnūj Azii – „Nauka”, Moszkva.
- RÁCZ I. (1986): Orthoptera from the Kiskunság National Park. – In: MAHUNKA, S. (ed.). *The Fauna of the Kiskunság National Park I. Akadémia Kiadó, Budapest* pp. 93–101.
- RÁCZ I. (1997): A homoki gyepek egyenesszárnyú (Orthoptera) együtteseinek szerveződési viszonyai. – IV. Magyar Ökológus Kongresszus, Pécs, 1997. június 26–27.
- RÁCZ I. A. (1998a): Biogeographical survey of the Orthoptera Fauna in Central Part of the Carpathian Basin (Hungary): Fauna types and communiti types. – *Articulata* 13(1): 53–69.
- RÁCZ I. A. (1998a): Life form spectra of Orthoptera fauna in alkaline grassland. – *Tiscia* 31: 35–39.
- RÁCZ I & VARGA Z. (1978): Beiträge zur Kenntnis der Orthopteren-fauna der Sandgebeites Igrici (NO-Ungarn). – *Acta Biol. Debr.* 15: 3–39.
- RÁCZ I. ET AL. (1994): Sáskajárások a Hortobágyon. – In: PALOTÁS G. (ed.). *II. Kelet-magyarországi erdő-, vad- és halgazdálkodási, természetvédelmi konferencia előadások és poszterek összefoglalója. DATE, Debrecen* pp. 372–380.
- RÁCZ I. & VARGA Z. (1996): Life-form spectra of Orthoptera and bio-indication in grassland. – *Symp. „Research, Conservation, Management”, Aggtelek-Jósvafő, 1996. május 1–5.*
- RÁCZ I., VARGA Z., MEZŐ H. & PARRAGH D. (1997): Studies on Orthoptera fauna of Aggtelek Karst. – In: E. TÓTH & R. HORVÁTH (ed.). *Research in Aggtelek National Park and Biosphere Reserve (Proceedings of the „Research, Conservation, Management” Conference, Aggtelek, Hungary, 1–5 May 1996), Vol. II., ANP füzetek* pp. 99–107.

- SCHIEMENZ H. (1969): Die Heuschreckenfauna mitteleuropäischer Trockenrasen /Saltatoria/. – Faun. Abh. Staat. Mus. Tierk. Dresden 2 (25): 241–258.
- SZELÉNYI G. & NAGY B., & SÁRINGER GY. (1974): Zoocönológiai vizsgálatok homokpusztai gyepek csévharaszi állományában. – Abstr. Bot. 2: 47–69.
- SZTEBAEV I.V. & NIKITINA SZ.I. (1976): Behavioral patterns of different life forms of grasshoppers from steppes and semideserts of Tuva 3. – Zool. Zurn. 45(5): 715–720.
- SZTOLYAROV M.V. (1976): Patterns of structure and dynamics of groups of Orthoptera, determining their consumental role in biocoenose. – Zool. Zurn. 45(11): 1640–1645.
- TÓTHMÉRÉSZ B. (1993): NuCoSA 1.0: Number Cruncher for Community Studies and other Ecological Application. – Abstr. Bot. 17: 283–187.
- VARGA Z. (1997): Trockenrasen im Pannonischen Raum: Zusammenhang der physiognomischen Struktur und der floristischen Komposition mit den Insektenzönosen. – Phytocoenologia 27(4): 509–571.
- VARGA Z. & RÁCZ I. (1986): Adatok a Hernád-völgy Orthoptera faunájához. – Natura Borsodiensis I: 125–136.
- VARGA Z., V. SIPOS J., ORCI K. M., & RÁCZ I. (2000): Féliszáraz gyepek az Aggteleki-karszton: fitocönológiai viszonyok, egyenesszárnyú rovar- és lepkeegyüttesek. – In: VIRÁGH K. & KUN A. (eds). Vegetáció és dinamizmus. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót pp. 195–238.
- VARGÁNÉ SIPOS J., VARGA Z., RÁCZ I. & NYILAS I. (1994): A fontosabb hortobágyi gyeptársulások és rovarközösségek kapcsolata. – Poszter. II. Kelet-Magyarországi Erdő-, Vad- és Halgazdálkodási, Természetvédelmi Konferencia, DATE, Debrecen.

I. táblázat. Alföldi löszgyepek orthopteráinak fajösszetétele, relatív gyakorisága és életformái.
Table 1. Species composition, relative frequency and life-form composition of the Orthoptera in the loess grasslands of the Pannunian lowland.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Hernád-völgy, löszgyep, (Salvio nemorosae-Festucetum, Inula hirta dominanciával)				
<i>Platycleis affinis</i>	3	IV	HM	Ch X E
<i>Tessellana vittata</i>	4	IV	PK	Ch SX S
<i>Montana montana</i>	2	III	SSib	Ch-G X S
<i>Bicolorana bicolor</i>	4	V	SSib	Ch SX E
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	II	EuSib	Ch M E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	1	I	Sib	Ch MH S
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	II	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	III	SSib	Ch M E
<i>Glyptothrus brumeus</i>	4	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptothrus biguttulus</i>	5	V	HM	Ch-G SX F
<i>Glyptothrus mollis</i>	1	II	SSib(?)	Ch M E
<i>Glyptothrus apricarius</i>	1	I	Sib	Ch M S
<i>Euchorthippus declivus</i>	2	III	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	5	V	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	II	SSib	Ch SM S
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	II	SSib	Ch-G SX E
<i>Tetratetrix nutans</i>	1	I	HMed	Ch SM E
Hernád-völgy, löszgyep, (Salvio-Festucetum stipetosum capillatae)				
<i>Platycleis grisea</i>	2	III	PM	Ch X S
<i>Platycleis affinis</i>	4	IV	HM	Ch X E
<i>Tessellana vittata</i>	3	III	PK	Ch SX S
<i>Montana montana</i>	3	II	SSib	Ch-G X S
<i>Bicolorana bicolor</i>	2	II	SSib	Ch SX E
<i>Gampsocleis glabra</i>	2	II	PK	Ch-Th SX S
<i>Decticus verrucivorus</i>	1	I	EuSib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	I	SSib	Ch M E
<i>Glyptothrus brunneus</i>	3	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptothrus biguttulus</i>	5	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	4	III	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	5	V	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	III	SSib	Ch SM S
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	II	SSib	Ch-G SX E
<i>Tettigonia caudata</i>	felvételen kívül		PK	Ch-Th SX E

I. táblázat folytatása.

Table 1. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Hortobágy , enyhén degradált löszgyep, (Salvio nemorosae-Festucetum, tipikus)						
<i>Platycleis affinis</i>	2	II	HM	Ch	X	E
<i>Tessellana vittata</i>	3	IV	PK	Ch	SX	S
<i>Bicolorana bicolor</i>	2	II	SSib	Ch	SX	E
<i>Roeseliana roeseli</i>	1	I	ExEu	Ch	SH	S
<i>Gampsocleis glabra</i>	3	IV	PK	Ch-Th	SX	S
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	II	EuSib	Ch	M	E
<i>Conocephalus dorsalis</i>	1	II	PK	Ch-Th	SH	S
<i>Calliptamus italicus</i>	2	II	EuSib	G-Ch	SX	E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	3	IV	Sib	Ch	SH	S
<i>Chorthippus parallelus</i>	3	IV	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	5	V	SSib	Ch	M	E
<i>Chorthippus loratus</i>	1	I	PK	Ch	SH	S
<i>Chorthippus dichrous</i>	2	I	SSib	Ch	SH	S
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	3	IV	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	2	IV	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	1	I	SSib	Ch	SM	E
<i>Euchorthippus declivus</i>	4	V	PM	Ch-G	SX	E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	3	IV	PK	Ch-G	SX	E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	II	SSib	Ch	SM	S
<i>Omocestus ventralis</i>	3	III	SSib	Ch	SM	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	III	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Dociostaurus brevicollis</i>	2	II	PK	G-Ch	X	E
<i>Acrida hungarica</i>	1	I	Pann	G-Ps	X	S
<i>Tetrix subulata</i>	1	I	HM	Ch	SH	E
<i>Tetratetrix nutans</i>	2	III	HM	Ch	SM	E
Szikespusztai erdő tisztása, (Peucedano officinalis-Astretum sedifolii)						
<i>Platycleis affinis</i>	2	II	HM	Ch	X	E
<i>Tessellana vittata</i>	3	IV	PK	Ch	SX	S
<i>Bicolorana bicolor</i>	2	III	SSib	Ch	SX	E
<i>Gampsocleis glabra</i>	1	I	PK	Ch-Th	SX	S
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	III	EuSib	Ch	M	E
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	I	EuSib	Th	M	E
<i>Conocephalus dorsalis</i>	2	II	PK	Ch-Th	SH	S
<i>Conocephalus discolor</i>	1	I	SSib	Ch-Th	SH	S
<i>Homorocoryphus nitidulus</i>	1	I	Subtr	Th	SH	E
<i>Oecanthus pellucens</i>	2	III	HM	Th	SX	S
<i>Calliptamus italicus</i>	3	IV	EuSib	G-Ch	SX	E

I. táblázat folytatása.

Table 1. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Szikespusztai erdő tisztása, (<i>Peucedano officinalis</i> - <i>Astretum sedifolii</i>)				
<i>Parapleurus alliaceus</i>	1	I	SSib	Ch H S
<i>Chrysochraon dispar</i>	1	I	ExEur	Ch SH S
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	2	III	Sib	Ch SH S
<i>Chorthippus parallelus</i>	4	V	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus montanus</i>	1	I	Sib	Ch SH S
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	III	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	3	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	1	I	SSib	Ch M E
<i>Euchorthippus declivus</i>	4	V	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	3	IV	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	II	SSib	Ch SM S
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	I	PPann	Ch-G X S
<i>Omocestus ventralis</i>	3	IV	SSib	Ch SM E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	1	II	SSib	Ch-G SX E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	2	III	PK	G-Ch X E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	III	Subtrop	Ch-G SX E
<i>Epacromius coeruleipes</i>	1	I	SSib	Ch-G SX S
<i>Acrida hungarica</i>	1	I	Pann	G-Ps X S
<i>Tetrix subulata</i>	2	II	HM	Ch SH E
<i>Tetratetrix nutans</i>	3	IV	HM	Ch SM E
Nyírség, lösz-gazdag homoki gypc, (<i>Potentillo arenariae</i> - <i>Festucetum pseudovinae</i>)				
<i>Platycleis affinis</i>	2	III	HM	Ch X E
<i>Montana montana</i>	1	I	SSib	Ch-G SX S
<i>Gampsocleis glabra</i>	1	I	PK	Ch-Th SX S
<i>Decticus verrucivorus</i>	1	II	EuSib	Ch M E
<i>Calliptamus italicus</i>	4	III	EuSib	G-Ch SX E
<i>Calliptamus barbarus</i>	5	V	HM	G-Ps X S
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	V	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	3	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	4	V	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	I	PPann	Ch-G X S
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	IV	SSib	Ch-G SX E
<i>Dirshius petraeus</i>	3	II	SSib	Ch-G X E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	2	II	PK	G-Ch X E

1. táblázat folytatása.

Table 1. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Nyírség, lösz-gazdag homoki gyepek. (Potentillo arenariae-Festucetum pseudovinae)						
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	4	V	EuSib	G-Ch	X	E
<i>Acrida hungarica</i>	3	IV	Pann	G-Ps	X	S
<i>Oedaleus decorus</i>	3	III	HM-SSib	G	X	E
<i>Oedipoda coerulescens</i>	2	IV	HM-SSib	G	X	E
<i>Locusta migratoria</i>	felvételen kívül		Subtrop	Ch-G	SH	E

Magyarázat:

Áreatípus: EuSib: euraszibériai, Sib: szibériai, SSib: dél-szibériai („angarai”), ExEu: extramediterrán-európai, HM: Holomediterrán, PM: pontomediterrán, PK: ponto-kaszpi, PPann: ponto-pannon, Pann: pannon. Életforma-típus: Ch: chortobiont, Ch-T: chorto-thamnobiont, Ch-G: chorto-geobiont, G-P: geo-psammobiont, T: thamnobiont, G: geobiont, G-Ch: geo-chortobiont, G-P: geo-psammobiont. Ökológiai preferencia X: xerophil, SX: subxerophil, M: mesophil, H: hygrophil, S: stenök, E: euryök.

2. táblázat. Alföldi homoki gyepek orthopteráinak fajösszetétele, relatív gyakorisága és életformái.

Table 2. Species composition, relative frequency and life-form composition of the Orthoptera in the sandy grasslands of the Pannonian lowland.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Meszes-homok, Bükk-hegység előtere (Festuco vaginatae-Corynephorum)						
<i>Platycleis affinis</i>	2	III	HM	Ch	X	E
<i>Montana montana</i>	3	II	SSib	Ch-G	SX	S
<i>Phaneroptera nana</i>	1	I	HM	T	SX	E
<i>Calliptamus italicus</i>	2	I	EuSib	G-T	SX	E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	2	II	Sib	Ch	SH	E
<i>Chorthippus parallelus</i>	1	II	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dichrous</i>	1	I	SSib	Ch	SH	S
<i>Glyptothrus brunneus</i>	4	V	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptothrus biguttulus</i>	3	IV	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptothrus mollis</i>	2	III	SSib	Ch	M	E
<i>Euchorthippus declivus</i>	2	III	HM	Ch-G	SX	E
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	3	IV	PK	Ch-G	X	S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	5	V	PK	Ch-G	SX	E
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	II	PPann	Ch-G	X	S

2. táblázat folytatása.

Table 2. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Meszes-homok, Bükk-hegység előtere (Festuco vaginatae-Corynephorum)						
<i>Omocestus ventralis</i>	3	V	SSib	Ch	SM	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	4	V	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	2	III	PK	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	4	V	EuSib	G-T	X	E
<i>Acrida hungarica</i>	3	IV	Pann	Ch-P	X	S
<i>Oedaleus decorus</i>	1	I	HM-SSib	P	X	E
<i>Oedipoda coeruleascens</i>	3	V	HM-SSib	P	X	E
Meszes homok, Kiskunság, nyitott pionír-társulás (Brometum tectorum)						
<i>Platycleis affinis</i>	2	III	HM	Ch	X	E
<i>Calliptamus barbarus</i>	5	V	HM	G-P	X	S
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	3	IV	PK	Ch-G	X	S
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	5	V	PK	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	2	IV	EuSib	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix antennatus</i>	3	IV	PPann	G-P	X	S
<i>Oedaleus decorus</i>	2	IV	HM-SSib	P	X	E
<i>Oedipoda coeruleascens</i>	2	III	HM-SSib	P	X	E
<i>Sphingonotus coeruleanus</i>	1	I	HM	P	X	E
<i>Acrotylus longipes</i>	felvételen kívül		Subtr.	G-P	X	S
Meszes homok, Kiskunság, nyitott, állandó gyepek (Festucetum vaginatae)						
<i>Platycleis affinis</i>	3	IV	HM	Ch	X	E
<i>Montana montana</i>	1	III	SSib	Ch-G	SX	S
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	I	EuSib	T	M	E
<i>Calliptamus barbarus</i>	3	V	HM	G-P	X	S
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	1	II	Sib	Ch	SH	E
<i>Chorthippus parallelus</i>	1	II	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	1	II	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	1	III	HM	Ch-G	SX	E
<i>Euchorthippus declivus</i>	3	IV	HM	Ch-G	SX	E
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	4	IV	PK	Ch-G	X	S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	1	II	PIC	Ch-G	SX	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	1	II	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	5	V	PK	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	1	I	EuSib	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix antennatus</i>	4	V	PPann	G-P	X	S

2. táblázat folytatása.

Table 2. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Meszes homok, Kiskunság, nyitott, állandó gyepek (Festucetum vaginatae)				
<i>Acrida hungarica</i>	2	IV	Pnn	Ch-P X S
<i>Oedaleus decorus</i>	3	IV	HM-SSib	P X E
<i>Oedipoda coerulescens</i>	2	IV	HM-SSib	P X G
<i>Sphingonotus coerulans</i>	2	III	HM	P X E
<i>Acrotylus insubricus</i>	felvételen kívül		Subtr	G-P X S
Meszes homok, Kiskunság, zárt gyepek (Astragalo-Festucetum rupicolae)				
<i>Platycleis affinis</i>	3	IV	HM	Ch X E
<i>Montana montana</i>	1	I	SSib	Ch-G SX S
<i>Bicolorana bicolor</i>	2	III	SSib	Ch SX E
<i>Gampsocleis glabra</i>	2	IV	PK	Chorto-T SX S
<i>Decticus verrucivorus</i>	1	III	EuSib	Ch M E
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	I	EuSib	T M E
<i>Phaneroptera nana</i>	1	I	HM	T M E
<i>Calliptamus barbarus</i>	2	IV	HM	G-P X S
<i>Chorthippus parallelus</i>	4	V	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	2	IV	SSib	Ch M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	1	II	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	5	V	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	2	IV	PK	Ch-G X S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	3	IV	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	II	SSib	Ch SM S
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	1	I	SSib	Ch-G SX E
<i>Dociostaurus brevicollis</i>	2	III	PK	G-T X E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	1	I	EuSib	G-T X E
<i>Acrida hungarica</i>	2	IV	Pann	Ch-P X S
<i>Oedipoda coerulescens</i>	1	II	HM-SSib	P X E
Mésszegény homok, Nyírség, nyílt pionír-tásulások (Brometum tectorum)				
<i>Platycleis affinis</i>	3	IV	HM	Ch X E
<i>Calliptamus barbarus</i>	4	IV	HM	G-P X S
<i>Chorthippus dorsatus</i>	2	II	SSib	Ch M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	5	V	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	3	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	2	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch M E

2. táblázat folytatása.

Table 2. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Mésszegény homok, Nyírség, nyílt pionír-tásulás (Brometum tectorum)						
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	1	I	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	2	I	PK	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	2	II	EuSib	G-T	X	E
<i>Acrida hungarica</i>	3	V	Pann	Ch-P	X	S
<i>Oedaleus decorus</i>	2	III	HM-SSib	P	X	E
<i>Oedipoda coeruleascens</i>	3	V	HM-SSib	P	X	E
<i>Acrotylus insubricus</i>	4	IV	Subtr	G-P	X	S
Mésszegény homok, Nyírség, záródó homoki gyepek (Festucetum rupicolae)						
<i>Platycleis affinis</i>	2	IV	HM	Ch	X	E
<i>Phaneroptera nana</i>	1	II	HM	T	X	E
<i>Calliptamus barbarus</i>	4	V	HM	G-P	X	S
<i>Chorthippus parallelus</i>	1	III	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	5	V	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	V	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	2	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Euchorthippus declivus</i>	3	IV	HM	Ch-G	SX	E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	1	II	PK	Ch-G	SX	E
<i>Omocestus ventralis</i>	3	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	IV	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	1	I	PK	G-T	X	E
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	4	V	EuSib	G-T	X	E
<i>Acrida hungarica</i>	2	IV	Pann	Ch-P	X	S
<i>Oedipoda coeruleascens</i>	3	V	HM-SSib	P	X	E
<i>Acrotylus insubricus</i>	2	III	Subtr	G-P	X	S
<i>Tetralatrix bipunctata</i>	1	I	HM	Ch	M	E

Magyarázat:

Áreatípus: EuSib: euroszibériai, Sib: szibériai, SSib: dél-szibériai („angarai”), ExEu: extramediterrán-európai, HM: Holomediterrán, PM: pontomediterrán, PK: ponto-kaszpi, PPann: ponto-pannon, Pann: pannon. Életforma-típus: Ch: chortobiont, Ch-T: chorto-thamnobiont, Ch-G: chorto-geobiont, G-P: geo-psammobiont, T: thamnobiont, G: geobiont, G-Ch: geo-chortobiont, G-P: geo-psammobiont Ökológiai preferencia X: xerophil, SX: subxerophil, M: mesophil, H: hygrophil, S: stenofil, E: euryofil.

3. táblázat. Alföldi szikes gyepék orthopteráinak fajösszetétele, relatív gyakorisága és életformái.
Table 3. Species composition, relative frequency and life-form composition of the Orthoptera in the alkali grasslands of the Pannonian lowland.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Hortobágy, szikesedő gyep (Achilleo-Festucetum pseudovinae)				
<i>Platycleis affinis</i>	2	IV	HM	Ch X E
<i>Tessellana vittata</i>	1	II	PK	Ch SX E
<i>Gampsocleis glabra</i>	2	IV	PK	Ch-Th SX S
<i>Conocephalus discolor</i>	3	IV	SSib	Ch-Th SH S
<i>Conocephalus dorsalis</i>	1	II	PK	Ch-Th SH S
<i>Calliptamus italicus</i>	3	IV	EuSib	G-Ch SX E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	4	V	Sib	Ch SH E
<i>Chorthippus parallelus</i>	5	V	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	4	V	SSib	Ch M E
<i>Chorthippus loratus</i>	1	I	PM	Ch SH S
<i>Chorthippus dichrous</i>	1	I	SSib	Ch SH S
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	1	II	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	4	V	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	3	V	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	II	SSib	Ch SM S
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	I	PPann	Ch-G X S
<i>Omocestus ventralis</i>	3	V	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	4	V	SSib	Ch-G SX E
<i>Dirshius petraeus</i>	2	III	SSib	Ch-G X E
<i>Dociostaurus brevicollis</i>	2	IV	PK	G-Ch X E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	IV	Subtr	Ch-G SX E
<i>Epacromius coeruleipes</i>	2	III	SSib	Ch-G SX S
<i>Oedipoda coeruleescens</i>	1	II	HM-SSib	G X E
Hortobágy, jobbminőségű sziki gyep (Artemisio-Festucetum pseudovinae)				
<i>Platycleis affinis</i>	1	II	HM	Ch X E
<i>Tessellana vittata</i>	1	I	PK	Ch SX E
<i>Gampsocleis glabra</i>	2	IV	PK	Ch-Th SX S
<i>Calliptamus italicus</i>	4	V	EuSib	G-Ch SX E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	2	IV	Sib	Ch SH E
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	IV	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	IV	SSib	Ch M E
<i>Chorthippus loratus</i>	1	I	PM	Ch SH S
<i>Chorthippus dichrous</i>	1	I	SSib	Ch SH S
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	1	II	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	2	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	2	III	PK	Ch-G SX E

3. táblázat folytatása.

Table 3. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Hortobágy, jobbminőségű sziki gyep (Artemisio-Festucetum pseudovinae)				
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	3	IV	PPann	Ch-G X S
<i>Omocestus ventralis</i>	2	IV	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	V	SSib	Ch-G SX E
<i>Dirshius petraeus</i>	5	V	SSib	Ch-G X E
<i>Docioctaurus brevicollis</i>	2	III	PK	G-Ch X E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	IV	Subtr	Ch-G SX E
<i>Epacromius coerulipes</i>	3	IV	SSib	Ch-G SX S
<i>Celes variabilis</i>	2	III	HM-SSib	G X S
<i>Oedaleus decorus</i>	1	II	HM-SSib	G X E
<i>Oedipoda coerulescens</i>	2	IV	HM-SSib	G X E
Hortobágy, erősen sós talajon (Puccinellietum limosae)				
<i>Platycleis affinis</i>	1	II	HM	Ch X E
<i>Roeseliana roeseli</i>	2	IV	ExEu	Ch SH S
<i>Gampsocleis glabra</i>	1	II	PK	Ch-Th SX S
<i>Conocephalus discolor</i>	2	IV	SSib	Ch-Th SH S
<i>Conocephalus dorsalis</i>	3	IV	PK	Ch-Th SH S
<i>Calliptamus italicus</i>	2	III	EuSib	G-Ch SX E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	5	V	Sib	Ch SH E
<i>Chorthippus parallelus</i>	4	V	Sib	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	2	IV	SSib	Ch M E
<i>Chorthippus loratus</i>	1	I	PM	Ch SH S
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	3	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	1	I	HM	Ch-G SX E
<i>Euchorthippus declivus</i>	2	IV	HM	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus crassipes</i>	2	IV	PK	Ch-G SX E
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	I	PPann	Ch-G X S
<i>Omocestus ventralis</i>	2	IV	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	IV	SSib	Ch-G SX E
<i>Dirshius petraeus</i>	4	V	SSib	Ch-G X E
<i>Docioctaurus brevicollis</i>	5	V	PK	G-Ch X E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	IV	Subtr	Ch-G SX E
<i>Epacromius coerulipes</i>	4	IV	SSib	Ch-G SX S
<i>Oedipoda coerulescens</i>	1	II	HM-SSib	G X E
Hortobágy, vakszik Therophytákkal (Camphorosmetum annuae)				
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	II	SSib	Ch M E
<i>Chorthippus dichrous</i>	1	I	SSib	Ch SH S
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	III	EuSib	Ch-G SX E

3. táblázat folytatása.

Table 3. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia		
Hortobágy, vakszik Therophytákkal (<i>Camphorosmetum annuae</i>)						
<i>Euchorhippus declivus</i>	1	I	HM	Ch-G	SX	E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch	M	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	1	II	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Dirshius petraeus</i>	5	V	SSib	Ch-G	X	E
<i>Docioctaurus brevicollis</i>	2	III	PK	G-Ch	X	E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	4	V	Subtr	Ch-G	SX	E
<i>Epacromius coerulipes</i>	4	III	SSib	Ch-G	SX	S
<i>Celes variabilis</i>	2	III	HM-SSib	G	X	S
<i>Oedaleus decorus</i>	1	I	HM-SSib	G	X	E
<i>Oedipoda coerulescens</i>	4	IV	HM-SSib	G	X	E
Hortobágy, Therophyta-vegetáció, kloridos-sziken (<i>Suaedetum martimae</i>)						
<i>Chorhippus albomarginatus</i>	5	V	Sib	Ch	M	E
<i>Chorhippus dorsatus</i>	1	II	SSib	Ch	M	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	III	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Dirshius petraeus</i>	2	IV	SSib	Ch-G	X	E
<i>Docioctaurus brevicollis</i>	1	II	PK	G-Ch	X	E
<i>Aiolopus thalassinus</i>	5	V	Subtr	Ch-G	SX	E
<i>Epacromius coerulipes</i>	5	V	SSib	Ch-G	SX	S
<i>Celes variabilis</i>	1	II	HM-SSib	G	X	S
<i>Oedipoda coerulescens</i>	1	II	HM-SSib	G	X	E

Magyarázat:

Áreatípus: EuSib: eurosibériai, Sib: szibériai, SSib: dél-szibériai („angari”), ExEu: extramediterrán-európai, HM: Holomediterrán, PM: pontomediterrán, PK: ponto-kaszipi, PPann: ponto-pannon, Pann: pannon. Életforma-típus: Ch: chortobiont, Ch-T: chorto-thamnobiont, Ch-G: chorto-geobiont, G-P: geo-psammobiont, T: thamnobiont, G: geobiont, G-Ch: geo-chortobiont, G-P: geo-psammobiont. Ökológiai preferencia X: xerophil, SX: subxerophil, M: mesophil, H: hygrophil, S: stenök, E: euryök.

4. táblázat. Az Aggteleki karszt száraz és félszáraz gyepi orthopteráinak fajösszetétele, relatív gyakorisága és életformái.

Table 4. Species composition, relative frequency and life-form composition of the Orthoptera in the semi-dry grasslands of the Aggtelek karst area (NE-Hungary).

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Jósvafő, „Szőlőhegy”, kollin-zóna (Hypochoerio-Brachypodietum)						
<i>Isophya kraussi</i>	1	I	ExEu	Ch	M	S
<i>Poecilimon fussi</i>	2	II	PPann	Th	X	S
<i>Leptophyes albovittata</i>	3	IV	HM	Th	SM	E
<i>Leptophyes discoidalis</i>	1	I	Dac	Th	M	S
<i>Platycleis grisea</i>	3	IV	PM	Ch	X	E
<i>Bicolorana bicolor</i>	3	IV	S-Sib	Ch	SX	E
<i>Gampsocleis glabra</i>	1	I	PK	Ch-Th	SX	S
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	IV	EuSib	Ch	SM	E
<i>Rhacocleis germanica</i>	1	I	PM	Ch	X	S
<i>Pachytrachys gracilis</i>	1	I	Illyr	Ch	X	S
<i>Pholidoptera cinerea</i>	1	I	ExEu	Ch	M	S
<i>Pholidoptera fallax</i>	3	IV	AM	Ch-Th	SX	E
<i>Saga pedo</i>	1	II	PK	Ch-Th	X	S
<i>Phaneroptera falcata</i>	2	II	EuSib	Th	SX	E
<i>Phaneroptera nana</i>	1	I	HM	Th	SX	E
<i>Ephippiger ephippiger</i>	1	II	Pann	Th	X	S
<i>Oecanthus pellucens</i>	2	I	HM	Th	SX	S
<i>Calliptamus italicus</i>	5	V	EuSib	G-Ch	SX	E
<i>Euthystira brachyptera</i>	2	IV	PK	Ch	M	E
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	III	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	2	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptothrus brunneus</i>	4	V	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptothrus biguttulus</i>	5	V	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptothrus mollis</i>	2	III	SSib	Ch	SM	E
<i>Glyptothrus apricarius</i>	2	I	Sib	Ch	M	S
<i>Euchorthippus declivus</i>	1	I	HM	Ch-G	SX	E
<i>Stenobothrus lineatus</i>	4	V	EuSib	Ch	SM	E
<i>Stenobothrus eurasius</i>	1	I	SSib	Ch-G	X	S
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	II	SSib	Ch	SX	S
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	I	PPann	Ch-G	X	S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	4	IV	SSib	Ch-G	X	E
<i>Omocestus ventralis</i>	3	IV	SSib	Ch	SM	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	2	III	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Psophus stridulus</i>	1	I	SSib	G-Ch	SX	S
<i>Oedaleus decorus</i>	1	I	Subtr.	G	X	E

4. táblázat folytatása.
Table 4. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia		Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia	
Jósvafő, „Szőlőhegy”, kollin-zóna (Hypochoerio-Brachypodietum)						
<i>Oedipoda coerulescens</i>	1	II	EuSib	G	X	E
<i>Gomphocerippus rufus</i>	1	I	SSib	Ch	M	E
<i>Tetradetrix bipunctata</i>	1	II	HM	Ch	SM	E
Jósvafő, Lófej-völgy, kollin-zóna, fajgazdag félszáraz gyepek						
<i>Leptophyes albovittata</i>	2	III	HM	Th	M	E
<i>Platycleis grisea</i>	3	IV	PM	Ch	X	E
<i>Bicolorana bicolor</i>	4	V	SSib	Ch	SX	E
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	IV	EuSib	Ch	M	E
<i>Pholidoptera cinerea</i>	1	I	ExEu	Ch	M	E
<i>Pholidoptera fallax</i>	3	IV	AM	Ch-Th	SX	E
<i>Phaneroptera falcata</i>	1	II	EuSib	Th	M	E
<i>Phaneroptera nana</i>	1	I	HM	Th	M	E
<i>Ephippiger ephippiger</i>	2	II	Pann	Th	SX	S
<i>Oecanthus pellucens</i>	2	II	HM	Th	X	E
<i>Calliptamus italicus</i>	3	IV	EuSib	G-Ch	SX	E
<i>Euthystira brachyptera</i>	4	V	PK	Ch	M	E
<i>Chorthippus parallelus</i>	3	III	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	4	IV	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	V	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	2	II	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	3	IV	Sib	Ch	1 M	S
<i>Stenobothrus lineatus</i>	5	V	EuSib	Ch	SM	E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	III	SSib	Ch	SM	S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	4	IV	PK	Ch-G	SX	E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	III	SSib	Ch	M	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	IV	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Oedipoda coerulescens</i>	1	I	HM-SSib	G	X	E
<i>Gomphocerippus rufus</i>	2	D	SSib	Ch	M	E
<i>Tetradetrix bipunctata</i>	1	II	HM	Ch	M	E
Szubmontán zóna, árvalányhajás gyepek (Pulsatillo-Festucem m stipetosum joannis)						
<i>Barbitistes constrictus</i>	1	I	ExEu	Th	SX	S
<i>Leptophyes albovittata</i>	2	III	HM	Th	M	E
<i>Platycleis grisea</i>	3	IV	PM	Ch	X	E
<i>Bicolorana bicolor</i>	4	IV	SSib	Ch	SX	E

4. táblázat folytatása.

Table 4. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Szubmontán zóna, árvalányhajas gyepek (<i>Pulsatillo-Festucem</i> <i>stipetosum joannis</i>)				
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	III	EuSib	Ch M E
<i>Rhacocleis germanica</i>	1	I	PM	Ch X S
<i>Pholidoptera cinerea</i>	1	I	ExEu	Ch M E
<i>Pholidoptera fallax</i>	5	V	AM	Ch-Th SX E
<i>Saga pedo</i>	1	II	PK	Ch-Th X S
<i>Calliptamus italicus</i>	2	IV	EuSib	G-Ch SX E
<i>Paracaloptenus caloptenoides</i>	3	II	XM	G-Ch X S
<i>Pseudopodisma nagyii</i>	4	IV	Daz	Ch M S
<i>Euthystira brachyptera</i>	3	III	PK	Ch M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	2	II	Sib	Ch M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	3	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	V	HM	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	1	I	SSib	Ch M E
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	2	II	PK	Ch-G X S
<i>Stenobothrus lineatus</i>	5	V	EuSib	Ch M E
<i>Stenobothrus eurasius</i>	3	II	SSib	Ch-G X S
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	III	SSib	Ch SM S
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	II	PPann	Ch-G X S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	5	V	PK	Ch-G SX E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	IV	SSib	Ch-G SX E
<i>Stauroderus scalaris</i>	4	IV	SSib	Ch SM S
<i>Oedipoda coerulea</i>	1	II	HM-SSib	G X E
<i>Gomphocerippus rufus</i>	1	I	SSib	Ch M E
<i>Tetratetrix bipunctata</i>	1	II	HM	Ch M E
Jósvafő, Szilicei fennsík, szubmontán zóna, fajgazdag gyepek (<i>Polygalo maioris-Brachypodietum</i>)				
<i>Isophya kraussi</i>	2	IV	ExEu	Ch M S
<i>Leptophyes albovittata</i>	3	IV	HM	Th M E
<i>Leptophyes discoidalis</i>	1	I	Daz	Th M S
<i>Platycleis grisea</i>	2	II	PM	Ch X E
<i>Bicolorana bicolor</i>	4	V	SSib	Ch SX E
<i>Metrioptera brachyptera</i>	3	IV	Sib	Ch M S
<i>Roeseliana roeseli</i>	2	II	ExEu	Ch SH S
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	IV	EuSib	Ch M E
<i>Pholidoptera cinerea</i>	1	I	ExEu	Ch M E
<i>Pholidoptera fallax</i>	4	IV	AM	Ch-Th SX E

4. táblázat folytatása.

Table 4. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia		
Jósvafő, Szilicei fennsík, szubmontán zóna, fajgazdag gyepek (Polygalo maioris-Brachypodietum)						
<i>Pholidoptera transsylvanica</i>	2	III	Daz	Ch	M	S
<i>Saga pedo</i>	1	I	PK	Ch-Th	X	S
<i>Phaneroptera falcata</i>	1	I	EuSib	Th	SX	E
<i>Ephippiger ephippiger</i>	2	I	Pann	Th	X	S
<i>Calliptamus italicus</i>	3	II	EuSib	G-Ch	SX	E
<i>Paracaloptenus caloptenoides</i>	2	I	XM	G-Ch	X	S
<i>Pseudopodisma nagyí</i>	4	V	Daz	Ch	M	S
<i>Chrysochraon dispar</i>	3	II	ExEu	Ch	SH	S
<i>Euthystira brachyptera</i>	5	V	PK	Ch	M	E
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	1	I	Sib	Ch	SH	E
<i>Chorthippus parallelus</i>	3	IV	Sib	Ch	M	E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	4	V	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	2	IV	EuSib	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	2	III	HM	Ch-G	SX	E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	1	II	SSib	Ch	M	E
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	3	IV	Sib	Ch	M	S
<i>Stenobothrus lineatus</i>	5	V	EuSib	Ch	M	E
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	2	II	SSib	Ch	SM	S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	3	III	PK	Ch-G	SX	E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch	M	E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	III	SSib	Ch-G	SX	E
<i>Stauroderus scalaris</i>	4	V	SSib	Ch	SX	S
<i>Arcyptera fusca</i>	2	III	SSib	Ch-G	SX	S
<i>Psophus stridulus</i>	3	IV	SSib	G-Ch	SX	S
<i>Gomphocerippus rufus</i>	2	II	SSib	Ch	M	E
<i>Tetratetrix bipunctata</i>	2	IV	HM	Ch	M	E
Jósvafő, Szilicei fennsík, erodált, rövidfüvű gyepek (Poo badensis-Caricetum montanae)						
<i>Isophya kraussi</i>	1	II	ExEu	Ch	M	S
<i>Leptophyes albobittata</i>	2	I	HM	Th	M	E
<i>Platycleis grisea</i>	2	IV	PM	Ch	X	E
<i>Bicolorana bicolor</i>	3	III	SSib	Ch	SX	E
<i>Metrioptera brachyptera</i>	2	II	Sib	Ch	M	S
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	II	EuSib	Ch	M	E
<i>Rhacocleis germanica</i>	1	II	PM	Ch	X	S
<i>Pholidoptera cinerea</i>	1	I	ExEu	Ch	M	E
<i>Pholidoptera fallax</i>	4	V	AM	Ch-Th	SX	E
<i>Saga pedo</i>	1	II	PK	Ch-Th	X	S
<i>Calliptamus italicus</i>	2	I	EuSib	G-Ch	X	E
<i>Paracaloptenus caloptenoides</i>	3	IV	XM	G-Ch	X	S

4. táblázat folytatása.

Table 4. continued.

Fajok	Relatív gyak. Konstancia	Área- típus	Életforma- típus	Ökológiai preferencia
Jósvafő, Szilicei fennsík, erodált, rövidfüvű gyepek (<i>Poa badensis</i> - <i>Caricetum montanae</i>)				
<i>Pseudopodisma nagyí</i>	4	IV	Daz	M S
<i>Euthystira brachyptera</i>	3	III	PK	M E
<i>Chorthippus parallelus</i>	2	II	Sib	M E
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	III	SSib	M E
<i>Glyptobothrus brunneus</i>	3	IV	EuSib	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	4	V	HM	Ch-G SX E
<i>Glyptobothrus mollis</i>	1	I	SSib	Ch M E
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	2	I	Sib	Ch M S
<i>Stenobothrus lineatus</i>	4	V	EuSib	Ch M E
<i>Stenobothrus eurasius</i>	2	I	SSib	Ch-G X S
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	1	II	SSib	Ch SM S
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	1	II	PPann	Ch-G X S
<i>Stenobothrus crassipes</i>	5	V	PK	Ch-G SX E
<i>Omocestus ventralis</i>	2	II	SSib	Ch M E
<i>Dirshius haemorrhoidalis</i>	3	IV	SSib	Ch-G SX E
<i>Stauroderus scalaris</i>	4	IV	SSib	Ch SX S
<i>Arcyptera fusca</i>	3	IV	SSib	Ch-G SX S
<i>Psophus stridulus</i>	4	IV	SSib	G-Ch SX S
<i>Oedipoda coerulea</i>	1	I	HM-SSib	G X E
<i>Gomphocerippus rufus</i>	2	II	SSib	Ch M E
<i>Tetratetrix bipunctata</i>	2	I	HM	Ch M E

Magyarázat:

Áreatípus: EuSib: euraszibériai, Sib: szibériai, SSib: dél-szibériai („angari”), ExEu: extramediterrán-európai, HM: Holomediterrán, PM: pontomediterrán, AM: adriatomediterrán, PK: pontokáspi, PPann: ponto-pannon, Pann: pannon, Subtr.: subtropudi, Daz: dacikus, Illyi: illyri, XM: xeromontán. Életforma-típus: Ch: chortobiont, Ch-T: chorto-thamnobiont, Ch-G: chorto-geobiont, G-P: geo-psammobiont, T: thamnobiont, G: geobiont, G-Ch: geo-chortobiont, G-P: geo-psammobiont. Ökológiai preferenciák: X: xerophil, SX: subxerophil, M: mesophil, H: hygrophil, S: stenök, E: euryök.

Change in the life-form spectra of Orthoptera-communities regarding to the structure of dry and semi-dry grasslands in Hungary

ISTVÁN RÁCZ

Life-form spectra of Orthoptera-communities in different types of grasslands are compared. The loess grasslands of the Hortobágy region and in the Hernád-valley, can be compared with the continental tall-grass meadow steppes, rich in dicotyledonous species, often forming a patchy polycormon-pattern. About the half of the dominant-subdominant species belong to the chortobiotic or chorto-thamnobiote Tettigonoidea. The dominant Acridioidea species are nearly equally represented by chortobionts and chorto-geobionts. Grasslands of loessy sand in the southern part of Nyírség (E Hungary) agree with the species and life-form composition, typical to sandy grasslands. In the Orthoptera-communities of sandy grasslands the Tettigonoidea and the chortobiotic *Jósvafő*, *Szilice Plateau* (*Poa badensis*-*Caricera montanae*) species are underrepresented. Dense and open grassland types can be sharply distinguished based on the rate of chorto-geobionts versus geobionts. Calcareous and acidic grasslands do not display any significant differences in their Orthoptera-communities. Species composition of the Orthoptera assemblages of the tall-forb alkali meadows essentially agrees with that of loess grasslands. In alkali grasslands Tettigonoidea are underrepresented. The more steppe-like types show a nearly equal rate of chortobionts and chorto-geobionts, while in the nearly semi-desert like sparse, short-grass associations chorto-geobiotic species predominate, accompanied by some few geobionts. Semi-dry grasslands of the colline-submontane level of the Aggtelek karst area (NE Hungary) are remarkable for their richness in species. Thamnobiote Tettigonoidea, including some biogeographically significant species, are well represented in some habitat types due to the tall-forb structure of vegetation. Geo-chortobiotic species belong to the dominants in some rocky and clastic sites with short-grass vegetation. Some of them are of significant conservation value because they are generally vanishing in Hungary due to the abandonment of traditional land use.

Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás és zoológiai hatásai

Az Állattani Közlemények jelen kötetében közreadjuk azokat a dolgozatokat, amelyek az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás fizikai okairól, a meteorológiai események lefolyásáról és mindezek állatokra gyakorolt hatásairól számolnak be. Közös témájuk és egymásra épülésük okán folyóiratunkban külön egységként mutatjuk be ezeket a munkákat.

Szerkesztő

Az időjárás helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során*

WEIDINGER TAMÁS, PINTÉR KRISZTINA, HIRSCH TAMÁS és MÉSZÁROS RÓBERT

ELTE Meteorológiai Tanszék 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, E-mail: weidi@ludens.elte.hu

Összefoglalás. A cikk célja az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás meteorológiai vonatkozásainak bemutatása. Az augusztus első felében (08. 1–16.) lejátszódó időjárás folyamatok áttekintése után részletesen ismertetjük az augusztus 10. és 11-i magyarországi időjárás helyzetet. A napfogyatkozást megelőző meleg nyári napok után augusztus 10-én 9 UTC-kor (Az UTC a világidő rövidítése: Universal Time Control.) egy hidegfront érte el hazánk északnyugati határát. Az éjszakai órákra átvonult hidegfront erős lehűlést okozott. Megnövekedett a felhőzet, s az ország nagy részén csapadék is előfordult. Augusztus 11-én a frontálzóna már Magyarországon kívül húzódtott, de a déli határainkhoz közeli melegfronti hullám felhőzete további csapadékétevékenységet okozott a hajnali és a délelőtti órákban. A napfogyatkozás idejére a teljes napfogyatkozás sávjában már változóan felhős, többfelé napos idő volt. A nagyskálájú időjárás folyamatok megismerése után a napfogyatkozás közvetlen meteorológiai hatásait elemezzük. Nyomon követjük a magyarországi felhőzeti és hőmérsékleti mező változását a napfogyatkozás körüli órákban. A teljes napfogyatkozás sávjában végzett méréseink alapján (Fülöpháza, Kiskunsági Nemzeti Park) bemutatjuk a sugárzási komponensek, a hőmérséklet, a nedvesség és a szélsébség napfogyatkozás során történő megváltozását. A rövidhullámú besugárzás a teljes napfogyatkozás idejére gyakorlatilag nulla lett, a léghőmérséklet a hazai adatok alapján 1–4°C-kal csökkent, a szélsébség pedig jelentősen mérséklődött. A besugárzás változásaira a léghőmérséklet körülbelül 10 perces késéssel reagált.

Kulcsszavak: napfogyatkozás, időjárás helyzet, energiaháztartás, meteorológiai állapothatározók változása.

Bevezetés

Az egyik legszebb természeti jelenség a teljes napfogyatkozás. Ahányszor bekövetkezik egy adott helyen, annyszor írnak róla, hiszen az ember életében általában csak egyszer adatik meg, hogy személyesen megtapasztalja a jelenséget, és tudományos igényű méréseket végezzen az időjárás folyamatok megváltozásával kapcsolatban.

A napfogyatkozások alkalmat adnak azon légköri változások tanulmányozására, melyek a sugárzás hirtelen lecsökkenésekor, illetve megnövekedésekor mennek végbe. Ilyen változások tapasztalhatóak a talaj felsőbb rétegeitől egészen a légkör 50–80 km-es rétegében levő mezoszféráig (ANDERSON 1999).

A cikk célja, hogy bemutassa a napfogyatkozás körüli időszak (1999. augusztus 1–16.) időjárását: a frontok mozgását, a hőmérséklet, a nedvesség és a felhőzeti mező alakulását.

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

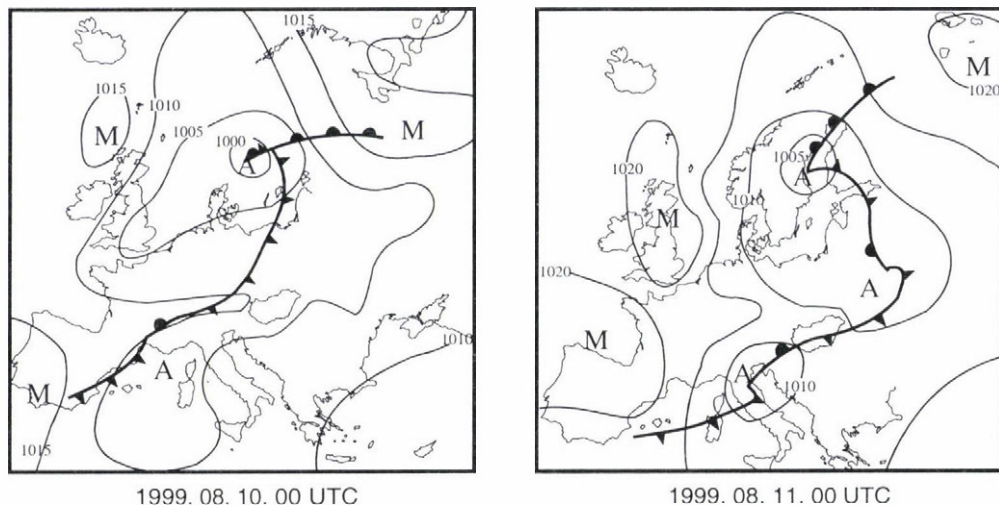
Szakirodalmi adatok és a Kiskunsági Nemzeti Parkban végzett mikrometeorológiai méréseink alapján elemezzük a napfogyatkozás közvetlen meteorológiai hatásait. A klasszikus meteorológiai elemek (hőmérséklet, nedvesség, szélsébség, szélirány) mellett foglalkozunk a globálsugárzás és a sugárzási egyenleg (a felszínre érkező és a távozó rövid- és hosszuhullámú sugárzás egyenlege) változásával, a talajhőmérséklet és a talajba jutó hőáram menetével.

A nagyskálájú légköri folyamatok és a talajközeli tér finomfelbontású változásainak együttes ismerete nélkülözhetetlen egyes hosszú távú rovarfajta kutatásokhoz mint például a klímaingadozás hatása a rovarpopulációk dinamikájára (SZENTKIRÁLYI et al. 1998, 2001, KÁDÁR & SZENTKIRÁLYI 1997). Hasznos információkat szolgáltat a rovarok napi aktivitás-változásainak vizsgálatához, különös tekintettel a fénycsapdás gyűjtések elemzésére. Segít abban, hogy jobban érthessük a frontátvonulások és egyéb napi légköri események hatását a rovarok repülési aktivitására (KÁDÁR & SZENTKIRÁLYI 1984, 1992, LESKÓ et al. 1998, NOWINSZKY 1997, 2000, SZENTKIRÁLYI et al. 2001). Ugyanakkor hozzájárulhat botanikai kutatásokhoz is, például a mérőhelyek eltérő mikroklímájából adódó különbségek értelmezéséhez (KOVÁCS-LÁNG et al. 1998).

Módszerek

Az időjárást a különböző skálájú légköri folyamatok együttese határozza meg, a több ezer kilométeres kiterjedésű ciklonok és anticiklonok mozgásától a ciklonok frontálzónáin keresztül a zivatarfelhőkön át a kis örvényekig. A csapadékeloszlásban két hatás játszik szerepet: a hosszan elnyúló frontok esetenként több száz km széles csapadéksávja, illetve a 10 km-es karakterisztikus méretű, és alig egy óras élettartamú zivatarcellák csapadéktevékenysége. A felhőzeti mező kialakításában fontos szerepet játszanak a nagytérségű folyamatok (ciklonok, anticiklonok), a konvektív mozgások és a helyi hatások (BARTHOLY & WEIDINGER 1997). A meteorológus a felszíni szinoptikus térképen rajzolja be a frontok elhelyezkedését, a nyomási vonalak futását, s megadja többek között a felhőzet mennyiségét, a szél és a hőmérsékleti mező értékeit. Az időjárás kép, a nagyskálájú felhőzeti mező szerkezete természetesen nem függ a napfogyatkozástól, azt a légkör dinamikai folyamatai kormányozzák.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat 31 automata szinoptikus főállomás és több mint ötven automata éghajlati állomás óránként mért adatait gyűjti. A napi csapadékösszeg értékeit közel 600 állomáson rögzítik. Az időjárás folyamatok megfigyelését 3 radarállomás segíti. Félóránként érkeznek műholdképek. Az időjárás folyamatok analizését és előrejelzését hazai, illetve Európa és USA előrejelzési központjaiból érkező információk segítik (MIKA & TAKÁCS 1998, NAGY & NAGY 2000). Ez az információs rendszer állt a hazai kutatók rendelkezésére a napfogyatkozás hatásainak követésére. A meteorológiai főállomások hagyományos adatgyűjtési sűrűségét többszörösére növelték. A napfogyatkozás idejére percnként mért adatokkal rendelkezünk. Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérési eredményeiről MAKRA et al. (1999) és DOMONKOS (1999) cikkei tájékoztatnak. Számos hazai és nemzetközi kutatócsoport végzett részletes mikrometeorológiai megfigyeléseket a napfogyatkozás kapcsán a teljes napfogyatkozás sávjában: Kanada keleti partjától Belgiumon, Dél-Németországon, Törökországon és Perzsián át egészen a Bengáli-öböl.

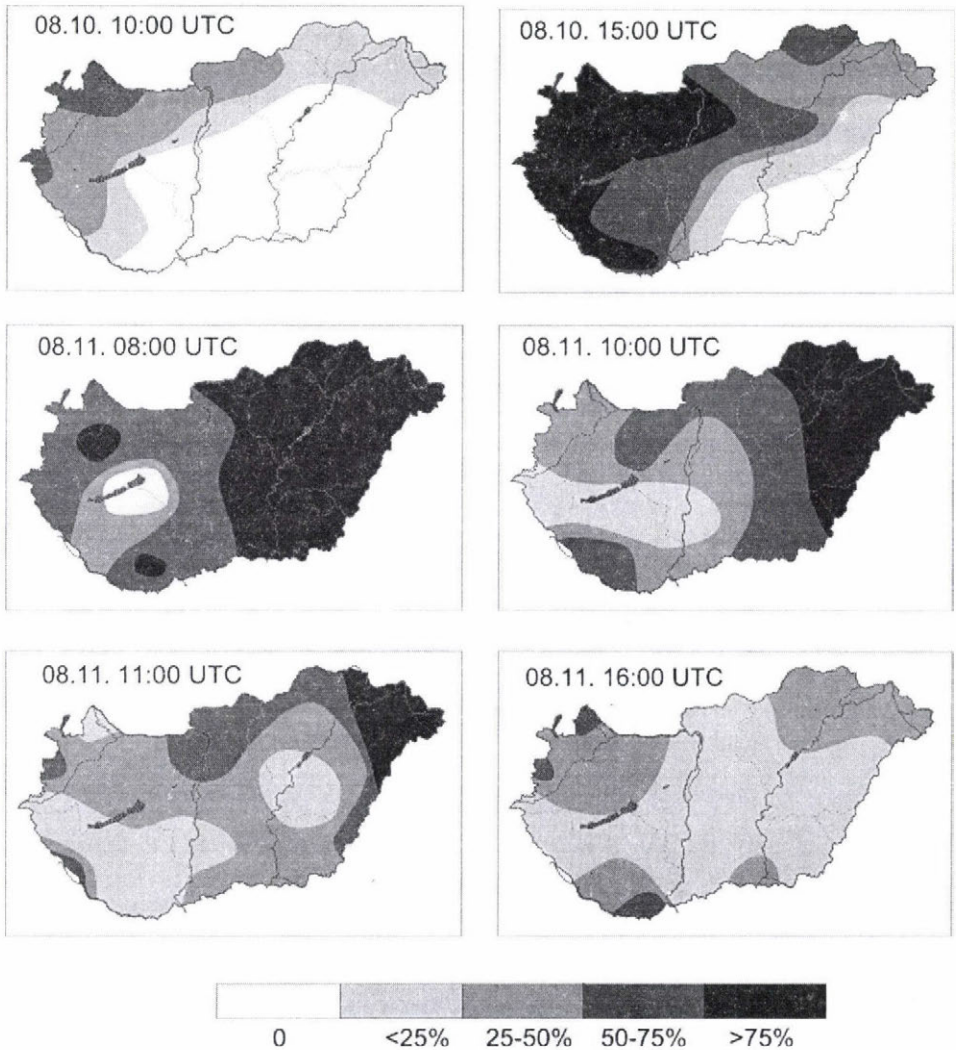


1. ábra. Időjárási helyzet 1999. augusztus 10-én 00 UTC-kor és augusztus 11-én 00 UTC-kor. Jól látszik a frontálzónák elhelyezkedése és mozgása. A hidegfrontot a háromszögek, a melegfrontot a félkörök jelölik. Az alacsony nyomású ciklon centrumokat A betű, a magas nyomású anticiklon centrumokat M betű jelöli. Megfigyelhető, hogy augusztus 11-én 00 UTC-re egy alacsony nyomású központ alakult ki hazánktól északkeletre. Az ehhez kapcsolódó hidegfront Magyarország felett húzódik.

Figure 1. Surface weather charts for 00 UTC from Hungarian Weather Service on 10. 08. 1999. and 11. 08. 1999. The cold and warm front are marked by black triangles and half circles, respectively. „A” denotes cyclone centres whereas „M” refers to anticyclone centres. It can be seen a new low pressure centre north-west from Hungary. Its cold front stretches over Hungary.

Az ELTE Meteorológiai Tanszéke a Berlieni Szabad Egyetem Meteorológiai Intézetével közösen a Kiskunsági Nemzeti Park látogatóktól elzárt, fülöpházi, úgynevezett magterületén folytatott mikrometeorológiai méréseket. Célunk a felszínközeli légréteg és a felszíni energiaháztartás változásainak meghatározására volt (ECKARDT & LANGER 2000, PINTÉR 2001). Egy szinten mértük a relatív nedvességet, és több különböző magasságban a lég hőmérsékletet. A szélességet a meteorológiai szolgálatnál is használt VAISALA gyártmányú forgókanalas szélmérővel illetve szónikus anemométerrel mértük. Ez utóbbi a szélirány meghatározására is szolgált. A globálsugárzást SCHENK-féle piranométerrel, a sugárzási egyenleget pedig amerikai gyártmányú Q7 típusú sugárzásegyenleg mérővel mértük. Rögzítettük a talajhőmérsékletet, a talajnedvesség és a talajba jutó hőáram adatait is. Ez utóbbit 2 cm-es és 8 cm-es mélységben elhelyezett hőáram mérő szenzorokkal mértük.

A műszerek nagy részét és az automatikus adatgyűjtőt az angliai CAMPBELL cégtől szereztük be. A mérések során 10 másodperces mintavételezési idővel dolgoztunk, az adatgyűjtő a 10 perces átlagértékeket tárolta. A szélesség, szélirány és hőmérséklet mérésére is alkalmas nagyérzékenységű szónikus anemométer adatait számítógép rögzítette 21 Hz-es felbontással.



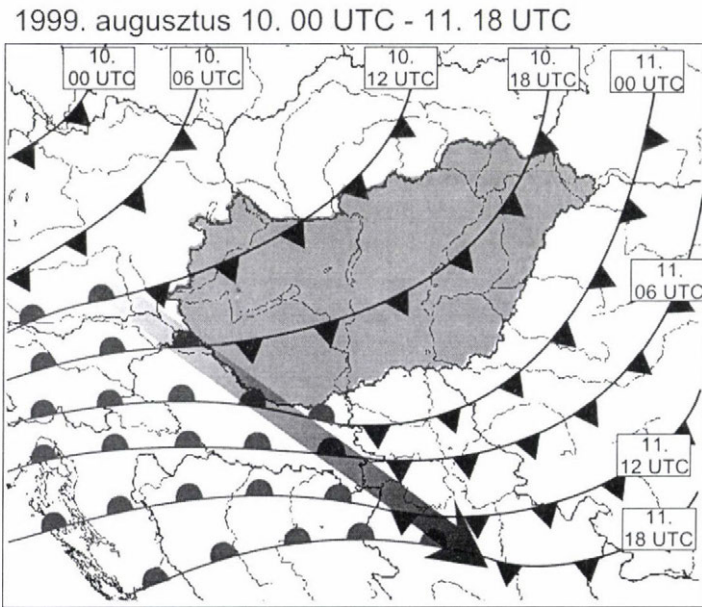
2. ábra. A felhőzeti mező szerkezete és változásai a magyarországi szinoptikus megfigyelések alapján 1999. augusztus 10. 10 UTC és augusztus 11. 16 UTC között. A felhőzet %-ban van megadva.
Figure 2. Structure and changes of the cloudiness (%) above Hungary on the basis of the synoptic observations from 10 UTC 10. 08. 1999. to 16 UTC 11. 08. 1999.

Eredmények

A Napfogyatkozás során bekövetkező változások értelmezéséhez ismernünk kell a megelőző időszak időjárási folyamatait.

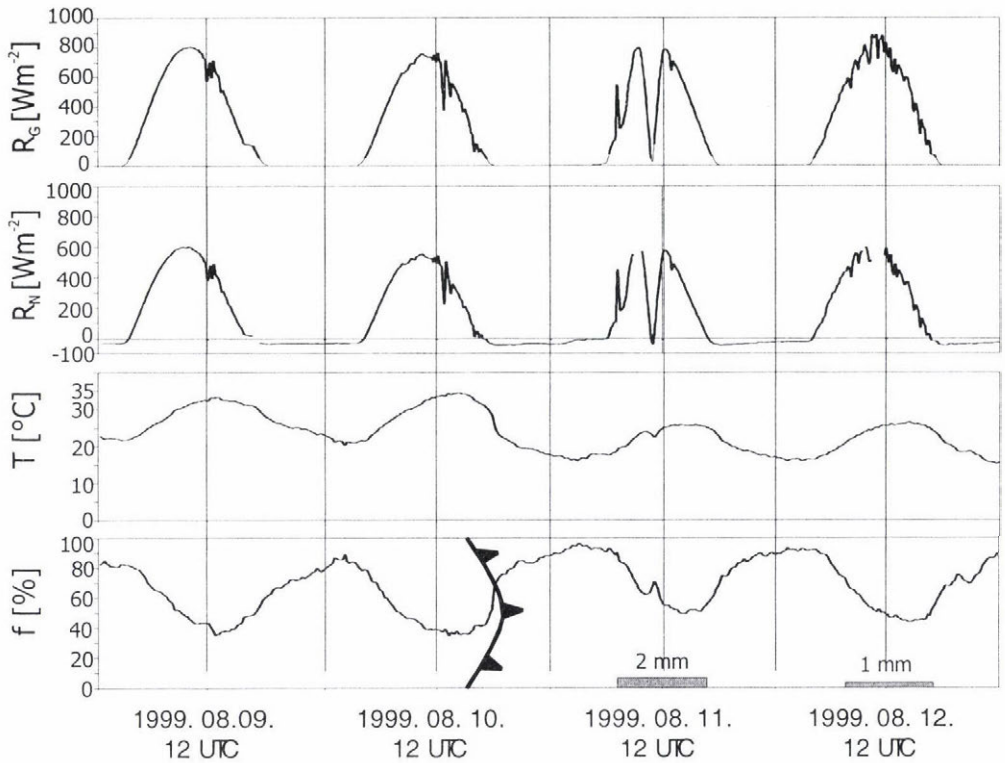
Időjárási kép a napfogyatkozás körüli időszakban (1999. augusztus 1–16.)

Augusztus 1–5. között hazánk időjárását döntő mértékben egy anticiklon alakította, amelynek hatására meleg, nyári idő volt jellemző sok napsütéssel, a délutáni és az esti órákban szóróványos záporokkal, zivatarokkal. Augusztus 6-tól a már napok óta a Brit-szigetek térségében örvénylő ciklonrendszer kelet felé helyeződött át és előoldalán dél, délnyugat felől egyre melegebb, váltakozó nedvességtartalmú, labilis rétegződésű levegő áramlott a Kárpát-medence fölé. A sok napsütés mellett a délutáni, esti órákban ismét megnövekedett a gomolyfelhőzet és augusztus 6-án és 7-én többfelé alakult ki heves zápor, zivatar, sőt helyenként felhőszakadás, jégeső is előfordult. Augusztus 8-ától az említett ciklon markáns hidegfrontja egyre jobban megközelítette Közép-Európát, amelynek hatására térségünk fölött tovább erősödött a melegadvekcio, a délutáni órákban többfelé mértek 33–36°C-os hőmérsékletet.



3. ábra. A hidegfront átvonulása a Kárpát-medencén 1999. augusztus 10. 00 UTC és augusztus 11. 18 UTC között. A nyíl a frontálzóna haladási irányát mutatja.

Figure 3. Passing of the cold front above the Carpathian-basin from 00 UTC 10. 08. 1999. to 18 UTC 11. 08. 1999.



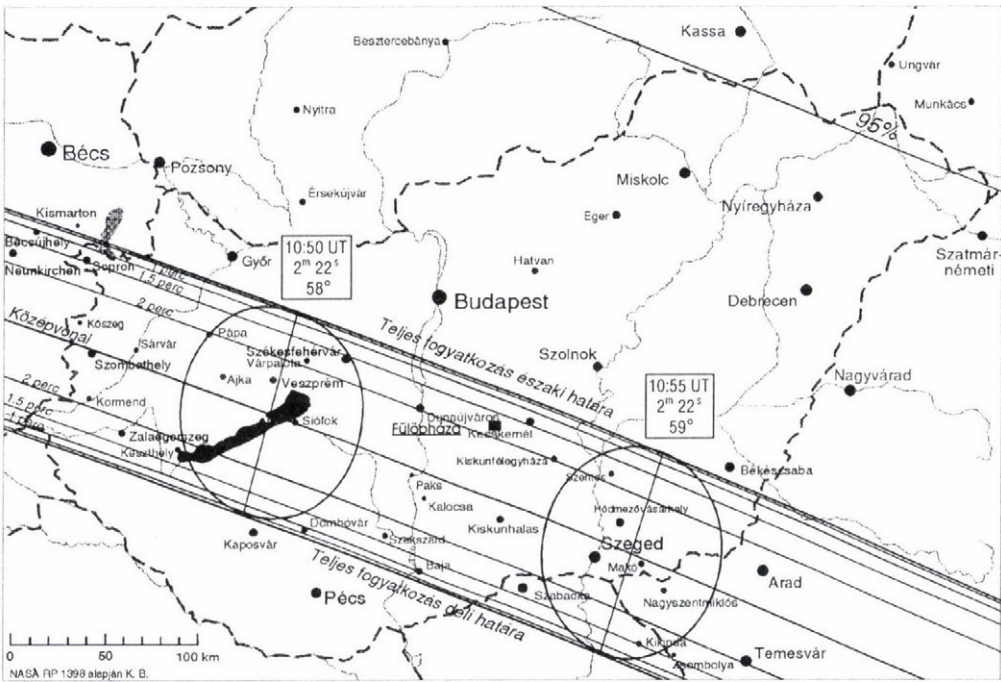
4. ábra. A meteorológiai elemek: a globálsugárzás (R_G), a sugárzási egyenleg (R_N), a léghőmérséklet (T) és a relatív nedvesség (f) változása, a napi csapadékösszeg valamint a hidegfront áthaladása. (Fülöpháza, 1999. augusztus 9–12.)

Figure 4. Daily variations of the global radiation (R_G), net radiation (R_N), air temperature (T) relative humidity (f), daily precipitation amount and the passage of the cold front (Fülöpháza 9. 08. – 12. 08. 1999).

A meleg nyári idő a napfogyatkozás előtti napon, augusztus 10-én változott meg. A hidegfront augusztus 10-én hajnalban még az Alpok fölött húzódtott (1. ábra), napközben azonban már 9 UTC-kor elérte hazánkat. (Az UTC a világitő rövidítése: Universal Time Control.) Délelőtt eleinte országsszerte napos idő volt, majd északnyugat felől fokozatosan növekedni kezdett a felhőzet, és délutántól kezdetben a Dunántúlon, később pedig az északi országrészben is záporok, zivatarok alakultak ki. A front mögött több fokkal visszaesett a hőmérséklet és sokfelé viharossá fokozódott az északnyugati szél. Augusztus 10-én 15 UTC-re (a nyári időszámítás szerint délután 5 órára) igen jelentősnek nevezhető, 19°C -os hőmérsékletkülönbség alakult ki az ország északnyugati és délkeleti része között. Ekkor Sopronban csupán 17°C -ot mértek, Békéscsabán azonban, ahol még derült volt az ég, 36°C -ot mutattak a hőmérők. A front 10-én az esti, éjszakai órákban legyengült formában a déli és keleti országrészt is elérte (2. ábra). Körülbelül éjfélkor el is hagyta volna a Kárpát-

medencét, déli szakaszán azonban – Észak-Olaszország fölött – egy hullám alakult ki, amely jelentősen lefékezte a mozgását (JENKI 1999).

Az átmeneti felhőzetcsökkenés után az említett frontális hullámhoz tartozó felhő- és csapadékhóza augusztus 11. hajnaltól délnyugat felől az ország egyre nagyobb részét borította be ismét (2. és 3. ábra). Augusztus 11-én reggelig a lehullott csapadék mennyisége néhány tized mm-től (csapadéknym) 15 mm-ig változott. (Meteorológiában a napi csapadék-összeg a 06 UTC-től a következő nap 06 UTC-ig terjedő időszakban mért értéket jelenti.) Augusztus 11-én hajnalra a levegő 13°C és 19°C közé hűlt le. A napsütéses órák száma augusztus 11-én 3 és 11 óra között változott az ország területén.



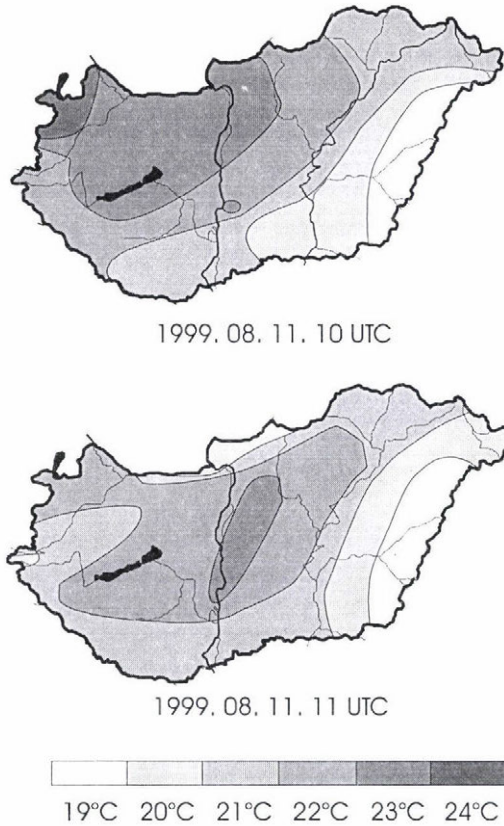
5. ábra. A totalitás sávja és ideje (UTC-ben) Magyarországon az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás során. Az ábrán fekete négyzet jelöli a Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi területét.

Figure 5. The zone and the time (in UTC) of the total sun coverage in Hungary during the solar eclipse 11. 08. 1999. The area of the National Park of Kiskunság near the Fülöpháza is denoted by the dark square.

Ha a felhőháza csak egy kicsit is lassabban mozgott volna, akár az egész országban megműsíthatta volna a napfogyatkozás megfigyelését. Augusztus 11-én reggel még ország-szerte erősen felhős, illetve borult volt az ég (3. ábra) többfelé esővel, záporosóval, zivatarral. A délelőtt folyamán először a Dunántúlon, majd a Duna-Tisza-közén is fokozatosan csökkenni kezdett a felhőzet. A napfogyatkozás időtartama alatt összefüggő felhőzet gya-

korlatilag már csak az északkeleti, keleti országrészt borította. Augusztus 11-én délután (a napfogyatkozás után) aztán lassanként ott is csökkent a felhőzet, a Dunántúl nyugati részén azonban helyenként ismét megnövekedett (2. ábra) és ott néhol újabb záport, zivatarot is észleltek.

Az ország fölé a frontrendszer átvonulása után északnyugat felől szárazabb, hűvösebb levegő áramlott. Augusztus 11-én a csúcshőmérséklet már csak 23–28°C között alakult, ami az előző naphoz képest 5–8°C-os lehűlést jelentett.



6. ábra. A hőmérsékleti mező eloszlása a magyarországi szinoptikus állomások 1999. augusztus 11. 10 UTC-s és 11 UTC-s mérései alapján.

Figure 6. The temperature field in Hungary on the basis of the synoptic observations (10 and 11 UTC 11. 08. 1999.).

A napfogyatkozás hatására a mérések szerint a – földrajzi elhelyezkedés, a felhőzet és más paraméterek függvényében – általában 1–4°C-kal csökkent átmenetileg a levegő hőmérséklete. A frontrendszer augusztus 12-én hajnalban már a Balkánon, illetve tőlünk keletre húzódott. Az átvonult hidegfrontot követően (augusztus 12–13.) egy magassági „hideg levegőcsepp” okozott az ország déli és keleti részén záporokat, zivatarokat. Augusztus 14-

én a szél ismét jobbra délnyugatira fordult és újabb melegedés vette kezdetét. Ezt a melegedést csak átmenetileg szakította meg egy újabb, a Kárpát-medence fölél helyeződő hullámzó frontálzóna, melynek hatására augusztus 16-án az esti óráktól kezdve, már heves záporok, zivatarok is kialakultak elsősorban az ország északi felén (OMSz 1999, Időjárás napijelentések).

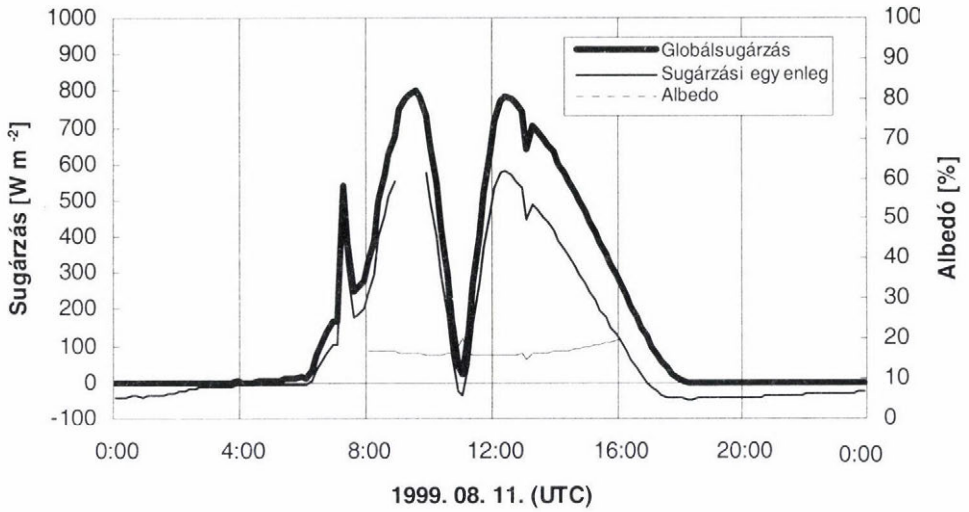
A napfogyatkozás körüli napok (augusztus 9–12.) globálsugárzás, sugárzási egyenleg, hőmérséklet és relatív nedvesség menetéről, a napi csapadékmennyiségről és a hidegfront átvonulásáról a fülöpházi mérések alapján készített 4. ábra tájékoztat. Jól látszik a napfogyatkozás előtti száraz, meleg időszak. Már ilyen felbontásban is megfigyelhető a napfogyatkozás hatása az egyes meteorológiai elemekre, s összehasonlítható ezek nagysága a napi és a napok közötti változékonysággal.

A teljes napfogyatkozás közvetlen hatásai

Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás sávja északnyugat-délkeleti irányban haladt keresztül az országon (5. ábra). A teljes napfogyatkozás helyi idő szerint 12 óra 46 perc (10:46 UTC) (Nyugat-Magyarország) és 12 óra 56 perc (10:56 UTC) (Délkelet-Magyarország) között állt be, tehát nagyjából a legmagasabb napállásnál; maximális időtartama hazánkban 2 perc 22 másodperc volt. A korábbiakban említettek szerint, a reggeli órákban még többnyire erősen felhős volt az ég (2. ábra), de a továbbiakban nagy területen felszakadozott a felhőzet és a teljes napfogyatkozás időpontjára a teljes napfogyatkozás sávjának legnagyobb részén jól megfigyelhetővé vált az esemény.

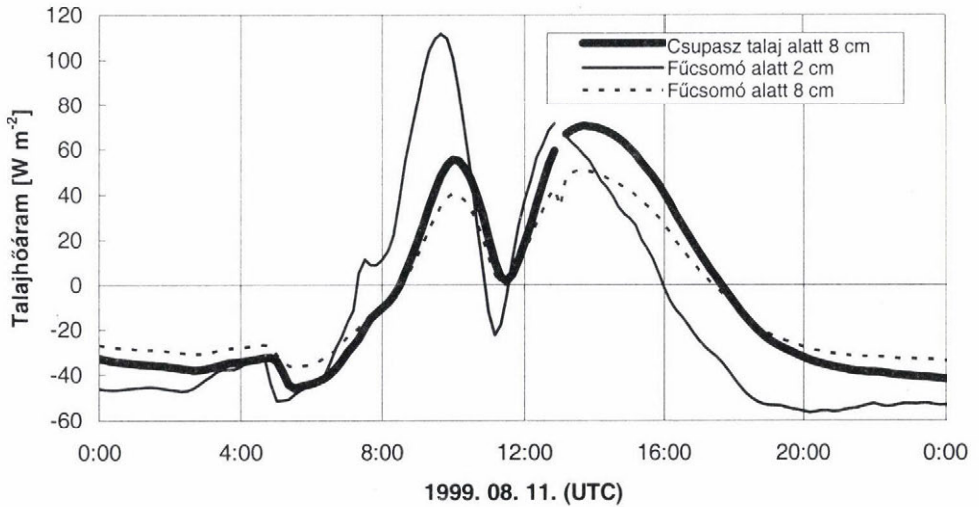
A napfogyatkozás közvetlen hatása természetesen a Napból a földfelszínre érkező rövidhullámú sugárzásban (globálsugárzás) jelentkezik, ami más meteorológiai paraméterek megváltozását is maga után vonja. A műszeres mérések szerint a globálsugárzás változása a napfogyatkozás idején a felhőzet által csak kis mértékben borított területeken csaknem szabályos 'V' alakot mutatott. A teljes napfogyatkozás sávjában a teljes napfogyatkozáskor a globálsugárzás értéke gyakorlatilag nullára csökkent, majd fokozatosan ismét növekedni kezdett. A sugárzás-görbe menetében az ország egyes részei között még a néhány perces eltolódást is sikerült kimutatni. A napfogyatkozás a déli órákban következett be, éppen akkor, amikor a besugárzás értéke a maximális. Ezért annak ellenére, hogy a jelenség viszonylag rövid ideig tartott, jelentős sugárzásbevitel-hiányról beszélhetünk. A Napból érkező sugárzás különböző hullámhossz-tartományaiiban, illetve az égbolt polarizációs mintázatában bekövetkező változásokról BERNÁTH et al. (2001) és TÓTH (2001) cikkeiben olvashatunk részletesebben.

A talajfelszín hőmérséklete a mérések szerint hasonlóan változott, mint az imént említett globálsugárzás. Minimális értékét a teljes napfogyatkozás bekövetkezése után kb. 10 perces késéssel vette fel. Csökkenése a napos helyeken a 6–10°C-ot is elérte (DOMONKOS 1999). A 2 m-es magasságban mért léghőmérséklet menete szintén a 'V' alakot követte, és a globálsugárzáshoz képest mintegy 10–15 perces fáziskésést mutatott. A teljes napfogyatkozás sávjában általában 1–4°C-os hőmérsékletcsökkenést észleltek. Augusztus 11-én 10 UTC és 11 UTC között a szinoptikus állomásokon általában 1–2°C közötti hőmérséklet visszaesést regisztráltak (6. ábra). Budapesten, a teljes napfogyatkozás sávján kívül, például csak 0,8°C-kal mértek alacsonyabb értéket 11 UTC-kor (JENKI 1999). A szélesség alakulása jelentős egyezést mutatott országszerte: a napfogyatkozás hatására mindenütt szignifikánsan



7. ábra. A sugárzási komponensek (globálsugárzás (R_G), sugárzási egyenleg (R_N) és az albedó (A) napi menete 1999. augusztus 11-én Fülöpházán.

Figure 7. Daily variations of the radiation components (global radiation (R_G), net radiation (R_N) and albedo (A) at Fülöpháza (11. 08. 1999.).



8. ábra. A 2 cm és 8 cm mélyen mért talajhőáramok napi menete 1999. augusztus 11-én Fülöpházán.

Figure 8. Daily variation of the soil heat fluxes at the depth of 2 cm and 8 cm measured by plates (Fülöpháza, 11. 08. 1999.).

gyengült, majd ismét erősödni kezdett a szél. A besugárzás menetéhez képest mindez 15–30 perces eltolódással ment végbe. A szélesebbeség csökkenésének mértéke többfelé meghaladta az 50%-ot. Szintén a napfogyatkozásnak tulajdonítható az a megfigyelés, amely szerint az alacsonyszintű gomolyfelhők a teljes napfogyatkozáshoz közeledve többfelé fokozatosan szétestek, feloszlottak, ami a talajfelszíntől felfelé irányuló hőáram csökkenésének, illetve megszűnésének a következménye. A hazai napfogyatkozáshoz hasonló változásokat tapasztaltak többek között az 1994. május 10-én Észak-Amerikában történt gyűrűs napfogyatkozás során. (EATON et al. 1997, SEGAL et al. 1996)

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál a jelenleg használt ALADIN elnevezésű rövidtávú időjárás előrejelző modellel kísérleteket végeztek a napfogyatkozás hatásainak szimulálására. Megállapítható volt, hogy a modell viszonylag helyesen jelezte előre a levegő hőmérsékletének csökkenését (DOMONKOS 1999). A mérésekből az is egyértelműen kiderült, hogy a napfogyatkozás hatásai csupán néhány órán keresztül jelentkeztek, később fokozatosan eltűntek. Az augusztus 11-i napfogyatkozás tehát nem volt képes arra, hogy hosszú időn át, jelentős időjárás-változást hozzon létre.

A napfogyatkozás a fülöpházi mikrometeorológiai mérések tükrében

A következőkben bemutatásra kerülő meteorológiai paraméterek sorrendjét a napfogyatkozás során tapasztalt reakálási idejük alapján határoztuk meg.

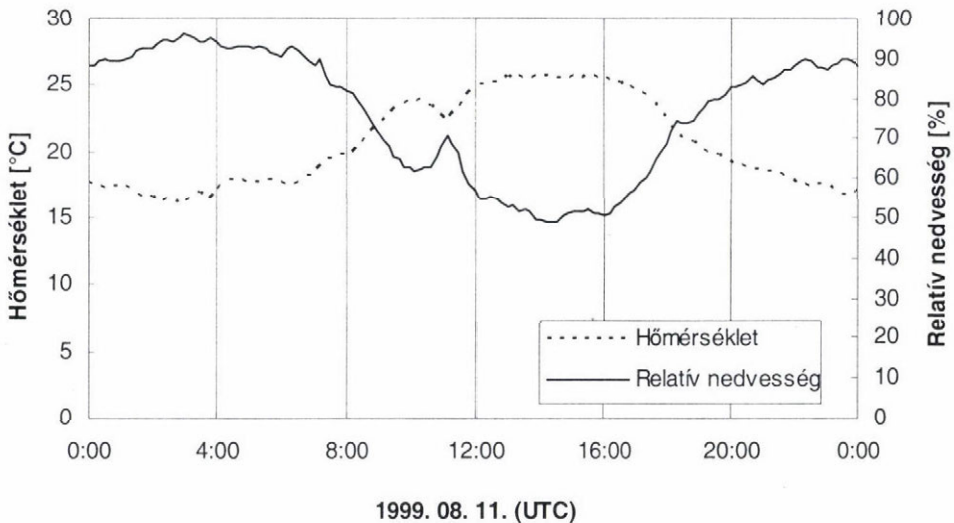
A napfogyatkozás elsődleges következménye az, hogy lecsökken a rövidhullámú besugárzás (7. ábra). Esetünkben a globálsugárzás a teljes napfogyatkozáskor gyakorlatilag nullára csökkent. (Az adatgyűjtő-rendszerünk 10 perces átlagolással dolgozott.) Nem takarta felhő a Napot, az összfelhőzet 2 okta (=2 nyolcad) volt. Az első kontaktus előtt (amikor a Föld árnyékzónája még nem érte el a Napot) a besugárzás értéke 800 W m^{-2} feletti volt, ami magas érték. A görbék menetéről leolvasható a felhőzet változása is. Meg kell említeni, hogy a sugárzási egyenleg a teljes napfogyatkozáskor negatív lett (7. ábra). Ez azt jelenti, hogy a felszín több energiát sugárzott ki, mint amennyit kapott. Kis mértékben (4%-kal) változott a felszín albedója (a felszínről visszavert és a beérkező rövidhullámú sugárzás hányadosa) is (7. ábra).

A talajlakó rovarok miatt is érdekes kérdés a talajba jutó hőáram vizsgálata a mélység, illetve a felszíni borítottság (csupasz homoktalaj vagy fűcsomók) függvényében. A talajhőáramok a sugárzási komponensekhez hasonlóan változtak (8. ábra). A 2 centiméteres mélységben fűcsomó alatt mért talajhőáram a besugárzás változásával egy időben reagált az első kontaktusra. Nyolc centiméter mélyen később tapasztaltunk csökkenést. Közel fél óra telt el, mire itt is lecsökkent a még mindig pozitív talajhőáram. A vegetáció (fűcsomó) nem okozott lényeges eltérést a két 8 centiméter mélységben mért adatsor menetében, de a két érték között $10\text{--}20 \text{ W m}^{-2}$ különbséget is tapasztaltunk a nap folyamán. A teljes besugárzási hiánynya a 2 centiméteres mélységben mért talajhőáram reagált gyorsabban. Itt negatív értékeket is mértünk, vagyis a talaj felső rétegeiből jutott hő a talajfelszínre. Ez megegyezik a várakozásainkkal, hiszen ekkor a sugárzási egyenleg negatív volt (7. ábra).

A léghőmérséklet és a relatív nedvesség lassabban reagált a sugárzás változására. Ezt tapasztalta FOKEN et al. (2000) is a teljes napfogyatkozás alatt végzett németországi mérések alapján, bár ott felhős volt az ég. Nálunk a léghőmérséklet érzékelhető csökkenése és a relatív nedvesség növekedése az első kontaktus után háromnegyed órával kezdődött (9. ábra).

A teljes napfogyatkozás után mind a léghőmérséklet, mind a relatív nedvesség gyorsan reagált a besugárzás hiányára, a szélsőértékek már a teljes napfogyatkozás utáni tíz percen belül bekövetkeztek. Ez a teljes napfogyatkozáshoz képest aszimmetrikus hőmérséklet-eloszlás valószínű szintén hozzájárult egyes rovarok ugyancsak hasonló képet mutató aktivitás-változásához (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001, SZÖVÉNYI et al. 2001).

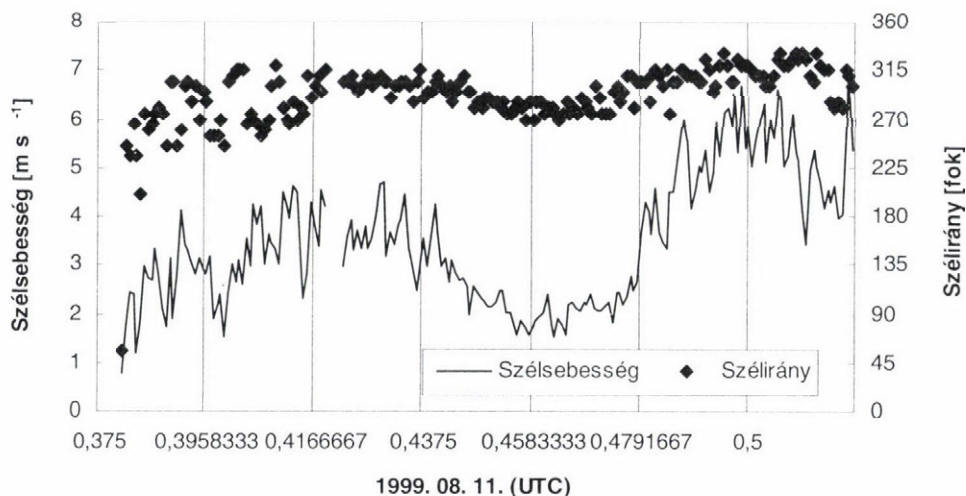
A különbség a napfogyatkozás előtti legmagasabb és a teljes napfogyatkozás után mért legalacsonyabb hőmérséklet között $1,7^{\circ}\text{C}$ volt. Ez a különbség lehetett volna nagyobb is tisztább időben, illetve az alkalmazott 10 percesnél rövidebb átlagolási idő mellett. A relatív nedvesség 9%-kal emelkedett. Ha a hőmérséklet szokásos napi menetéhez viszonyítjuk a csökkenést, akkor 3°C körüli változással számolhatunk. Ez megegyezik más hazai mérések eredményével (DOMONKOS 1999, MAKRA et al. 1999).



9. ábra. A léghőmérséklet és a relatív nedvesség napi menete 1999 augusztus 11-én Fülöpházán.
Figure 9. Daily variation of the air temperature and relative humidity (Fülöpháza, 11. 08. 1999).

Az 5 centiméteres mélységben mért talajhőmérséklet gyorsabban reagált az első kontaktusra, mint a léghőmérséklet, a 30 centiméteres mélységben mért viszont lényegesen lassabban. Itt már nem tudtuk egyértelműen szétválasztani a napfogyatkozásból és az egyéb változásokból (napi menet, felhőzet, talaj szerkezet, stb.) adódó hatásokat (1. táblázat).

A szélesebb és a szélirány percenkénti változásait a 10. ábrán mutatjuk be. A teljes napfogyatkozáskor lecsendesedett a szél, iránya északnyugatiról nyugatira fordult. (Meteorológiában a szélirány mindig azt az irányt jelzi, ahonnan fúj a szél.) A szélesebb csökkenés szignifikáns volt. Ugyanezt mutatták a németországi megfigyelések is. Hasonló késsel jelentkeztek a szélesebb minimumok is (FOKEN et al., 2000).



10. ábra. A szélesebesség és a szélirány alakulása a napfogyatkozás alatt (1999. augusztus 11. 9:00 UTC és 12:30 UTC között Fülöpházán). A szónikus anemométer felszín feletti magassága 3,5 m volt.
Figure 10. Variation of the wind speed and direction during the period of the solar eclipse (Fülöpháza, 9 – 12:30 UTC 11. 08. 1999). Measurement height of Gill research type sonic anemometer was 3.5 m above the surface.

Értékelés

A napfogyatkozást megelőző meleg nyári napok után augusztus 10-én egy Magyarországon átvonuló hidegfront okozott lehűlést. Megnövekedett a felhőzet, és az ország nagy részén csapadék is előfordult. A teljes napfogyatkozás idején a frontálzóna már az országon kívül, a keleti és déli határok mentén húzódott. A teljes napfogyatkozás sávjában változóan felhős, többfelé napos idő volt.

A különböző meteorológiai elemek napfogyatkozás során bekövetkező változásait, a szélsőértékek teljes napfogyatkozást követő alakulását az 1. táblázat foglalja össze hazai és nemzetközi mérési eredményekre támaszkodva.

A fülöpházi mikrometeorológiai mérések szerint:

- a teljes napfogyatkozásakor a globálsugárzás gyakorlatilag nullára csökkent, a sugárzási egyenleg negatívvá vált, s a hőszállítás a talajfelszín felé történt a felső néhány centiméteres talajrétegben,
- a levegő hőmérséklete a teljes napfogyatkozás utáni 10 percben érte el a legkisebb, míg a relatív nedvesség a legnagyobb értékét,
- mind a hazai, mind a külföldi mérések szerint a szélesebesség lényegesen lecsökkent a teljes napfogyatkozás körüli időszakban. A fülöpházi méréseink szerint a szignifikáns szélesebesség csökkenés a teljes napfogyatkozás előtt hozzávetőlegesen 20 perccel kezdődött, és félórával utána fejeződött be. Ez az egy óras karakterisztikus idejű szél-

sebesség csökkenés a napfogyatkozáshoz kapcsolódó mezo-skálájú, rendezett mozgás kialakulását valószínűsíti.

Az időjárási helyzetek elemzése, a bemutatott mikrometeorológiai mérések olyan biometeorológiai változókra vonatkoznak, amelyek a vizsgált napfogyatkozás során például a különböző rovarok (SZENTKIRÁLYI & SZALAY, 2001, SZÖVÉNYI et al. 2001), vagy a madarak (CSÖRGŐ 2001) esetében tapasztalt aktivitás-változáshoz hozzájárulhattak.

1. táblázat. A legfontosabb meteorológiai állapothatározók napfogyatkozás során bekövetkező változásai hazai és külföldi mérések alapján (EATON et al. 1997, SEGAL et al. 1996, FOKEN et al. 2000).

Table 1. Changes of the basic meteorological parameters during the solar eclipse on the basis of foreign and Hungarian measurements (EATON et al. 1997, SEGAL et al. 1996, FOKEN et al. 2000).

Paraméter	USA, Új Mexikó 1994. május 10.	Németország, Weihestephan 1999. augusztus 11.	Magyarország, Fülöpháza 1999. augusztus 11.	Változás
	Reakcióidő (perc)	Reakcióidő (perc)	Reakcióidő (perc)	
Globálsugárzás	0	0	0	~ 850 W m ⁻²
Albedó	-	-	0	4%
Sugárzási egyenleg	-	6,5	<10	~ 650 W m ⁻²
Léghőmérséklet	6	20	~10	1,7°C
Relatív nedvesség	-	2–20	~10	9%
Talajhőmérséklet (2–5 cm mélyen)	-	40	10–20	~ 1°C
Talajhőmérséklet (30 cm mélyen)	-	-	Nem állapítható meg pontosan	
Talajhőáram (2 cm mélyen)	-	-	<10	~ 130 W m ⁻²
Talajhőáram csupasz talaj felett (8 cm mélyen)	-	-	<30	~ 60 W m ⁻²
Talajhőáram fűcsomó alatt (8 cm mélyen)	-	-	<30	~ 40 W m ⁻²

Köszönetnyilvánítás. A szerzők köszönetet mondanak a Kiskunsági Nemzeti Park vezetőinek, akik lehetőséget adtak a mikrometeorológiai mérésekre, DR. EBERHARD HOLLAN, DR. MATTHIAS ECKARDT és INES LANGER-nek a Berlini Szabad Egyetem Meteorológiai Intézete munkatársainak, DR. BART-HOLY JUDIT egyetemi tanárnak, az ELTE Meteorológiai Tanszék vezetőjének, továbbá azoknak a magyar és német diákoknak, akik részt vettek a fülöpházi mérési expedícióban. A szerzők hálásak DR. THOMAS FOKENNEK, a Bayreuthi Egyetem Mikrometeorológiai Tanszék vezetőjének az adatfeldolgozás során nyújtott hasznos tanácsaiért. Szintén köszönettel tartozunk a cikk lektorának értékes megjegyzéseire.

Irodalom

- ANDERSON J. (1999): Meteorological changes during a solar eclipse. – *Weather* 54: 207–215.
- BARTHOLY J. & WEIDINGER T. (1997): Magyarország éghajlati képe. – In: KARÁCSONY D. (ed.). *Pannon Enciklopédia Magyarország Földje*. Kertek 2000, Budapest pp. 224–225.
- BERNÁTH B., POMOZI I., GÁL J. & HORVÁTH G. (2001): Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai. – *Állattani Közlemények* 86: 81–92.
- CSÖRGŐ T. (2001): Madarak napi aktivitásának változásai az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt. – *Állattani Közlemények* 86: 145–152.
- DOMONKOS P. (1999): Ezt láttuk 1999. augusztus 11-én. – *Léggör* 44: 13–20.
- EATON F. D., HINES J. R., HATCH W. R., CIONCO R. M., BYERS J., GARVEY D. & MILLER D. R. (1997): Solar Eclipse Effects Observed in the Planetary Boundary Layer over a Desert. – *Boundary-Layer Meteorology* 83: 331–346.
- ECKARDT M. & LANGER I. (Exkursionsleiter) (2000): Validierung von Satellitendaten durch Bodenmessungen mit Geländepraktikum (Fülöpháza-Ungarn) vom 4. 8. 99 – 17. 8. 99. – *Freie Universität Berlin*.
- FOKEN TH., WICHURA B., KLEMM O., GERCHAU J., WINTERHALTER M. & WEIDINGER T. (2000): Micrometeorological measurements during the total solar eclipse of August 11, 1999. – *Meteorologische Zeitschrift* 10: 171–178.
- JENKI SZ. (1999): Időjárás helyzet augusztus 10–11-én. – *Léggör* 44: 6–7.
- KÁDÁR F. & SZENTKIRÁLYI F. (1984): Analyse der Lichtfallenfänge der Laufkäfer (Col., Carabidae). – *Verh. SIEEC* 10: 150–154.
- KÁDÁR F. & SZENTKIRÁLYI F. (1992): Influences of weather fronts on the flight activity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). – In ZOMBORI, L. & PEREGOVITS, L. (eds.). *Proc. 4th ECE/XIII. SIEEC*. Budapest, pp. 500–503.
- KÁDÁR F. & SZENTKIRÁLYI F. (1997): Effects of climatic variations on long-term fluctuation patterns of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) collected by light trapping in Hungary. – *Acta Phytopathol. et Entomol. Hung.* 32: 185–203.
- KOVÁCS-LÁNG E., KRÖEL-DULAY GY., KERTÉSZ M., MIKA J., RÉDEI T., RAJKAI K., HAHN I. & BARTHA S. (1998): Homokpusztagyepék mintázatának változása egy szemiáriditási gradiens mentén. – In: DUNKEL Z. (ed.). *Az éghajlatváltozás és következményei, Meteorológus Tudományos Napok '97. Országos Meteorológiai Szolgálat*, Budapest, pp. 43–54.
- LESKÓ K., SZABÓKY CS., SZENTKIRÁLYI F. & KÁDÁR F. (1998): Még egyszer a gyapjaslepkéről (*Lymantria dispar* L.), avagy hogyan készül az erdővédelmi előrejelzés. – *Erdészeti Lapok* 133: 147–149.
- MAKRA L., SÓDAR I., HORVÁTH SZ. & PUSKÁS J. (1999): Teljes napfogyatkozások a múltban és ma. – *Léggör* XLIV: 8–12.
- MIKA J. & TAKÁCS Á. (eds.) (1998): Időjárás és előrejelzés. – *Természet Világa* I. különszám.
- NAGY Z. & NAGY J. (2000): Korszerű meteorológiai mérés technika és alkalmazásuk. – In: PONGRÁCZ R., WEIDINGER T., BARTHOLY J. & MÉSZÁROS R. (eds.). *A meteorológia alkalmazásai. Egyetemi Meteorológiai Füzetek* 15: 38–46.
- NOWINSZKY L. (ed.) (1997): Light trapping of insects influenced by abiotic factors Part II. Savaria University Press, Szombathely.
- NOWINSZKY L. (2000): Fénycsapdázás. Savaria University Press, Szombathely, pp. 1–184.
- OMSZ (1999): Időjárás Napijelentések.
- PINTÉR K. (2001): Mikrometeorológiai mérések adatfeldolgozása. *Tudományos Diákköri Dolgozat*, Budapest.
- SEGAL M., TURNER R. W., PRUSA J., BITZER R. J. & FINLEY S. V. (1996): Solar Eclipse Effect on Shelter Air Temperature. – *Bulletin of American Meteorological Society* 77.
- SZENTKIRÁLYI F., LESKÓ K. & KÁDÁR F. (1998): Az aszályos évek hatása rovarpopulációk hosszú távú fluktuációs mintázatára. – In: TAR K. & SZILAGYI K. (szerk.). *II. Erdő és Klíma Konferencia*, Sopron, 1997. Június 4–6. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen pp. 94–98.

- SZENTKIRÁLYI F., LESKÓ K., KÁDÁR F. & SCHMERA D. (2001) Az erdészeti fénycsapda hálózat adatainak rovar-monitorozásra való hasznosítási lehetőségei. – ERTI Kiadványai 8 (megjelenés alatt)
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására. – *Állattani Közlemények* 86: 115–136.
- SZÖVÉNYI G., SZENTKIRÁLYI F. & NAGY B. (2001): Egyenesszárnyúak és egyéb nappali rovarok aktivitásainak változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. – *Állattani Közlemények* 86: 93–114.
- TÓTH Z. (2001): A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján. – *Állattani Közlemények* 86: 75–80.

The weather situation and the meteorological elements during the total solar eclipse of 11 August 1999 in Hungary

TAMÁS WEIDINGER, KRISZTINA PINTÉR, TAMÁS HIRSCH & RÓBERT MÉSZÁROS

The aim of this paper is to give an overview about the meteorological aspects of the total solar eclipse of 11 August 1999 in Hungary. The weather characteristic for the first half of August (1–16) is presented with a detailed description of the synoptic situation of 10 and 11 August in Hungary. The warm and sunny weather before the solar eclipse was finished by a cold front on the 10th of August, which reached the north-western part of the country at 9 UTC and caused increasing cloudiness and some precipitation in most parts of Hungary. By the 11th of August the frontal zone had already left the country but due to a frontal wave near the southern borders further precipitation developed till the morning hours. By the time of the total sun coverage, in the total eclipse zone was mostly sunny with only some clouds. After describing the large scale weather pattern, the direct effects of the eclipse on several meteorological parameters are discussed. Besides the cloudiness and precipitation fields for Hungary, the variations of the radiation, temperature, humidity and wind velocity are presented as well based on our measurements in the total solar eclipse zone in Fülöpháza. The incoming solar radiation became nearly zero, the air temperature was decreased by 1–4°C according to the measurements in the country and there was a significant decrease in the wind velocity as well. A delay of around 10 minutes was estimated between the global radiation change and the air temperature decrease.

A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján*

TÓTH ZOLTÁN

Országos Meteorológiai Szolgálat, Minőségbiztosítási és Méréstechnikai Osztály
H-1181 Budapest, Gilice tér 39. E-mail: toth.z@met.hu

Összefoglalás. Bár manapság a napfogyatkozásnak nincs különösebb csillagászati és napfizikai jelentősége, a földfelszínre érkező napsugárzás változása regisztrálásának egyrészt dokumentum értéke van, másrészt fontos háttér információt szolgáltat más tudományterületek számára. A cikkben bemutatjuk a Naptól a földfelszínre érkező elektromágneses sugárzás intenzitására vonatkozó méréseink eredményeit, amelyeket a napfogyatkozás alatt végeztünk. A napsugárzás spektrális eloszlását LI-1800 spektrofotométerrel mértük a 300 és a 1100 nm közötti tartományban 1 nm felbontással. A globálsugárzást (azaz a teljes féltérből beérkező napsugárzást, amely a napkorongból érkező direkt sugárzás és az égbolt diffúz sugárzásának az összege) Kipp-Zonen piranométerrel, a biológiailag effektív ultraibolya sugárzást a Solar-Light által gyártott Robertson-Berger típusú UV-Biométerrel mértük. Mind a spektrális, mind a szélessávú mérések eredményei azt mutatták, hogy a napfogyatkozás során a napsugárzás intenzitása sokáig nem csökken számottevően, és csak közvetlenül a totalitás bekövetkezése előtt, illetve után, jelentős az intenzitásváltozás.

Kulcsszavak: napspektrum, spektrális intenzitás, direkt sugárzás, globálsugárzás, biológiailag effektív UV sugárzás

Bevezetés

Egy napfogyatkozásnak manapság, a koronográfok és a Föld légkörén kívüli, üreszközökkel történő megfigyelések korában, nincs különösebb csillagászati vagy napfizikai jelentősége (ESPENAK & ANDERSON 1997, NEWTON 1970). A napkorongból a földfelszínre érkező sugárzás-áramsűrűség napfogyatkozás alatti változásának detektálása azonban mégis fontos, egyrészt abból a szempontból, hogy dokumentáljuk a jelenséget, másrészt érdekes háttér információkkal szolgálhat a biológia, főként az állatok különböző fényviszonyok melletti viselkedésére irányuló vizsgálatok számára (BERNÁTH et al. 2001, SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001).

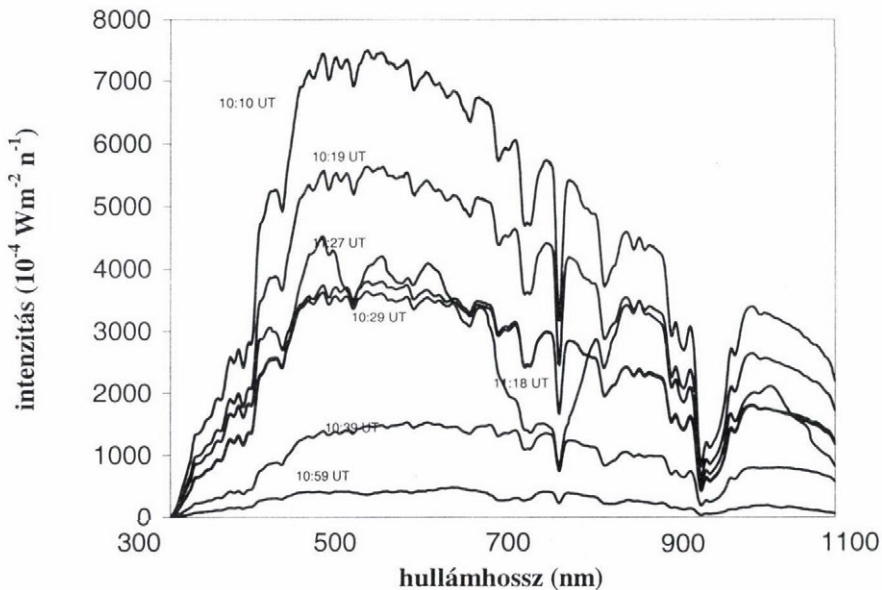
Napfogyatkozásakor a fényviszonyok változására az a jellemző, hogy lassú változás után hirtelen fényváltozás következik be közvetlenül a totalitás előtt (majd utána ugyanez fordított sorrendben) (MITCHELL 1951, ZIRKER 1984), jóval gyorsabban, és más jellegű időbeli lefolyással, mint a naplementekor való elsötétédkor. Egy vastag, erősen fényelnyelő felhő miatti „égbolt-elsötétüléshez” képest pedig a döntő különbség az, hogy a napfogyatkozás-

* Előadta a szerző az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

kor a sötét felhővel ellentétben az égbolt szórt sugárzása a Hold árnyékkúpjában közel nulla csökken. A felhő ugyanis néhány kilométerrel a földfelszín fölött helyezkedik el, tehát (a légköri részecskék számára „szórni való”) direkt napsugárzást csak a légkör legalsó, néhány kilométeres rétege nem kap, míg napfogyatkozás esetén a teljes légszlopot nem éri direkt irradiancia. Napfogyatkozáskor megváltozik az égbolt polarizációs mintázata (BERNÁTH et al. 2001) és változnak a légkör alapvető meteorológiai paraméterei is (WEIDINGER et al. 2001).

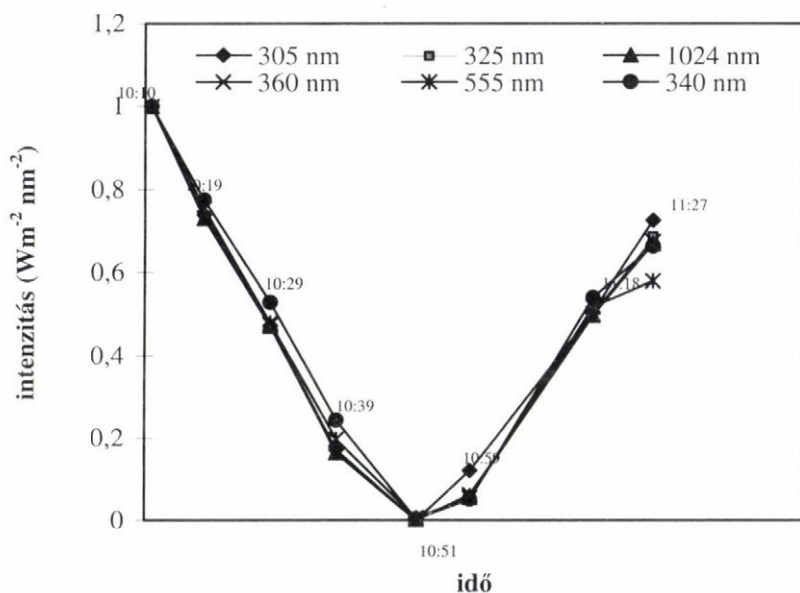
Módszerek

A napfogyatkozás alatt a Napból érkező elektromágneses sugárzás spektrális intenzitásának, pontosabban a beérkező sugárzás-áramsűrűségnek a mérését LI-1800 típusú spektrofotométerrel végeztük, amely 1 nm felbontással állítja elő a napspektrumot 300 és 1100 nm között. Alapkiépítésben a LI-1800 a globálsugárzás (a teljes féltérből beérkező napsugárzás, amely a napkorongból érkező direkt sugárzás és az égbolt diffúz sugárzásának az összege) mérésére szolgál, de szerkesztettünk hozzá egy diafragmás csövet, és így 1996 óta egy kézi vezérlésű napracélzó berendezés segítségével a direkt sugárzást is képes mérni a műszer. A mérés helyszínéül Kiskunhalast választottuk.



1. ábra. A földfelszínen mért direkt napspektrum változása a napfogyatkozás alatt Kiskunhalason.
Figure 1. Change of direct solar spectrum measured at the Earth's surface during the solar eclipse in Kiskunhalas.

Ami a szélesebb tartományú méréseket illeti, a globálsugárzásra és a biológiailag effektív ultraibolya sugárzásra vonatkozó mérések eredményeit Keszthelyre vonatkozóan mutatjuk be. E sugárzási paraméterek mérése Vaisala automata meteorológiai állomáshoz csatlakoztatott detektorokkal történik. Az adatgyűjtés 10 perces átlagolással történt. A globálsugárzást Kipp-Zonen piranométerrel, az UV-B sugárzást a Solar-Light által gyártott Robertson-Berger típusú UV-Biométerrel végeztük. Ez utóbbi detektor érzékenysége a különböző hullámhosszúságú ultraibolya sugarakra olyan, mint az emberi bőr. Az UV besugárzás biológiai hatékonyságát MED/h-ban mérjük (Minimal Erythema Dose – Minimális Erythema Dózis/óra. 1 MED/h az az intenzitás, amely 1 óra elteltével okoz bőrpírt egy átlagos bőrön.)



2. ábra. A földfelszínre érkező sugárzás-áramsűrűség változása a napfogyatkozás alatt néhány kiválasztott hullámhosszra Kiskunhalason.

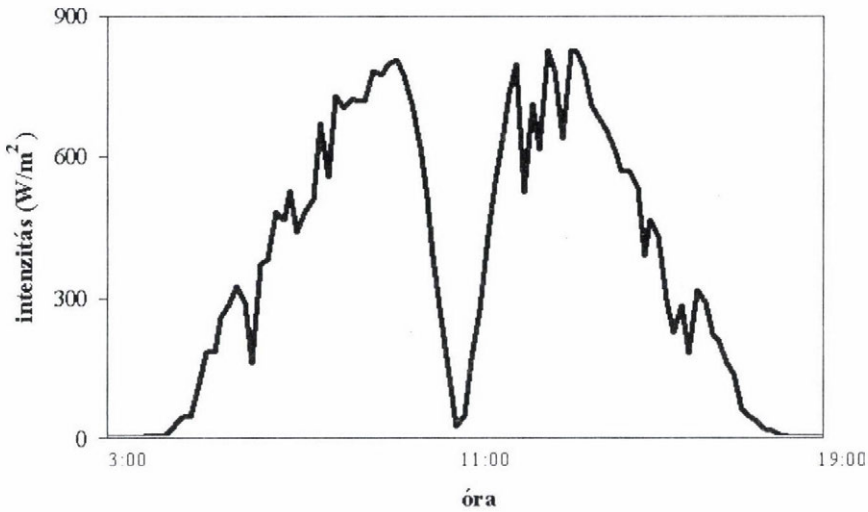
Figure 2. Change of radiant flux density during the solar eclipse for some selected wavelengths in Kiskunhalas.

Eredmények és értékelés

Sajnos a vizsgálatokat csak késve tudtuk elkezdni, amikor a Hold már belépett a napkorong elé. Az időjárási viszonyok miatt az utolsó pillanatig kérdéses volt, hol a legnagyobb a valószínűsége a tervezett mérések sikeres végrehajtásának. Végül is a választott helyen, Kiskunhalason sem voltak zavartalanok a megfigyelés körülményei a sorozatos felhőátvonulások miatt.

Az 1. ábrán látható a napspektrum változása az időben. Ránézésre is megállapíthatjuk, hogy a spektrumok jellege (azaz a különböző spektrális intenzitások egymáshoz vett aránya) nem változott a napkorong fedettségének mértékével. Ez az eredmény az egyes hullámhosszokon mért intenzitások numerikus értékei alapján is egyértelmű. A 11:27 UT-kor felvett spektrumban 700-800 nm környékén észlelhető intenzitás csökkenés oka a spektrum felvétele alatt történő felhőátvonulás a napkorong előtt. Ez is mutatja, mennyire változékony volt az égbolt a sugárzás átérésztés szempontjából. A LI-1800 spektrofotométer 1 perc alatt vesz fel egy spektrumot. Mérést csak abban az esetben indítottunk, ha garantáltnak tűnt, hogy a mérés ideje alatt nem kerül felhő a napkorong elé. Láthatjuk a 11:27-kor felvett spektrumból, hogy ez még így sem mindig sikerült.

A 2. ábra néhány kiválasztott hullámhossz intenzitásának változását mutatja relatív egységben, a 10:10 UT-kor mért spektrális intenzitásokhoz viszonyítva. Néhány, főként az UV-B és UV-A tartományba eső (305, 325, 340, 360 nm), és az 555 nm-es hullámhosszat, – ahova a direktsugárzás maximuma esik – valamint egy közeli infravörösbe eső értéket (1024 nm) választottunk ki az ábrához. Jól megfigyelhető, hogy az intenzitás időbeli változása gyakorlatilag minden hullámhosszon ugyanaz volt.



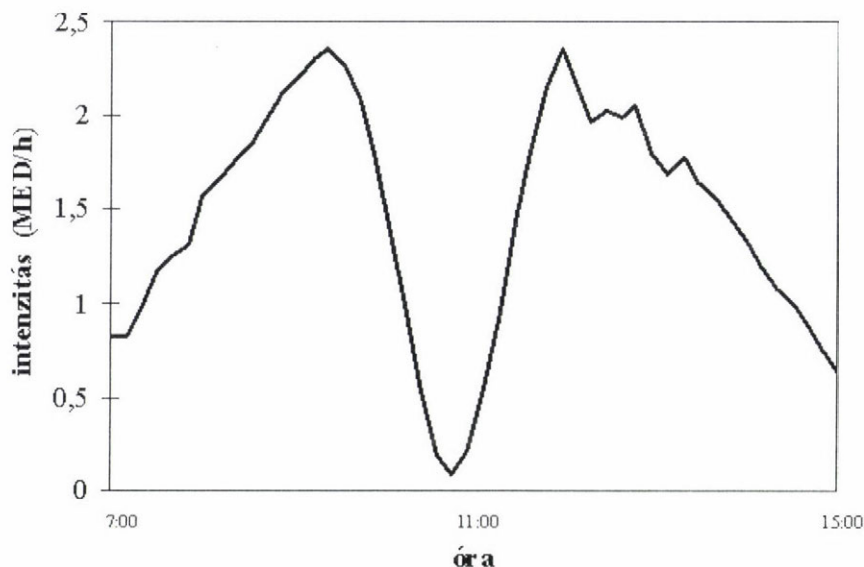
3. ábra. A globálsugárzás napi menete, Keszthely, 1999. augusztus 11.

Figure 3. Daily course of global radiation, Keszthely, 11 August 1999.

A 3. ábrán látható a globálsugárzás, a 4. ábrán pedig az UV-B sugárzás kvázi egész napos változása (az idő UT-ben van feltüntetve). Mindkét ábráról az olvasható le, hogy a nap-sugárzás intenzitásának csökkenése igen hirtelen következik be a teljes napfogyatkozás alkalmával. Feltehetjük, hogy a napkorongból érkező sugárzás-áramsűrűség durván arányos a napkorong felületével. Megállapíthatjuk, hogy még egészen kicsi látható napkorongfelület esetén is számottevő sugárzás érkezik a napkorongból, és a totalitáshoz egészen közeledve

kezd csak számottevően csökkenni a napkorongból érkező intenzitás. Közelítő számítással megbecsülhető: ahhoz, hogy például a telihold fényével világítson a már majdnem teljesen elfedett Nap, elegendő ha a napkorongnak csak kb. 1/400 000-ed részét nem takarja el a Hold. Ezért érezték egyesek azt, közvetlenül a totalitás bekövetkezése előtt és után, hogy olyan jelenséget láttak, mintha „le- és fölkapcsoltak volna egy lámpát”.

A mérések alapján tehát megállapítható, hogy a napfogyatkozás során a sugárzás intenzitása sokáig nem csökken számottevően, és csak közvetlenül a totalitás bekövetkezése előtt, illetve után, jelentős az intenzitásváltozás.



4. ábra. Az UV-B sugárzás változása a napfogyatkozás alatt Keszthelyen.

Figure 4. Change in UV-B radiation during the solar eclipse in Keszthely.

Irodalom

- BERNÁTH B., POMOZI I., GÁL J. & HORVÁTH G. (2001): Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai. – *Állattani Közlemények* 86: 81–92.
- ESPENAK F. & ANDERSON J. (1997): Total Eclipse of 1999 August 11. – NASA Reference Publication 1398.
- MITCHELL S. A. (1951): *Eclipses of the Sun* (5th ed.) – Columbia University Press, New York.
- NEWTON R. R. (1970): *Ancient Astronomical Observations*. – The John Hopkins Press, Baltimore.
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására. – *Állattani Közlemények* 86: 115–136.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárási helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – *Állattani Közlemények* 86: 59–74.
- ZIRKER J. B. (1984): *Total Eclipses of the Sun*. – Van Nostrand Reinhold, New York.

Change in intensity of solar radiation reaching the Earth's surface
in different spectral ranges based on measurements
made during the solar eclipse of 11 August 1999

ZOLTÁN TÓTH

Though nowadays a solar eclipse has not particular astronomical and solar physical importance, recording of change in intensity of solar radiation reaching the Earth's surface on the one hand has a documentary value, on the other it serves as an important background information for other sciences. Results of our measurements concerning intensity of electromagnetic radiation coming from the Sun to the Earth's surface that was made during the solar eclipse are shown in this paper. Spectral distribution of solar radiation was measured with spectrophotometer LI-1800 in the spectral range between 300 and 1100 nm with resolution of 1 nm. Global radiation (that means the total of the direct radiation coming from the solar disc and diffuse radiation coming from the whole sky) was measured with pyranometer Kipp-Zonen while biologically effective ultraviolet radiation was detected with Robertson-Berger UV-Biometer manufactured by Solar Light. Results of both spectral and broad band measurements show that, during the solar eclipse, intensity of solar radiation decreases considerably solely just before (and after) the totality as it is expected.

Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai*

BERNÁTH BALÁZS¹, POMOZI ISTVÁN¹, GÁL JÓZSEF¹,
HORVÁTH GÁBOR¹ és RÜDIGER WEHNER²

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológiai Fizika Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1/B.

E-mail: gh@arago.elte.hu

² Zoologisches Institut, Universität Zürich, CH-8057 Zürich, Winterthurerstrasse 190.

E-mail: rwehner@zool.unizh.ch

Összefoglalás. Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt 180° látószögű képkalkotó polarimetriával mértük az egész égbolt polarizációs mintázatát az idő függvényében a spektrum vörös (650 nm), zöld (550 nm) és kék (450 nm) tartományában. A mért mintázatokat összehasonlítottuk a napfogyatkozást követő napon ugyanazokban az időpontokban mért normál, részben felhős égbolt polarizációs mintázataival, valamint egy Tunéziában mért normál, tiszta égbolt polarizációs mintázatával, melynél a Nap zenittől mért szögtávolsága ugyanakkora volt (32°), mint a magyarországi napfogyatkozás totalitása idején. Cikkünkben azon főbb eredményeinket mutatjuk be, amelyek segítségével esetleg értelmezni lehet majd az égboltpolarizáció alapján tájékozódó egyes rovarok napfogyatkozáskor tapasztalt olykor szokatlan viselkedését.

Kulcsszavak: légköri optika, égboltpolarizáció, teljes napfogyatkozás, 180° látószögű képkalkotó polarimetria, polarizáció-látás, navigáció.

Bevezetés

Az ég szemünknek oly kedves kék színét légköri optikai folyamatok sora hozza létre. Ezek a fizikai jelenségek számos olyan optikai jelleggel is felruházzák az égboltot, melyeket csak bizonyos állatok szeme érzékel, de az emberi látórendszer elől rejtve maradnak. Az egyik leglátványosabb természeti jelenség, a teljes napfogyatkozás idején ezek az optikai jellemzők komoly változásokon mennek át. Az emberek és állatok a megszokott optikai környezetük helyett másodpercek alatt egy új, szokatlan világban találják magukat néhány percre. Mikor a Hold elfedi a Napot, az ég arculata azonnal gyökeresen megváltozik, egyfajta különleges alkonyat áll be. Az égbolton a teliholddal közel egyező fényességű napkorona világít, de jelentős mennyiségű a szórt égboltfény is, amely a teljes napfogyatkozás sávján kívülről ered, ahol a részlegesen takart Nap süt. Az 1999. augusztus 11-én Magyarországon megfigyelhető teljes napfogyatkozás idején az égbolt optikai sajátosságai közül az egyik legérdekesebbnek, a sok állat tájékozódásában is fontos szerepet játszó égboltpolarizációs mintázatnak a változását vizsgáltuk a Duna-Tisza közének déli részén, Kecel közvetlen közelében, a teljes napfogyatkozás sávjában.

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

Az égboltfény polarizációját a napfény légköri szóródása eredményezi (HORVÁTH, 1986a,b), az égbolt polarizációs mintázatát pedig a légkör tulajdonságain túl elsősorban a Nap horizonttól mért szögtávolsága határozza meg (KÖNNEN 1985, HORVÁTH & HORVÁTH 1995, HORVÁTH & POMOZI 1997, HORVÁTH et al. 1998, 1999, HORVÁTH & WEHNER 1999, GÁL et al. 1998, 2000, 2001a,b,c). Teljes napfogyatkozáskor oly mértékben módosulnak, térben és időben olyan bonyolultan változnak a megvilágítási viszonyok, hogy eddig sem elméletileg, sem pedig számítógépes modellezéssel nem sikerült még senkinek megjósolni az égboltpolarizáció tér-időbeli változását ezen ritka, de annál látványosabb égi tünemény idején. A teljes égbolt polarizációs mintázatát a napfogyatkozások igen rövid ideje alatt nagylátószögű képalkotó polarimetriás módszerek hiányában korábban lehetetlen volt mérni, csak az égbolt egyes pontjaiban, illetve kitüntetett egyenesek mentén végeztek vizsgálatokat. Habár az égboltfény poláros voltát már 1809-ben felfedezte D. F. J. ARAGO francia fizikus, csak PILTSCHIKOFF (1906) megfigyelése óta tudjuk, hogy a teljes napfogyatkozás totalitása kezdetén az égbolt polarizációja a Naptól 90° -ra nagymértékben lecsökken. A teljes napfogyatkozáskor fellépő légköri optikai jelenségek az 1960-as évek elejétől képezik intenzívebb kutatások tárgyát. Sokszor leírták már, és meg is mérték az égboltfény intenzitásának és színének hirtelen változásait. Az égboltfény polarizációjának változását először az 1961 február 15-én az olaszországi teljes napfogyatkozás alkalmával vizsgálták tüzetesebben DE BARY és munkatársai (1961). Ezt követően e jelenséget csak ritkán tanulmányozták (MOORE & RAO 1966, DANDEKAR & TURTLE 1971, RAO et al. 1972, MILLER & FASTIE 1972). Az azóta eltelt évtizedek során szinte alig gyarapodtak ezzel kapcsolatos ismereteink.

Az égbolt polarizációs mintázatának eredete

A XIX. század első felében az égboltfény polarizációjának vizsgálata egyike volt a legizgalmasabb tudományos kérdéseknek. JOHN WILLIAM STRUTT, másnéven LORD RAYLEIGH (1842–1919), Nobel-díjas angol fizikus adott elsőként helyes elméleti magyarázatot e jelenségre. Egészen STRUTT (1871) cikkéig a légköri optika egyik legnagyobb rejtélyének számított az égboltfény intenzitásának, színének és polarizációjának magyarázata. Ez ugyanis nem sikerült az addig elfogadott feltételezések alapján, amelyek szerint az égbolt kék színe és polarizációja a napfénynek a légkörben lebegő apró vízcseppeken vagy egyéb részecskéken való törésére és az azokról történő visszaverődésére vezethető vissza. RAYLEIGH mutatott rá, hogy e légköri optikai jelenségek a napfénynek a fény hullámhosszánál sokkal kisebb légköri részecskéken történő szóródásával magyarázhatók. Az így szóródó fény intenzitása a hullámhossz negyedik hatványával fordítottan arányos (Rayleigh-szórás), azaz minél rövidebb a hullámhossz (minél közelebb esik az ultrabolya tartományhoz), annál erősebben szóródik a fény. A fényszórás polarizációt is okoz. Az egyszerűen szórt fény polarizációs iránya mindig merőleges a fényforrás, a szórócentrum és a megfigyelő által kijelölt síkra. Ennek oka a szóródás mechanizmusában keresendő. A szórócentrumként viselkedő részecskék a fényforrásból érkező elektromágneses hullámokat elnyelik, rezgő dipólussá alakulnak, majd, mint apró antennák az energiát kisugározzák. Az elnyelt fény energiáját annak elektromos vektora adja át, ezért a szórócentrumból kialakuló rezgő dipólus hossz-tengelyének iránya egybeesik a beeső elektromos térerősségvektor irányával. A rezgő dipó-

lus sugározni csak a hossz tengelyére merőleges irányban haladó, a hossz tengellyel azonos irányú elektromos térerősségvektorú hullámot képes. Látható tehát, hogy a szóródást létrehozó rezgő dipólus hossz tengelyének iránya jelöli ki a szórócentrum által elnyelt és kisu-gárgzott fény polarizációs irányát. A polarizációs irány egyaránt merőleges a szórócentrumot a megfigyelővel, valamint a fényforrással összekötő egyenesre, ezért merőleges a két egyenes által meghatározott síkra is.

Az égboltfény tehát a napfény földi légkörben való szóródásának köszönhetően részle-geesen és lineárisan poláros. A légkörben szóródó fény esetében a fényforrásnak a Nap felel meg, a szórócentrumok a légkör molekulái, illetve sűrűség ingadozásai, a megfigyelő pedig a földfelszínen áll. A Rayleigh-modell szerint az égboltfény polarizációfoka fokozatosan nő zérusról a szoláris, illetve anti-szoláris pontoktól távolodva, és a Naptól, illetve anti-Naptól 90° -ra éri el a 100%-ot, a polarizációs irány pedig mindig merőleges az égbolt adott pont-ján, a Napon és a megfigyelőn átmenő síkra. Ezért például a szórt égboltfény polarizációs iránya mindig merőleges a szoláris és antiszoláris meridiánra. A tiszta égbolt polarizációs mintázata a szoláris-antiszoláris meridiánra minden esetben tükörszimmetrikus. Az égbolt-fény polarizációs mintázatát azonban a fentiekben vázolt Rayleigh-modell csak részben írja le helyesen. A légkörben a fény ugyanis nem csupán egyszeresen, hanem többszörösen szó-ródik, mielőtt eléri a földfelszínt. Ennek fontosságát CHANDRASEKHAR (1950) ismerte fel. Ha egy foton egynél többször szóródik, akkor polarizációs iránya nem mindig merőleges a szórási síkra. Továbbá minél többször szóródik a foton, annál kisebb lesz a polarizációfoka. Tiszta légköri viszonyok mellett ezért minél rövidebb a szórt fény hullámhossza, annál ki-sebb a polarizációfoka. A többszörös szóródás hatása legerősebben az égbolt horizont köze-li tartományain jelentkezik, a zeníthez közeli mintázatot azonban kevésbé befolyásolja. A többszörös szóródás hozza létre a szoláris, illetve antiszoláris meridiánon található neutrális pontokat, melyekből a megfigyelőhöz polarizálatlan fény érkezik (GÁL et al. 1998, HOR-VÁTH et al. 1998). E pontok a szoláris meridiánon a Nap alatt és fölött közel azonos szögtá-volságra helyezkednek el, továbbá egyikőjük az antiszoláris meridiánon, az anti-Nap fölött alakul ki. A Naphoz, illetve anti-Naphoz viszonyított szögtávolságuk annál nagyobb, minél nagyobb a többszörös szóródást fokozó légköri aeroszol mennyisége. Elhelyezkedésük tehát jó mértéke a légkör szennyezettségének is (COULSON 1988).

Az égbolt polarizációs mintázatának szerepe az állatok életében

A fényszórás miatt az égbolton kialakuló, a szoláris és antiszoláris meridiánra tükörszim-metrikus polarizációs mintázat alapján még akkor is meghatározható a Nap helyzete, ha az éppen nem látható. Ennek nagy a jelentősége sok olyan állat életében, mely számára a Nap helyzete a tájékozódás alapja. Ma már száz felett van azon állatfajok száma, melyekről is-mert, hogy képesek érzékelni a lineárisan poláros fény rezgéssíkjának irányát. Legtöbbjük polarizáció-látása az égbolt polarizációs mintázata alapján történnő orientációt szolgálja. El-sőként KARL VON FRISCH (1949) fedezte fel, hogy a háziméh (*Apis mellifera*) nem csupán a Nap helyzete, hanem az égbolt polarizációs mintázata alapján is képes tájékozódni, mert összetett szeme érzékeli a fény polarizációját. Azóta számos ízeltlábú esetében igazolták, hogy képesek detektálni a lineárisan poláros fény rezgéssíkját. Ezen állatok többnyire az

égbolt polarizációs mintázatát a spektrum ultraibolya tartományában észlelik (WATERMAN 1981). Ezen alapul például az alkonyatkor mozgó mezei tücsök (*Gryllus campestris*) (WEHNER, 1989), vagy a tájékozódási pontok nélküli homokfelszínen táplálékot kereső sivatagi hangya (*Cataglyphis bicolor*) (WEHNER 1976) tájékozódása. Egy, a sekély vizekből ellenségei elől a mélyebb vizekbe menekülő garnélarák (*Palaemonetes vulgaris*) is a Nap helyzetét egyértelműen jelző égboltfény polarizációs mintázata alapján állapítja meg a part irányát (GODDARD & FORWARD 1991). Számos szitakötőfaj esetében leírtak olyan, az összetett szem dorzális részén elhelyezkedő, speciális ortogonális mikrovillus rendszert tartalmazó ommatidiumokat, melyek felépítése igen hasonló az elsőként a hártýásszárnyúaknál (*Hymenoptera*) leírt, polarizáción alapuló tájékozódáshoz használt receptorokhoz (MEYER & LABHART 1993). A legyek körében *Calliphora* és a *Musca* fajokban mutatták ki hasonló polarizáció-látásra alkalmas speciális ommatidiumok jelenlétét. A házilégyc (*Musca domestica*) esetében viselkedéstani kísérletek is bizonyítják, hogy a mezei tücsökhöz hasonlóan testével követi a felülről vetített forgó polarizált fény síkját (PHILIPSBORN & LABHART 1990). A pók-szabásúak körében is találtak égboltpolarizációt érzékelő fajokat (DACKE et al. 1999). Joggal feltételezhető, hogy a polarizáció-látás az ízeltlábúak körében igen elterjedt, korán kialakult képesség (WATERMAN 1981). A gerincesek között is ismertek polarizációra érzékeny látórendszerrel rendelkező, illetve az égboltfény polarizációs mintázatát orientációhoz használó fajok. Egyes békafajok lárvái a garnélarákhöz hasonlóan az égbolt fénye alapján határozzák meg a biztonságot jelentő mélyebb vizek irányát. A kísérletek érdekes, bár vitatható eredménye, hogy a polarizáció-érzékelés képessége nem a szemekhez, hanem a fejnek a tobozmirigy feletti régiójához köthető (AUBURN & TAYLOR 1979), bár nem tisztázott hogy a fejbőr vagy maga a tobozmirigy érzékeli-e a fényt. Hasonló képességet mutattak ki egy szalamandrafaj (*Ambystoma tigrinum*) és egy sivatagi gyíkfaj (*Uma notata*) esetében is (ADLER & PHILIPS 1984). A vándorló pisztrángok még alacsony polarizációfok mellett is meg tudják állapítani a szórt égboltfény polarizációs irányát, és az alapján választják meg útirányukat (HAWRYSHYN 1992). Számos éjszaka vonuló madárfajról is ismert, hogy térbeli orientációja erősen függ az égboltfény polarizációjától (ABLE 1993). Az égbolt polarizációs mintázata tehát sok állat számára nyújt alapvető információkat.

A teljes napfogyatkozás röpké 140 másodperce minden élőlény számára váratlan és különös időszak. Elképzelhető, hogy az égboltpolarizációt érzékelő állatok számára a változás nagyobb mértékű lehetett, mint azt az emberi szem érzékelhette. Cikkünkben azokat a főbb eredményeinket mutatjuk be, amelyek segítségével esetleg értelmezhetni lehet majd az égboltpolarizáció alapján tájékozódó egyes rovarok napfogyatkozáskor tapasztalt olykor különös viselkedését. További részletek más közleményeinkben olvashatók (POMOZI et al. 2000, 2001a,b).

Módszerek

Méréseinket 1999. augusztus 11-én 180° látószögű képalkotó fotopolarimetriával végeztük az Alföldön, a Duna-Tisza-közén, Kecel közvetlen közelében (46°32' É, 19°16' K) a teljes napfogyatkozás sávjának közepén teljesen tiszta égbolt alatt a részleges napfogyatkozás kezdetétől annak végéig. Óriási szerencsénkre egy hidegfronti zivatar első kontaktus előtti

átvonulásának köszönhetően az égbolt tiszta, felhőmentes volt a fogyatkozás teljes időtartama alatt (WEIDINGER et al. 2001). Méréseink helyszínén a részleges fogyatkozás kezdetének (első kontaktus), a teljes napfogyatkozás kezdetének (második kontaktus), a teljes napfogyatkozás végének (harmadik kontaktus) és a részleges fogyatkozás végének (negyedik kontaktus) időpontja rendre 11:28:35, 12:51:34, 12:53:56 és 14:15:35 (középeurópai idő, nyári időszámítás = UTC + 2 óra) volt. A részleges fogyatkozás alatt 400 ASA érzékenysé-
gű Fujichrome Sensia II színes diafilmet használtunk, míg a teljes napfogyatkozás idején 1600 ASA érzékenysé-
gű Kodak EPH színes diát. Az utóbbival 1/2, 1/4 és 1/8 másodperces expozíciós idővel sikerült az égboltról használható polarizációs felvételeket készítenünk a teljes fogyatkozás alatt. A felvételek egy Nikon-Nikkor halszemoptikával (f: 2.8, fókusz-
távolság: 8 mm, látószög: 180°) felszerelt Nikon F801 típusú fényképezőgéppel készültek. A halszemoptikába szerelt forgatható tárcsa segítségével a fényútba egy-egy, három különbö-
ző áteresztési irányú (0°, 45° és 90° a tárcsa sugarától mérve) szürke lineáris polárszűrőt lehet beforgatni. Hogy a direkt napfénynek a halszemoptika felületein fellépő zavaró tükrö-
ződését kivédjük, mind a részleges napfogyatkozás, mind pedig a kontroll mérések alatt a Napot egy kis koronggal kitakartuk. Az égboltról a három különböző irányú polárszűrőn át készített színes diafelvételeket Hewlett-Packard ScanJet 6100C szkennelrel történő digitalizálás után egy számítógépes program segítségével kiértékel-
tük. Meghatároztuk a fényintenzitás, polarizációfok és polarizációs irány égi mintázatait a fotóemulzió érzékenységi maxi-
mumainak vörös (650 nm), zöld (550 nm) és kék (450 nm) színtartományában, majd e mintázatokat nagyfelbontású, kétdimenziós, színekódolt térképekként ábrázoltuk. Polariméterünk kalibrációját és a kiértékelési folyamat részleteit máshol már publikáltuk (GÁI. et al. 2001a,b).

A teljes napfogyatkozás Kecel környékén 140 másodpercig tartott. Az ezalatt az időszak alatt mért égboltpolarizációs mintázatokat összehasonlítottuk azokkal az égboltpolarizációs mintázatokkal, amelyeket a napfogyatkozás másnapján 1999. augusztus 12-én, normál égbolt esetén mértünk ugyanazon a helyen és ugyanazokban az időpontokban, mint a napfogyatkozás alatt. További összehasonlítási alapul szolgáltak azok a normál égboltpolarizációs mintázatok, amelyeket 1999. augusztus 26-án mértünk a tunéziai Chott el Djerid sivatagban a Nap ugyanakkora (zenittől mért 32°-os) szögtávolsága mellett, mint amekkora a teljes napfogyatkozás alatt volt Kecelen. A tunéziai összehasonlító mérési adatok felhasználására azért volt szükségünk, mert a Kecelen mért normál égbolt részben felhős, míg a tunéziai normál ég teljesen tiszta volt. Hogy a keceli felhős égen végzett ellenőrző polarizációs méréseket is felhasználhassuk az összehasonlításban, kifejlesztettünk egy számítógépes algoritmust, amely fotometriai úton felismeri a felhőket az égboltról készült színes fényképeken. Az ezen algoritlussal detektált felhőket kiszűrtük, és csak az égbolt tiszta részeit vet-
tük figyelembe a napfogyatkozáskor mért égboltpolarizációs mintázatokkal való összehasonlítás-
kor.

Eredmények

Bár a teljes napfogyatkozás ideje alatt feltűnően különböztek a megvilágítási viszonyok a megszokottaktól, az égboltpolarizáció mintázata alig tért el a normálistól mindaddig, amíg a napkorong Hold által eltakart hányada el nem érte a 98%-ot. Ezután a teljes fogyatkozás-

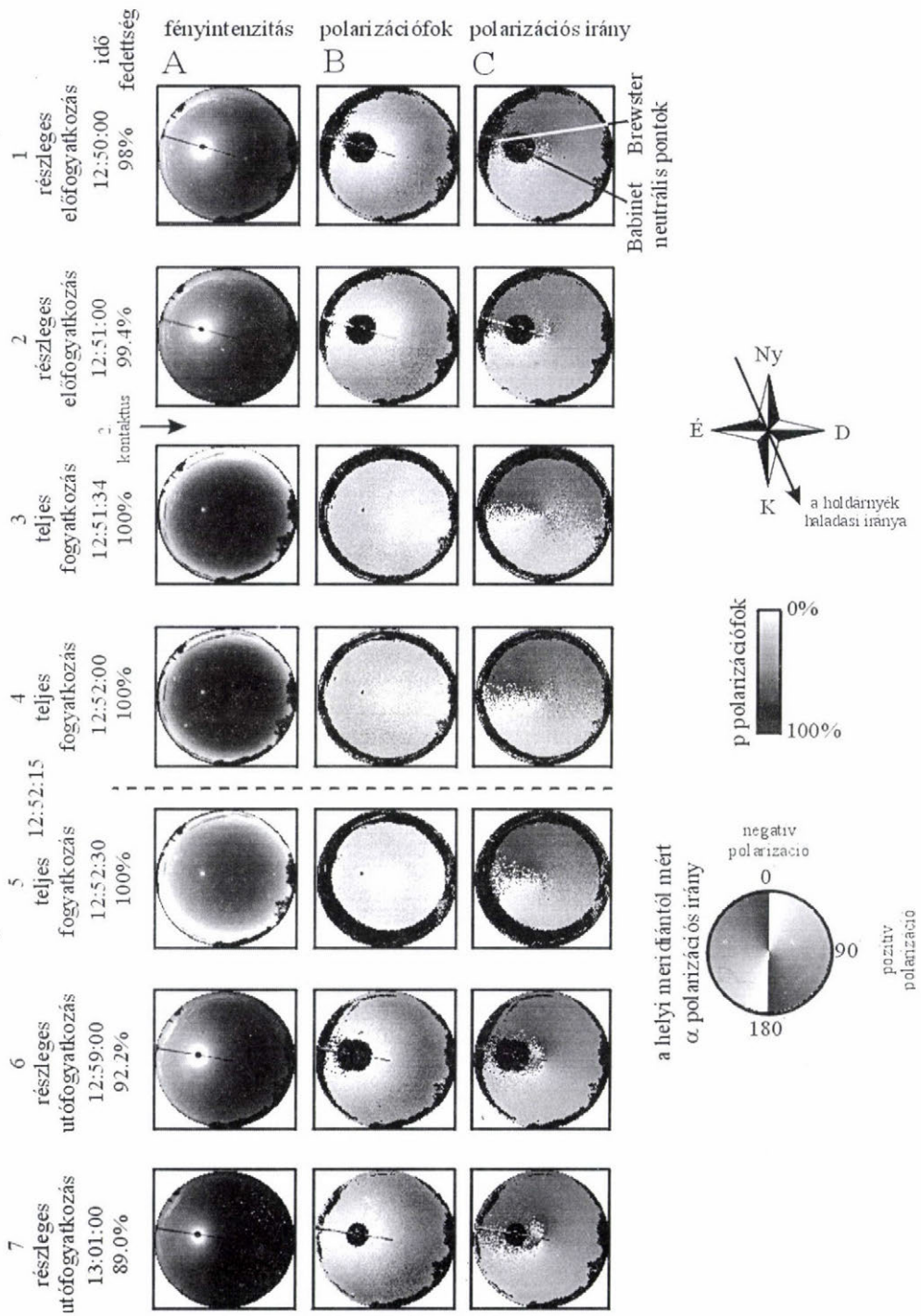
hoz közeledve egyre gyorsuló ütemben alakult át az égboltpolarizáció szokványos mintázata a teljes napfogyatkozás alatti különleges mintázattá. Az 1. ábra mutatja az égbolt fényintenzitásának, polarizációfokának és polarizációs irányának általunk mért térbeli eloszlását az idő függvényében a spektrum kék (450 nm) tartományában az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. A teljes napfogyatkozás alatt az égbolt polarizációs mintázatát három különböző időpontban tudtuk mérni a teljes napfogyatkozás első felében. Az első felvétel 12:51:34-kor (a második kontaktus pillanatában) készült, a második 12:52:00-kor, a harmadik pedig 12:52:30-kor.

A normál égbolt esetében a p polarizációfok mintázata a szoláris-antiszoláris meridiánra tükrösszimmetrikus. A Nap közelében lévő Brewster- és Babinet-féle neutrális pontokban $p = 0\%$, tőlük távolodva p egyre nő, míg a Naptól mért 90° -os szögtávolságra eléri a meteorológiai viszonyoktól függő maximumát. Majd tovább távolodva a Naptól p csökkenni kezd, és az anti-Nap közelében lévő Arago-féle neutrális pontban ismét 0% -ot vesz fel. A normál égboltnál fény polarizációfoka az égbolt Naptól távolabbi felén mindig nagyobb, mint a Naphoz közelebbin, és csak akkor mutat a zenithez képest hengersizimmetrikus eloszlást, ha a Nap a zeniten van. Napkeltekor és napnyugtakor a legkifejezettebb a normál égbolton a polarizációs mintázat tükrösszimmetrikus jellege. Ilyenkor a maximális polarizációfokú tartomány a szoláris-antiszoláris meridiánra merőlegesen a zeniten keresztül húzódó sávban helyezkedik el.

A napfogyatkozás idején a teljes napfogyatkozás beálltakor az égbolt polarizációs tulajdonságai hirtelen és drasztikusan megváltoztak (1. ábra), és folyamatosan módosultak a teljes napfogyatkozás 140 másodperce alatt a holdárnyék megfigyelőhöz képesti állandó mozgása miatt. A változás a 12:52:15 időpont körül közelítőleg szimmetrikusan folyt le. A részleges napfogyatkozás alatt, a teljes napfogyatkozás előtt és után a p polarizációfok égbolton való eloszlása nem volt forgásszimmetrikus, az antiszoláris félgömbön nagyobb p értékek fordultak elő, mint a szolárison. A teljes napfogyatkozás alatt az égbolt átlagos polarizációfoka jóval kisebb volt a normál égboltnál, mivel a holdárnyékba oldalról bejutó napfény csak többszöri szóródás útján juthatott el a megfigyelőhöz, ami depolarizációt okozott.

1. ábra: Az égbolt fényintenzitásának (A), p polarizáció fokának (B) és α polarizációs irányának (C) időbeli változása a spektrum kék (450 nm) színtartományában mérve Kecelen az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. Az égbolt alul-, illetve fölül exponált területeit, valamint a horizont közeli tereptárgyakat és növényzetet feketével jelöltük a B oszlopban. Az 'A' oszlopban a fekete-fehér fényképfelvételek nem adják vissza hűen az égbolt valódi fényintenzitását, mert különböző expozíciós időkkel és apertúrákkal készültek.

Figure 1: Temporal change of the celestial pattern of the brightness (A), degree of polarization p (B) and E-vector alignment α with respect to the local meridian (C) measured in the blue spectral range (450 nm) in Kecel (Hungary) during the total solar eclipse on 11.08.1999. Overexposed areas of the sky and the landmarks/vegetation near the horizon are shaded by black in column 'B'. The black and white photographs of the sky in column 'A' do not represent correctly the real brightness of the skylight, because they were taken with different times of exposure and apertures.



A teljes napfogyatkozás idején a polarizációfok égbolton való eloszlása közel forgásszimmetrikus volt a zenithez képest. A horizont közelében $p = 0\%$ volt, a horizonttól mért θ szögtávolság növekedtével p nőtt, míg $\theta = 40\text{--}45^\circ$ -nál elérte $p_{\max} = 15\text{--}20\%$ -os maximumát, majd θ további növekedtével p egyre csökkent, míg a zenit közelében ismét 0% lett. A p változása a normál égbolthoz képest az égbolt egyetlen részén sem volt nagyobb $\pm 24\%$ -nál a teljes napfogyatkozás előtti, illetve utáni néhány percben, valamint a teljes napfogyatkozás alatti időszakban. Azonban a második és a harmadik kontaktus után az égbolt egy számottevő területén (a Naptól 55° -nál nagyobb szögtávolságra) $\Delta p > 24\%$ volt. A normál égbolttal ellentétben teljes napfogyatkozáskor a polarizációfok az égbolt Naphoz közelebbi felén volt nagyobb.

A teljes napfogyatkozás alatt az égboltfény α polarizációs irányának eloszlása nem volt hengersizmetrikus a zenithez viszonyítva, mégis teljesen különbözött a normál égbolt α mintázatától. Az utóbbi esetében az égboltfény „pozitív polarizációja” dominál, azaz a szórt égboltfény elektromos vektorának (E-vektorának) domináns rezgési síkja többé-kevésbé merőleges a megfigyelőn, a Napon és az égbolt megfigyelt pontján átmenő szóródási síkra. Teljes napfogyatkozáskor megfordult a helyzet, és az égboltfény „negatív polarizációja” vált dominánssá, azaz a szórt égboltfény E-vektora többé-kevésbé párhuzamossá vált a szóródási síkkal. A polarizációs irány változása a zenittől mérve 20° -nál nagyobb szögtávolságok esetén 38° -nál kisebb volt. Ettől nagyobb változás csak a zenit körül alakult ki a második és a harmadik kontaktus idején.

A teljes napfogyatkozás alatt a zenit közelében az égbolton egy új neutrális pont alakult ki, ahol a p polarizációfok nulla, tőle távolodva p folyamatosan nő. A neutrális ponton a szoláris meridián mentén áthaladva az E-vektor iránya hirtelen 90° -os változást szenved a normál égbolt Arago-, Babinet- és Brewster-féle neutrális pontjaihoz hasonlóan.

A teljes napfogyatkozás idején az égboltfény spektrális sajátosságai hasonlóak voltak a normál égboltfény spektrális jellemzőihez. Egy horizont közeli keskeny vörös sávot leszámítva, az égbolt a kék tartományban volt a legfényesebb és a vörösben a legsötétebb. Míg a polarizációs irány alig függ a fény hullámhosszától, addig a p polarizációfok igen: minél kisebb a hullámhossz, annál kisebb a p értéke. Ennek oka, hogy a fény légkörbeli többszörös szóródása depolarizációt okoz, azaz p csökkenését, és mivel a Rayleigh-féle törvény értelmében a rövidebb hullámhosszak sokkal gyakrabban szóródnak, mint a hosszabbak, ez a depolarizáció a rövidebb hullámhosszaknál erősebb. A normál égbolthoz hasonlóan teljes napfogyatkozáskor a napfény szintén többszörösen szóródik a légkörben. Ezért nincs lényegi eltérés az égboltpolarizáció spektrális sajátosságaiban a normál égbolt és a teljes napfogyatkozás idején megfigyelhető égbolt között.

Értékelés

Ahogy az a korábbi égboltpolarizációs vizsgálatok eredményei alapján is várható volt, a napfogyatkozás alatt az égbolt polarizációs mintázatának alakulása a napkorong 98% -os geometriai takarásáig magyarázható gyengített intenzitású, de máskülönben lényegében változatlan napfényvel számolva. A 98% -nál nagyobb takarásnál azonban a többszörösen szórt

fény relatív mennyisége jelentősen megnő, és hirtelen erőteljes változást okoz a teljes égbolt polarizációjának mintázatában (MILLER & FASTIE 1972, MOORE & RAO 1966). Ezt a mi méréseink is alátámasztják. Hasonlóan a korábban mások által megfigyelt napfogyatkozásokhoz, 1999. augusztus 11-én az égbolt polarizációs mintázata a napfogyatkozás előtt és után 3–5 perccel lényegében normális volt. Habár mi csak a spektrum látható tartományában tudtuk mérni az égbolt polarizációs mintázatát, semmilyen fizikai vagy légköri optikai érvelés sem ismerünk az ellen, hogy következtetéseinket ne lehetne kiterjeszteni az ultraibolya tartományra. Meteorológusok vizsgálták a fényintenzitás időbeli változását a teljes napfogyatkozás alatt a spektrum ultraibolya tartományában is (TÓTH 2001).

Felvetődik a kérdés, hogy az ég polarizációs mintázatának a teljes napfogyatkozás bekövetkeztekor hirtelen megváltozó szerkezete milyen hatással lehetett az égboltpolarizáció alapján tájékozódó állatok viselkedésére. Tudnunk kell, hogy az állatok zömének térbeli tájékozódása a Napot használja viszonyítási alapul. Számos, polarizáció-érzékeny látószervvel rendelkező állat csak akkor használja az égbolt polarizációs mintázatát, ha a Nap valamilyen oknál fogva nem látszik, például felhők takarják, vagy a horizont alatt van. Ez utóbbi esetben a normál égbolt jellegzetes polarizációs irány mintázatából következteti ki az állat a szoláris meridián, vagy a Nap irányát. Teljes napfogyatkozás alatt a teljes napfogyatkozás idején kívül az égbolt polarizációs mintázata gyakorlatilag a normál ég polarizációeloszlásával azonos, ezért az égboltpolarizáció alapján navigáló állatok ugyanúgy támaszkodhatnak rá, mint máskor, tehát nem tévednek el. A teljes napfogyatkozás alatt azonban annyira különbözik az ég polarizációs mintázata a normál mintázattól, hogy képtelenség lenne tájékozódni az alapján (HORVÁTH et al. 2003, POMOZI et al. 2000, 2001). Ha tehát egyáltalán észlelik egyes állatok a teljes napfogyatkozás gyér fényviszonyai között a megváltozott égboltpolarizációs mintázatot, s megpróbálnak az alapján tájékozódni, akkor is nagy valószínűséggel eltévednek. Lehetséges, hogy a méheknél megfigyelt különös viselkedés (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001; BALDAVÁRI 2001), vagy más rovarok bizonyos viselkedési elemei részben ezzel a jelenséggel magyarázhatók. Mindennek akkor van jelentősége, ha maga a napkorona felhők miatt nem látszik. Ha a teliholdhoz hasonló fényerejű napkorona jól látható, akkor az állatok az alapján továbbra is tudnak tájékozódni, hiszen a napkorona a Nap helyét jelöli ki. Ekkor tehát nincs szükség az égboltpolarizációra a térbeli orientálódáshoz, és annak teljes napfogyatkozásakor megváltozott szerkezete sem vezetheti félre az állatokat.

Meg kell jegyeznünk, hogy a fenti bekezdésben foglaltak csupán spekulatív jellegűek olyan konkrét megfigyelés híján, amely egyértelműen bizonyítaná, hogy a teljes napfogyatkozás alatt eltévedtek az állatok a hazafelé vezető útukon. Nem tartjuk valószínűnek, hogy a teljes napfogyatkozás jelentősen módosuló égboltpolarizációs mintázat jelentős hatással lenne az állatok tájékozódására. Kérdéses, hogy a teljes napfogyatkozás kis fényintenzitásai mellett érzékelik-e az állatok az égboltpolarizációt, illetve képesek-e tájékozódni a gyér fényű napkorona helyzete alapján. Arra számítunk, hogy ha valamilyen oknál fogva (a jelentősen, váratlanul és hirtelen lecsökkenő fényintenzitásnak, illetve a jelentősen, váratlanul és hirtelen megváltozó égboltpolarizációs mintázatnak köszönhetően) el is téved a teljes napfogyatkozás alatt, a legtöbb állat számára mindez komoly kárt nem okozhat. A teljes napfogyatkozás legfeljebb csak néhány percig tart. Utána ismét visszaáll az eredeti égboltpolarizációs mintázat, és csak a fényerősség helyreállása vesz igénybe több időt. Bizonyos állatok esetében azonban, így a gyűjtőútjukra precízen kimért mennyiségű „üzemanyaggal” elindu-

ló méheknél a tájékozódási mechanizmus néhány perces megzavarodása is végzetes lehet (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001, BALDAVÁRI 2001). Erről teljes bizonyossággal azonban csak a napfogyatkozások idején végzett viselkedéstani megfigyelések alapján lehetne kijelentéseket tenni. Ilyen adatok az irodalomban csak igen szórványosan lelhetők fel. Az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt végzett, e kötetben ismertetett úttörő állattani megfigyelések erre a kevésbé kutatott érdekes jelenségkörre nyithatnak kaput.

Köszönetnyilvánítás: Munkánkat a Magyar Tudományos Akadémia hároméves BOLYAI JÁNOS poszt-doktori kutatói ösztöndíja (HORVÁTH G.), a SOROS Alapítvány 230/2/878 számú egyéves doktori ösztöndíja (GÁL J.) és a Swiss National Science Foundation 31–43317.95 számú pályázata (R. WEHNER) támogatta. Köszönjük FISCHER MÁRIA, HORVÁTH JÁNOS és SUHAI BENCE méréseink lebonyolításában nyújtott segítségét és közreműködését.

Irodalom

- ABLE P. K. (1993): Orientation cues by migratory birds: a review of cue-conflict experiments. – *Trends in Evolution and Ecology* 8: 367–371.
- ADLER K. & PHILLIPS J. B. (1984): Orientation in a desert lizard (*Uma notata*): Time-compensated compass movement and polarotaxis. – *Journal of Comparative Physiology A* 156: 547–552.
- AUBURN J. S. & TAYLOR D. H. (1979): Polarized light perception and orientation in larval bullfrogs *Rana catesbeiana*. – *Animal Behaviour* 27: 658–668.
- BALDAVÁRI L. (2001): Méhek viselkedésének változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatására egy méhészetben. – *Állattani Közlemények* 86: 137–143.
- CHANDRASEKHAR S. (1950): *Radiative Transfer*. Clarendon Press, Oxford.
- COULSON K. L. (1988): *Polarization and Intensity of Light in the Atmosphere*. A. Deepak Publishing, Hampton, Virginia.
- DACKE M., NILSSON D.-E., WARRANT E. J., BLEST A. D., LAND M. F. & O'CARROLL D. C. O. (1999): Built-in polarisers form part of a compass organ in spiders. – *Nature* 401: 470–472.
- DANDEKAR B. S. & TURTLE J. P. (1971): Day sky brightness and polarization during the total eclipse of 7 March 1970. – *Applied Optics* 10: 1220–1224.
- DE BARY E., BULLRICH K. & LORENZ D. (1961): Messungen der Himmelsstrahlung und deren Polarisationsgrad während der Sonnenfinsternis am 15.2.1961 in Viareggio. – *Geofisica Pura et Applicata* 48: 193–198.
- FRISCH VON K. (1949): Die Polarization des Himmelslichtes als orientierender Faktor bei Tänzen der Biene. – *Experientia* 5: 142–148.
- GÁL J., HORVÁTH G., POMOZI I. & WEHNER R. (1998): Az égbolt polarizálatlan pontjai, avagy amit már Arago, Babinet és Brewster is ismert, de eddig közvetlenül még senki sem látott. – *Természet Világa* 129: 151–154, 212–215.
- GÁL J., HORVÁTH G., HAIMAN O., MEYER-ROCHOW V. B. & WEHNER R. (2000): „Poláros” pillantás a teljes égboltra 180° látószögű képalkotó polariméterrel. – *Élet és Tudomány* 55: 1003–1006.
- GÁL J., HORVÁTH G. & MEYER-ROCHOW V. B. (2001a): Measurement of the reflection-polarization pattern of the flat water surface under a clear sky at sunset. – *Remote Sensing of Environment* 76: 103–111.

- GÁL J., HORVÁTH G. & MEYER-ROCHOW V. B. & WEHNER R. (2001b): Polarization patterns of the summer sky and its neutral points measured by full-sky imaging polarimetry in Finnish Lapland north of the Arctic Circle. – Proceedings of the Royal Society of London A 457: 1385–1399.
- GÁL J., HORVÁTH G., BARTA A. & WEHNER R. (2001c): Polarization of the moonlit clear night sky measured by full-sky imaging polarimetry at full moon: comparison of the polarization of moonlit and sunlit skies. – Journal of Geophysical Research D 106: 22,647–22,653.
- GODDARD S. M. & FORWARD R. B. (1991): The role of the underwater polarized light pattern in sun compass navigation of the grass shrimp, *Palaemonetes vulgaris*. – Journal of Comparative Physiology A, 169: 479–491.
- HAWRYSHYN W. C. (1992): Polarization vision in fish. – American Scientist 80: 164–175.
- HORVÁTH G. (1986a): Fényszóródás a természetben. – Természet Világa 117: 250–254.
- HORVÁTH G. (1986b): Az Avogadro-szám meghatározása az égbolt kék színéből. A fény szóródása. – Fizikai Szemle 36: 214–227.
- HORVÁTH F. Á. & HORVÁTH G. (1995): Víztükrök derült égbolt alatti polarizációs mintázata biológiai vonatkozásokkal. – Légkör 40(3): 18–23.
- HORVÁTH G. & POMOZI I. (1997): How celestial polarization changes due to reflection from the deflector panels used in deflector loft and mirror experiments studying avian navigation. – Journal of Theoretical Biology 184: 291–300.
- HORVÁTH G., GÁL J., POMOZI I. & WEHNER R. (1998): Polarization portrait of the Arago point: Video-polarimetric imaging of the neutral points of skylight polarization. – Naturwissenschaften 85: 333–339.
- HORVÁTH G. & WEHNER R. (1999): Skylight polarization as perceived by desert ants and measured by video polarimetry. – Journal of Comparative Physiology A 184: 1–7. [Erratum 184: 347–349 (1999)].
- HORVÁTH G., WEHNER R., GÁL J. & POMOZI I. (1999): Az égboltpolarizáció és az állatok. – Élet és Tudomány 54: 235–237.
- HORVÁTH G., POMOZI I. & GÁL J. (2003): Neutral points of skylight polarization observed during the total eclipse on 11 August 1999. – Applied Optics 42(3): 1–11.
- KÖNNEN G. P. (1985): Polarized Light in Nature. Cambridge University Press, Cambridge.
- MEYER E. P. & LABHART T. (1993): Morphological specializations of dorsal rim ommatidia in the compound eye of dragonflies and damselflies (Odonata). – Cell and Tissue Research 272: 17–22.
- MILLER R. E. & FASTIE W. G. (1972): Skylight intensity, polarization and airglow measurements during the total solar eclipse of 30 May 1965. – Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics 34: 1541–1546.
- MOORE J. G. & RAO C. R. N. (1966): Polarization of the daytime sky during the total solar eclipse of 30 May 1965. – Annales de géophysique. 22, 147–150.
- PILTSCHIKOFF N. (1906): Sur la polarisation du ciel pendant les éclipses du soleil. – C.R. Académie des Sciences Paris 142: 1449.
- PHILIPSBORN A. & LABHART T. (1990): A behavioural study of polarization vision in the fly, *Musca domestica*. – Journal of Comparative Physiology A 167: 737–743.
- POMOZI I., GÁL J., HORVÁTH G. & WEHNER R. (2000): Égbolt-polarizáció teljes napfogyatkozáskor. – Élet és Tudomány 55: 1003–1015.
- POMOZI I., GÁL J., HORVÁTH G. & WEHNER R. (2001): Fine structure of the celestial polarization pattern and its temporal change during the total solar eclipse of 11 August 1999. – Remote Sensing of Environment 76: 181–201.
- RAO C. R. N., TAKASHIMA T. & MOORE J. G. (1972): Polarimetry of the daytime sky during solar eclipses. – Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics 34: 573–576.
- STRUTT J. W. ALIAS LORD RAYLEIGH (1871): On the light from the sky, its polarisation and colour. – Philosophical Magazine 41: 107–120, 274–279.
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására. – Állattani Közlemények 86: 115–136.

- TÓTH Z. (2001): A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján. – *Állattani Közlemények* 86: 75–80.
- WATERMAN T. H. (1981): Polarization sensitivity. – In: AUTRUM H.(ed.). *Handbook of Sensory Physiology VII/6C*, Springer Verlag, Berlin pp. 281–469.
- WEHNER R. (1976): Polarized-light navigation by insects. – *Scientific American* 235(1): 106–114.
- WEHNER R. (1989): Neurobiology of polarization vision. – *Trends in Neurosciences* 12: 353–359.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárás helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – *Állattani Közlemények* 86: 59–74.

Skylight polarization during the total solar eclipse of 11 August 1999 and its possible biological implications

BALÁZS BERNÁTH, ISTVÁN POMOZI, JÓZSEF GÁL, GÁBOR HORVÁTH & RÜDIGER WEHNER

Using 180° field of view (full-sky) imaging polarimetry, we measured the spatiotemporal change of the polarization pattern of the entire celestial hemisphere in the red (650 nm), green (550 nm) and blue (450 nm) spectral ranges during the total solar eclipse of 11 August 1999 in Kecel, Hungary. We compared these patterns with the corresponding polarization patterns measured under normal cloudy and clear sky conditions. Here those results of ours are presented, with the help of which the behaviour observed during the eclipse of certain insects navigating on the basis of sky polarization may be interpreted and explained.

Egyenesszárnyúak és egyéb nappali rovarok aktivitásainak változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt*

SZÖVÉNYI GERGELY, SZENTKIRÁLYI FERENC és NAGY BARNABÁS

MTA Növényvédelmi Kutató Intézet, H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15. E-mail: h2404sze@helka.iif.hu

Összefoglalás. A szerzők több helyen, a teljes fogyatkozás sávján belül, 10 percenkénti megfigyelésekkel dokumentálták az Orthopterák és néhány nappali rovarcsoport viselkedésének, ciripelési és mozgási aktivitásának időbeli változását a teljes napfogyatkozás alatt. A várakozásnak megfelelően az éjjel-aktív szöcskék (*Tettigonia cantans*, *Pholidoptera aptera*, *P. griseoptera*) ciripelési intenzitása a napfogyatkozás előrehaladásával felerősödött és a teljes fogyatkozás idején maximális szintű volt, majd a megvilágítás növekedésével lecsökkent, illetve megszűnt. A nappal-aktív rovarok, mint a szöcskék (*Metrioptera roeselii*, *M. bicolor*) és sáskák (például *Chrysochraon dispar*, *Euthystira brachyptera*) ciripelési aktivitása, valamint az alpesi sáska (*Miramella alpina*), a lepkék, szitakötők, poszméhek mozgási aktivitása – a fogyatkozással járó fényváltozásoknak megfelelően – először egy átmeneti csökkenési szakasz után, a teljes fogyatkozás körüli időben szünetelt, majd ismét növekedett a normális intenzitási szint eléréseig. A napfogyatkozás során az akusztikus és motoros aktivitás növekedésének, illetve csökkenésének a bekövetkezési időpontja és tartamának hossza, kisebb-nagyobb mértékben, fajtól és rovarcsoporttól függően variált. Az időjárás elemek közül a felhőborítás a teljes fogyatkozást követően hozzájárult a sötétség további fennmaradásához, ami megnyújtotta a ciripelés és repülés minimális vagy maximális intenzitási szakaszát. A napfogyatkozás alatt a megfigyelt rovaraktivitások időbeli lefolyását elsősorban a fényintenzitás változása határozta meg. Ugyanakkor nem zárható ki az égbolt polarizációs mintázatának a teljes fogyatkozáskor hirtelen bekövetkező módosulásának hatása sem.

Kulcsszavak: szöcskék, sáskák, nappali rovarok, teljes napfogyatkozás, ciripelési és repülési aktivitás.

Bevezetés

A napfogyatkozással járó környezeti változások hatására a nappali rovarok is az élettevékenységeiket jellemző aktivitások változtatásával reagálhatnak. A várható viselkedési módosulások közül a legjobban megfigyelhetők a mozgási és hangadási reakciók. A hímek hangadása (csalogató ciripelés) különösen jellemző két rovarcsoportra, az egyenesszárnyúakra (szöcskék, sáskák, tücskök) és a kabócákra. A rovaroknak a hangadással kapcsolatos reakcióiról már LOCKYER, a híres angol csillagász is megemlékezett az 1911. évi, a Tonga szigeteken megfigyelt teljes napfogyatkozás kapcsán. Nagy hatással volt rá, hogy a teljes fogyatkozás bekövetkeztekor a rovarok egyszerre erőteljesen énekelni kezdtek úgy, mintha éjszaka lett volna (LOCKYER 1970). Arról azonban nem tudósított, hogy milyen rovarcsoportok, vagy fajok reagáltak így. Az egyenesszárnyúaknak bármilyen részletes megfigyeléséről a korábbi napfogyatkozások alkalmával nem találtunk tudósítást. Az Orthopterák ciri-

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

pelésének megváltozásáról az első részletes vizsgálatot FISCHER (2001) végezte az 1999. évi teljes napfogyatkozás alatt Németországban, amelynek során a nappal-aktív egyenesszárnyú fajok énekintenzitásának lecsökkenését és egy negyedórás szünetelését regisztrálta. A kabócákkal kapcsolatosan is csupán egy dokumentált esetről van tudomásunk. SANBORN és PHILLIPS két sivatagi kabóca csalogató énekének változását figyelték meg az 1991. július 11-én, Arizonában (USA) bekövetkezett részleges (70%) napfogyatkozás alatt (SANBORN & PHILLIPS 1992). Azt tapasztalták, hogy a nappal-aktív hím kabócák éneküket szüneteltették a fogyatkozási maximumot megelőző és azt követő 20–20 perc alatt (a Nap 50%-át meghaladó fedettségénél). Ugyancsak az 1999. évi napfogyatkozás során, a nappali lepkéknél megfigyelt aktivitás-csökkenésről tudósított SZÉKELY LEVENTE lepkész (SZÉKELY 1999). (Az 1999. évi, mások által végzett vizsgálatok eredményeinek összevetését a mieinkkel lásd később a szövegben).

Általánosságban egy teljes napfogyatkozás során, a nappal-aktív rovarok esetében a megvilágítottság változásával párhuzamosan először csökkenő, majd növekvő, az éjjel-aktív rovaroknál viszont fordítottan, először növekvő, majd csökkenő aktivitási intenzitás várható a teljes fogyatkozás körüli időszakokban. Az esti vagy éjjel-aktív rovarokkal kapcsolatos vizsgálatainkat külön cikkben ismertettük (SZENTKIRÁLYI et al. 2001). Jelen beszámolómban a Magyarországon 1999. augusztus 11-én áthaladó teljes napfogyatkozás során, három különböző helyen, a nappali és éjjel-aktív egyenesszárnyúakon és néhány további nappal-aktív rovarcsoporton (lepkék, szitakötők, poszméhek) végzett megfigyeléseinket tesszük közzé. A vizsgálatok célja az volt, hogy (a) dokumentáljuk a napfogyatkozás teljes tartama alatt az egyes megfigyelhető rovarfajok, vagy rovarcsoportok viselkedésében, hangadási és repülési aktivitásában bekövetkező változások időbeli mintázatát, (b) a viselkedésben észlelt változásokat az abiotikus környezeti faktorok változásaival hozzuk kapcsolatba.

Anyag és módszerek

Vizsgálati helyek

Az egyenesszárnyúakkal kapcsolatos vizsgálatok többségét a Kőszegi-hegység fő gerincének északi részén, a 661 m tszf.-i magasságú Irány-hegy (φ : 47°23', λ : 16°30') csúcsához közel, egy kb. 250 m átmérőjű irtásréten végeztük. A kijelölt hely a tervezett megfigyelések elvégzéséhez alkalmasnak bizonyult, mivel egyrészt a teljes napfogyatkozási sáv középvonaltól nem messze, mintegy 12 kilométerre (északi irányban) helyezkedett el, másrészt a Kőszegi-hegység egyenesszárnyú faunája már ismert volt korábbi gyűjtések nyomán (PONGRÁCZ 1940, SZÖVÉNYI & NAGY 1998). A vizsgálati terület növényzetét a vadak által legelt, újuló fácskák, cserjék (*Fagus*, *Carpinus*, *Corylus*), és a közöttük fellelhető *Calamagrostis*, *Poa*, *Carex*, *Rubus* fajok dominálta gyep alkotta. A napfogyatkozás ezen a helyen, a nyári időszámítás szerint 11:24:00 és 14:10:19 között zajlott le, a teljes fogyatkozás pedig 12:46:12 –től 12:48:30-ig tartott.

A másik megfigyelési helyünket a Balaton-felvidéken, az uzsai erdészet területén, egy platon, részben savanyú, homokkővön kialakult cseres-tölgyes, ligetes facsoportokkal, csarabos és *Chrysopogon* foltokkal tarkított nagyobb, szabálytalan alakú tisztásánál jelöltük ki

(φ : 46°57', λ : 17°20'). A gyepes részeket a tölgyesen kívül még nyíres és ültetett *Pinus* állományok is határolták. Ez a megfigyelési hely a teljes fogyatkozás középvonalától kb. 13 km-re déli irányban, kb. 250 m tszf.-i magasságban volt. A napfogyatkozás itt helyi idő szerint 11:25:00 és 14:12:00 között zajlott le, a teljes fogyatkozás pedig 12:47:50-től 12:50:09-ig tartott.

A két vizsgálati pont a sávnak abban a részében volt, ahol a teljes fogyatkozás legalább 2 percig tartott.

A vizsgált rovarok

Az Irány-hegyen csak sáska és szöcske fajok megfigyelése történt, az uzsai tölgyesnél, a sáskákon kívül egyéb nappali rovarok aktivitását is követtük. A vizsgálatot megelőzően az adott lokális Orthoptera együttes fajösszetételének megállapítására a kérdéses időpontban fűhálózással felmérést végeztünk. A megfigyeléseket néhány, a területen nagyobb egyedszámban előforduló egyenesszárnyú fajon végeztük. Az Irány-hegyen az Orthoptera együttesből öt szöcske- (*Metrioptera roeselii*, *M. bicolor*, *Pholidoptera aptera*, *P. griseoptera*, *Tettigonia cantans*) és két sáskafaj (*Chrysochraon dispar*, *Euthystira brachyptera*) ciripelési aktivitásának változását tudtuk megfigyelni. A fentiekén kívül egy további, nem ciripelő sáskafaj, a *Miramebella alpina* mozgási és táplálkozási viselkedésének megfigyelésére nyílt lehetőségünk.

Az uzsai tábornál a vizsgálatok fókuszában az esti illetve éjjeli rovarok repülési aktivitásának lámpázással történő monitorozása állt, ezért csak kisebb kapacitást tudtunk fordítani a nappali rovarok viselkedésében bekövetkező változások nyomon követésére. Itt az egyenesszárnyú együttes ciripelésének intenzitását jegyeztük fel 10 percenként a napfogyatkozás teljes időtartama alatt. A napfogyatkozást követően fűhálózással becsültük meg a jelenlévő ciripelő Orthoptera fajokat. A felmérés szerint az uzsai megfigyelő helyen összesen 19 fajt találtunk, amelyből 14 volt képes ciripelni. Közülük a nagyobb abundanciájúak a következők voltak: *Euchorthippus declivus*, *Omocestus ventralis*, *Glyptobothrus mollis*, *Glyptobothrus biguttulus*. Rajtuk kívül alacsonyabb egyedsűrűséggel még a következő ciripelő fajok fordultak elő: *Phaneroptera falcata*, *Leptophyes albobittata*, *Platycleis grisea*, *Metrioptera bicolor*, *Ephippiger ephippiger*, *Stenobothrus lineatus*, *Gomphocerus rufus*, *Glyptobothrus brunneus*, *Chorthippus parallelus* és az *Euchorthippus pulvinatus*. Ugyancsak az uzsai helyen 10 percenként becsültük meg az egyéb, megfigyelhető nappali rovarok, mint a lepkék, szitakötők, poszméhek repülési aktivitását is. Az uzsai táborhelyen a nappali lepkék aktivitásával kapcsolatos saját adatainkat a 6. ábrán foglaltuk össze. Itt a tisztás felett repkedő nappali lepkék együttesének képviselői a következő családokból, illetve genuszokból kerültek ki: Pieridae (*Pieris*, *Leptidea*), Satyridae (*Brintesia*, *Minois*, *Maniola*, *Coenonympha*, *Lasionmata*, *Pararge*), Hesperidae (*Thymelicus*), Lycaenidae (*Lycaena*, *Heodes*), Nymphalidae (*Melitaea*).

A fentiekén kívül egyéb helyekről további adatokat gyűjtöttünk néhány megfigyelőtől, így a pirregő tücsök (*Oecanthus pellucens*) ciripelésére (1. táblázat), és a nappali lepkék (3. táblázat) repülési aktivitására vonatkozóan. Ennek kapcsán, az adatok megbízhatósága érdekében, csak rovarász szakember által megfigyelt viselkedési jelenségeket vettünk figyelembe. Az egyenesszárnyú fajok megfigyelését az Irány-hegyen SZÖVÉNYI GERGELY végezte. Az uzsai területen a sáskák, a nappali lepkék, a szitakötők, és a poszméhek aktivitását SZENTKIRÁLYI FERENC és SZABÓKY CSABA rögzítette, a sáskák fajösszetételét NAGY BARNABÁS állapította meg.

Az aktivitások észlelési módszerei

A napfogyatkozás során a rovarok aktivitásaiban bekövetkező változásokat az Irány-hegyen, helyi idő szerint 11:40-től 13:50-ig, az uzsai erdőnél 11:30-tól 14:20-ig dokumentáltuk. A megfigyeléseket tízpercenként végeztük, melynek során megbecsültük az egyes kiválasztott fajok, vagy rovarcsoportok ciripelési, repülési aktivitásának mértékét. Az egyenesszárnyúak ciripelésének intenzitását a vizsgálati helyeken 0–3-ig terjedő fokozatok szerint bonitáltuk. E skála értékei a következőket jelentik: 0= ciripelés nem észlelhető, 1= egy-egy példány csak sporadikusan ciripel, 2= néhány (4–5) példány folyamatosan, gyengén ciripel, 3= számos példány (a lokális populáció egyedeinek 80–100%-a) erős ciripelése folyamatosan hallható. Ez a módszer a ciripelési aktivitást ugyan csak közelítőleg becsüli, azonban az intenzitás-változás főbb szintjei megállapíthatók voltak a fogyatkozás kezdete előtti időszakhoz viszonyítva. Hasonló, a hangadás erősségét becsülő módszert hazánkban békapopulációk felméréséhez használnak (ANTHONY & ANTHONY 2000). A ciripelések fajszintű elkülönítése csak az Irány-hegyen történt, mivel ehhez a megfelelő előgyakorlattal (a fajok ciripelésének hallás útján történő egyértelmű azonosításának ismerete) rendelkező személy ebben az esetben volt biztosított.

Az Irány-hegyen az akusztikus megfigyelések mellett lehetőség volt a csökevényes szárnyú, és szokványos cirpelő hangot nem adó alpesi sáska (*Miramella alpina*) viselkedési jellemzőiben (mozgási és táplálkozási aktivitás) beálló változásokat is megfigyelni a napfogyatkozás alatt. Az alpesi sáskából 7 példányt sikerült begyűjteni, amelyeket a könnyebb megfigyelhetőség kedvéért a napfogyatkozás kezdete előtt egy kisebb – természetes tartózkodási és táplálkozási helyül szolgáló – mogyoróbokor lombzatára raktuk.

Uzsai vizsgálati helyünkön a rovaraktivitási felvételek úgy történtek, hogy 11:30-tól kezdődően 10 percenként a gyepterületet ugyanazon az útvonalon bejárva, megfigyeltük a sáskák ciripelési intenzitását és egyéb nappali rovarok repülési gyakoriságát. Ez utóbbiak esetében az inaktív (0 fokozat), gyenge (1 fokozat: egy-két példány sporadikusan repül), és közepes (2 fokozat: a jelenlévő példányok kb. fele repül) intenzitásokat, a napfogyatkozást megelőző, napsütéses időszakra jellemző teljes aktivitási szinthez (3. fokozat) viszonyítottuk. A tízpercenkénti bejárások során, mindig ugyanaz a személy, a tapasztalt (látott, hallott) aktivitási változásokat, jelenségeket magnóra mondta az időpont megjelölésével együtt, az így rögzített adatok értékelése pedig a fogyatkozást követően később történt.

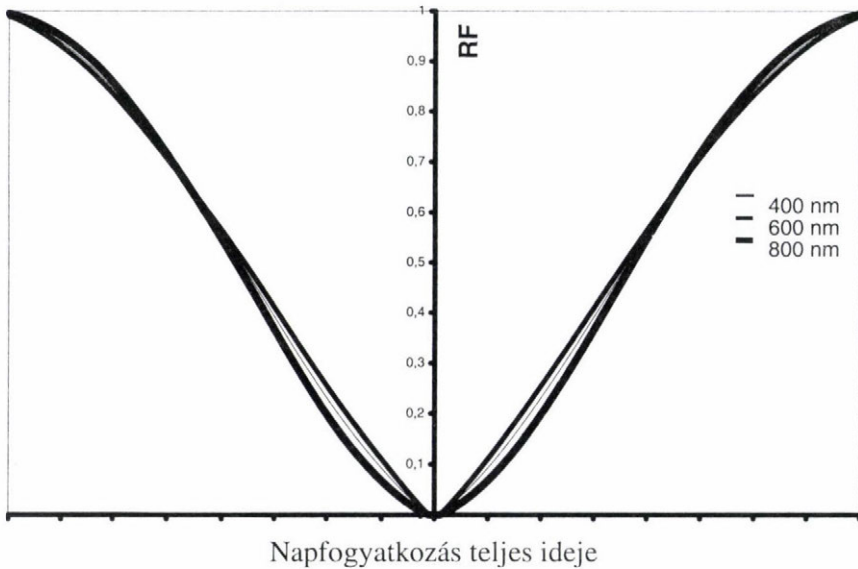
A környezeti abiotikus változók mérése és az alkalmazott statisztikai eljárások

A rovarok különböző aktivitásán kívül az uzsai táborban néhány környezeti változót is mértünk. Ilyen változó volt a léghőmérséklet, amelyet percenként, árnyékban, 2 m magasságban HOBO H8 Pro Series loggerrel, és a környező gyep- és fásvegetáció megvilágítottsága, amelyet 1,5 m magasságban, a gyep irányába fordulva, Cosilux LM2 digitális fénymérővel mértünk (lásd 5–6. ábrákon). Az égbolt felhők általi fedettségét a megfigyelési helyeken folyamatosan rögzítettük (2. táblázat).

Az értékeléshez szükséges meteorológiai, és a napfogyatkozást kísérő egyéb környezeti változások jellemzéséhez BERNÁTH et al. (2001), TÓTH (2001), JENKI (1999), VÉRTES (2000), MAKRA et al. (1999) és WEIDINGER et al. (2001) adatait használtuk fel. A napfogyatkozás mértékének jellemzésére a GÁL JÓZSEF (ELTE Biológiai Fizika Tanszék) által számolt, a Nap relatív fényintenzitásának (RF) időbeli változását használtuk (1. ábra). Ebben az eset-

ben a részlegesen eltakart napkorong által kibocsátott fényintenzitást a takarás nélküli napkorong intenzitásához viszonyítottuk 400, 600 és 800 nm hullámhosszokon.

Annak megállapítása céljából, hogy a napfogyatkozás során a fényviszonyok változásával szignifikánsan változtak-e a rovaraktivitások becsült szintjei, kétféle statisztikai eljárást alkalmaztunk.



1. ábra. A napfogyatkozás mértékének időbeli változása a relatív fényintenzitás (RF) szerint három különböző hullámhosszon (készítette GÁL JÓZSEF, ELTE Biológiai Fizika Tanszék; az RF= a részlegesen eltakart napkorong által kibocsátott fény intenzitása a takaratlan napkorong intenzitásának százalékában kifejezve).

Figure 1. Temporal change of the rate of solar eclipse according to the relative light intensity (RF) at three different wave-lengths (made by J. GÁL, Dept. of Biol. Physics, Eötvös Univ.; RF= ratio of light intensity radiated by partially covered and uncovered Sun disc, in percent).

A bonitált értékek miatt egyrészt, Spearman-féle rangkorrelációkat számoltunk az egyes fajok, illetve rovarcsoportok aktivitási fokozatai és a fényviszonyokat jellemző, tízpercenkénti %-os RF értékek (Irány-hegy esetében) között, valamint a gyeplőhelyen, tízpercenként, lux-ban mért megvilágítási értékek (az uzsai megfigyelőhely esetében) között. Másrészt az idősoranalízis eljárásai közül a keresztkorrelációs függvényt (CCF) használtuk a napfogyatkozás alatt bekövetkező fényváltozások karakterisztikái (RF és gyeplőmegvilágítás) és a rovaraktivitások intenzitás-változása közötti szinkronitás (korreláció) kimutatásához. Ugyanezzel a két statisztikai módszerrel vizsgáltuk azt is, hogy az egyes rovaraktivitások változása között milyen mértékű korrelációk vannak, illetve ezen aktivitási változások mennyire szinkronizáltak zajlottak le. A CCF-eket a napfogyatkozás elejétől végé-

ig, a tízpercenként megállapított ciripelési és repülési aktivitási fokozatok időSORa és az ugyanazon időpontokhoz tartozó RF, vagy megvilágítási értékek időSORa közötti eltolással állítottuk elő. Amennyiben a CCF függvény szignifikáns maximális értéke az eltolás nélküli esetben lép fel, úgy a két vizsgált időSOR által képviselt folyamat szinkronban van egymással. Ha a szignifikáns maximális korreláció valamilyen eltolási értéknél található, úgy az eltolás mértéke a két időSOR közötti elcsúszás (aszinkronitás) nagyságát jellemzi. Jelen esetben az időbeli eltolás egysége tíz perc. A CCF-ek korrelációs értékeinek szignifikanciájára a program a 95%-os konfidencia intervallumot adja meg. A fenti elemzéseket a STATISTICA (5.5 verzió) programsomag (STATSOFT 2000) használatával végeztük el.

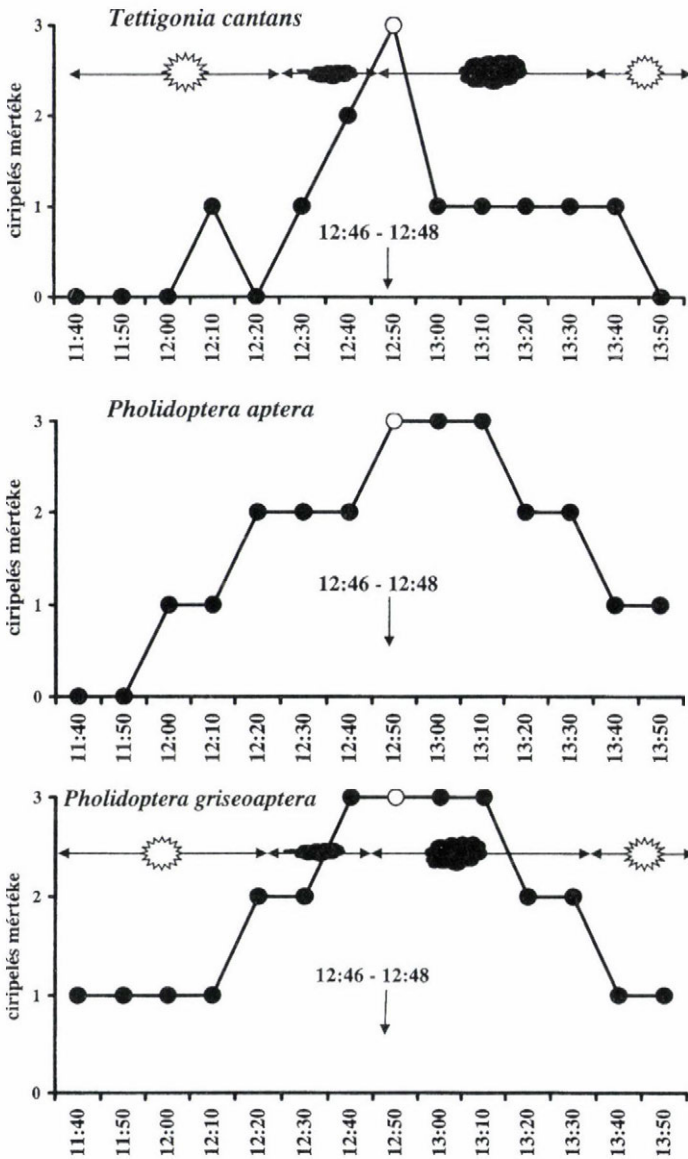
Eredmények

Egyenesszárnyúak aktivitásának változásai a napfogyatkozás alatt

A három alkonyati-éjjeli aktivitású szöcskefaj ciripelési intenzitásának időbeli alakulását a 2. ábra mutatja. Jól megfigyelhető, hogy a részleges napfogyatkozás előrehaladtával a *T. cantans* és a *P. aptera* 60% és 70%-os relatív fényintenzitásnál (RF) kezdett el I. fokozatban gyengén ciripelni. A *P. griseoptera* hangadásában viszont szünet nem volt. Gyengén ciripelt a napfogyatkozásnak mind a korai, mind a késői fázisában, ami arra utal, hogy e szöcske nem kifejezetten éjjeli aktivitású faj. A *T. cantans* csak 12:40-tól, a másik két szöcskefaj pedig 12:20-tól (40% RF) közepesen, 12:40 után (10% RF) pedig már erősen ciripelt. A *T. cantans* maximális aktivitása egy csúcsot képezve csak egy-két percig tartott a teljes fogyatkozás közelében, ezt követően 10 percen belül leesett gyenge fokozatra és ez 70%-os RF értékig fennmaradt, majd 13:50-re a hímek elhallgattak. A *P. aptera* és a *P. griseoptera* hímek a teljes fogyatkozás után még 20 percig maximális aktivitást mutattak, és csak a 30% RF felett, 13:20-tól csökkent lépcsőzetesen a ciripelés erőssége, amely 13:50-kor (85% RF) még I. fokozatú volt.

A 2. ábrán az is feltűnő, hogy a ciripelési aktivitás időbeli megoszlása a teljes fogyatkozás körül aszimmetrikus, és a teljes fogyatkozást követően a *P. aptera* és a *P. griseoptera* intenzívebb ciripelése a várthoz képest tovább tartott. Ez az eltolódott aktivitási mintázat egybeesett az égbolt borultságának alakulásával. Az Irány-hegyen a napfogyatkozás kezdete előtti napsütéses időben nem ciripeltek a szöcskék. A fogyatkozás alatt a napfényes időszak 12:20-ig tartott. Ekkor először gyenge, majd egyre fokozódó felhőátvonulás következett be, amely a teljes fogyatkozás kezdetére már 80% felhőborítottságot ért el. Ez a jelentős égboltfedettség egészen 13:30-ig (kb. 55% RF) fennmaradt, ezt követően viszont ismét napos idő volt a jellemző a fogyatkozás végéig. A ciripelés a felhős időszak alatt végig folyt, intenzitása a megvilágítás erősségét követte.

A használt statisztikák közül a Spearman-féle rangkorreláció (r_{SP}) nagy értékei mindhárom éjjeli szöcskefaj esetében (*T. cantans*: $r_{SP} = -0,807$; *P. aptera*: $r_{SP} = -0,942$; *P. griseoptera*: $r_{SP} = -0,938$;) alátámasztja azt, hogy az RF csökkenésével erősen szignifikáns ($P < 0,01-0,1\%$) növekedést mutatott a ciripelés intenzitása. Ezt megerősíti a CCF elemzés eredménye is, mely szerint a maximális, szignifikáns, negatív előjelű korrelációt e szöcskéknel eltolás nélkül regisztráltuk.



2. ábra. A *T. cantans*, *P. aptera* és *P. griseoaptera* szöcskék ciripelési aktivitása az 1999. augusztus 11.-i teljes napfogyatkozás idején a Kőszegi-hegységben, az Irány-hegyen. (A nyíl a teljes fogyatkozás idejét mutatja; az üres kör a teljes fogyatkozáshoz legközelebbi aktivitás-szintet jelzi).

Figure 2. Song activity pattern of grasshopper species, *T. cantans*, *P. aptera* and *P. griseoaptera*, detected during the total solar eclipse on 11 August 1999 (Kőszegi-mountain, Irány-hill). (The arrow shows the time of totality; the empty circle indicates the activity-level recorded nearest to the totality).

I. táblázat. A pirregő tücsök (*Oecanthus pellucens*) különböző helyeken megfigyelt ciripelési aktivitása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. (Jelölés: – = nem volt észlelhető ciripelés; a feltüntetett percek = a teljes fogyatkozást közvetlen megelőző, illetve követő ciripelési időszak)

Table 1. Song activity of the cricket, *Oecanthus pellucens*, observed at different sites during the total solar eclipse on 11 August 1999. (Sign: – = no song activity; indicated minutes = active singing periods preceded and followed the totality)

Adatközlő	Hely	Ciripelés a teljes fogyatkozás		
		előtt	alatt	után
SZÜCS EDIT	Lakitelek-Töserdő, réten	kezdet: 7–8' max. intenzitás: 5'	végig	4–5'
NAGY KRISZTINA	Csopak, szőlőben	–	végig	–
MRÁZ FERENCNÉ	Sukoró, házikertben	–	végig, gyenge intenzitással	–
Részleges fogyatkozási maximum				
KINÁL FERENC	Biatorbágy, házikertben	–	12:48–12:52 1–2 példány	–

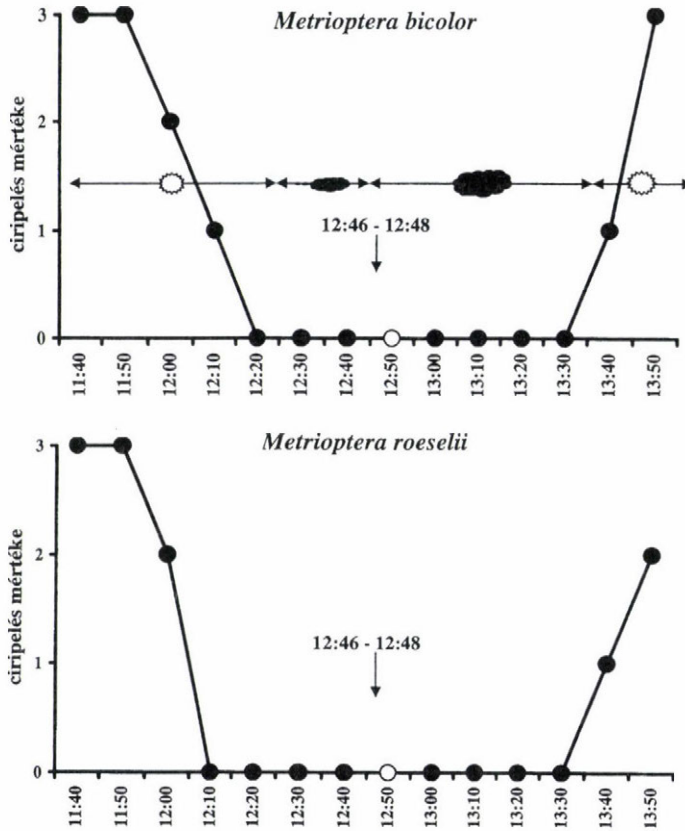
A CCF függvényben az eltolással keletkezett további szignifikáns korreláció értékek aszimmetrikus eloszlása a „0”-eltolás körül szintén rámutatott az intenzívebb ciripelés elhúzóására a teljes fogyatkozás utáni felhős időszak hatására. Az aktivitások interspecifikus összevetésében a statisztikai elemzések szerint, a fenti három szöcskefaj ciripelési intenzitása időben szinkronban változott egymással a napfogyatkozás alatt. A *T. cantans* aktivitása a két *Pholidoptera* fajéval az r_{SP} szerint 0,664 (*P. aptera*) és 0,693 (*P. griseoptera*) korrelációs értéket adott $P < 1\%$ mellett. A két *Pholidoptera* faj ciripelési mintázata még jobban korrelált egymással, az $r_{SP} = 0,937$ ($P < 0,001\%$) értéke szerint. Ezt a fajok közötti szinkronitást megerősítette a CCF elemzés is, amely szerint a maximális, szignifikáns ($P < 0,001–1\%$) korrelációs értéket a ciripelési mintázatok között eltolás nélkül kaptuk mindegyik fajpárosítás esetében.

Az ugyancsak esti-éjjeli aktivitású pirregő tücsök (*Oecanthus pellucens*) hímjei közül néhányan (1. táblázat) a teljes fogyatkozás alatt, illetve a maximális sötétségnél ciripeltek, esetleg néhány perccel előtte és utána is (Lakitelek) hallatták hangjukat, amikor a relatív fényintenzitás (1. ábra) már 5% alá esett.

A nappal-aktív két szöcskefaj, a *M. bicolor* és a *M. roeselii* ciripelése hasonló módon változott a napfogyatkozás teljes időtartama alatt (3. ábra). A hímek a napfogyatkozás kezdeti, napsütéses szakaszában (11:30–11:50) változatlanul teljes intenzitással (3. fokozat) ciripeltek. A hangadás mértékében egy határozott és fokozatos csökkenés 80%-nál kisebb RF értékeknél kezdődött. Valamivel 55% alatti RF-nél (12:10) a *M. bicolor* gyengén (1. fokozat), az *M. roeselii* pedig már nem ciripelt. 12:20-tól (40% RF) a teljes fogyatkozáson keresztül egészen 13:30-ig mindkét szöcske hímjeinek hangadása szünetelt.

Ez a nyugalmi szakasz egybeesett a felhőátvonulás idejével, majd ezt követő napsütéses időszakban (60% feletti RF értékeknél) 13:40-től ismét növekvő intenzitású ciripelés volt a

jellemző. A 3. ábrán jól megfigyelhető a ciripelési szünet aszimmetrikus megoszlása a teljes fogyatkozás körül, amelyet, az azt követő felhőátvonulás sötétségnevelő hatása okozott. A nappal-aktív sáskák ciripelési mintázata hasonlóan alakult az előbbi két szöcskefajához, csak esetükben a hímek hangadásának szünetelése rövidebb időintervallumra korlátozódott és a ciripelés intenzitásának változása nem hirtelen, hanem fokozatosan következett be (4. ábra). A teljes fogyatkozás előtti napfényes időben a *C. dispar* és az *E. brachyptera* ciripelési aktivitása 12:00-ig (70%-os RF) erős volt, és csak 12:10-től (55% RF) kezdett el csökkenni közel 20 perccel a teljes fogyatkozás előtti időpontig (12:30, 20% RF), amikor megszűnt a hímek éneklése.



3. ábra. A *M. bicolor* és *M. roeselii* szöcskék ciripelési aktivitása az 1999. augusztus 11.-i teljes napfogyatkozás idején a Kőszegi-hegységben, az Irány-hegyen. (A nyíl a teljes fogyatkozás idejét mutatja; az üres kör a teljes fogyatkozáshoz legközelebbi aktivitás-szintet jelzi).

Figure 3. Song activity pattern of grasshopper species, *M. bicolor* and *M. roeselii* detected during the total solar eclipse on 11 August 1999 (Kőszegi-mountain, Irány-hill). (The arrow shows the time of totality; the empty circle indicates the activity-level recorded nearest to the totality).

E nyugalmi szakasz a teljes fogyatkozást követően fél óráig (13:20-ig, 40% RF) tartott a *C. dispar*, és 20 percig (13:10-ig, 20% RF) az *E. brachyptera* esetében. Amikor a teljes fogyatkozás után az égbolt borultsága megszűnt, a sáskák ciripelési intenzitása 2. fokozatra emelkedett, majd 13:50-re (85% RF) ismét elérte a legerősebb fokozatot. A két faj ciripelési mintázatának eloszlása a teljes fogyatkozás körül kevésbé aszimmetrikus, mint az előbbiekben vizsgált szöcskéknél, ami arra utal, hogy a borús idő kisebb mértékben befolyásolta az aktivitás változásának menetét a napfogyatkozás alatt.

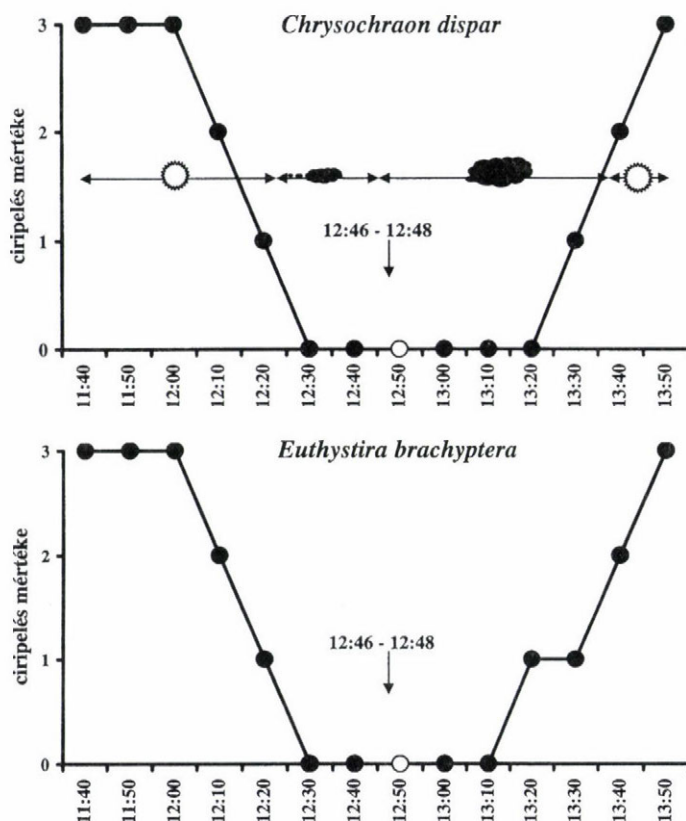
2. táblázat. Alpesi sáska (*Miramella alpina*) megfigyelt viselkedése az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás idején, természetes élőhelyükön (Kőszegi-hegység, Irány-hegy). (Jelölés: a szürke-fekete kiemelések a napfogyatkozás, illetve a felhőborítottság mértékére utalnak)

Table 2. Behaviour of the alpine locust, *Miramella alpina*, observed in its natural habitat during the total solar eclipse on 11 August 1999 (Kőszegi-mountain, Irány-hill). (Sign: greyish-black colours indicate the degree of solar eclipse and cloud cover)

Időpont	Időjárás	Aktivitás
11.40	napos	napozás
11.50	napos	napozás
12.00	napos	napozás
12.10	napos	napozás
12.20	napos	napozás
12.30	báránfelhős	mozdulatlanság
12.40	báránfelhős	behúzóds a bokor tövébe
12.50	felhős (80%)	eltűnés
13.00	felhős (80%)	eltűnés
13.10	felhős (80%)	eltűnés
13.20	felhős (80%)	eltűnés
13.30	felhős (60%)	megjelenés
13.40	napos	mászálás a lombon
13.50	napos	napozás és táplálkozás

Az Irány-hegyen vizsgált, mindegyik nappali szöcske- és sáska-faj ciripelési intenzitása szignifikánsan ($P < 0,001\%$), és erősen korrelált ($r_{SP}: 0,855-0,961$) az RF megfelelő értékeivel. Ugyancsak a ciripelési intenzitás és az RF szinkronban történt változását jelezték az eltolás nélkül kapott maximális, szignifikáns CCF értékek mind a négy fajra vonatkozóan. Az eltolásoknál fellépő, szignifikáns CCF értékek aszimmetrikus eloszlása a 0 eltolás körül, jelezte a teljes fogyatkozás után, a felhőborítottság miatt a vártnál hosszabb ideig fennmaradó ciripelési szünetet. Mindez arra utal, hogy a napfogyatkozást kísérő fényváltozásokat a hang-aktivitás csökkenései, majd növekedései jól követték. A nappal-aktív egyeneszárnyúak ciripelési intenzitása az interspecifikus összevetésekben egymással erősen korrelált ($r_{SP}: 0,856-0,966$, $P < 0,001-0,01\%$), illetve szinkronban változott (maximális CCF értékek eltolás nélkül, $P < 5\%$).

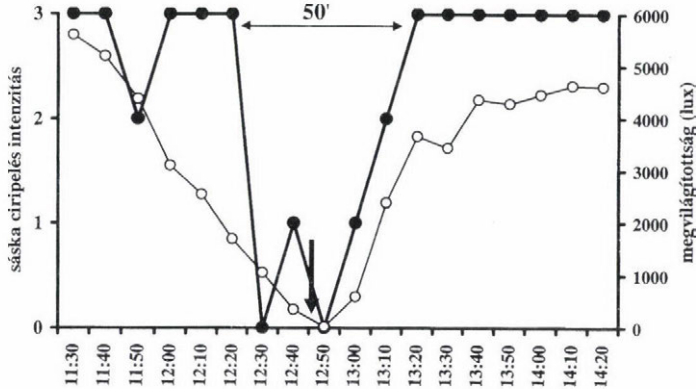
A nappal-aktív, de nem ciripelő alpesi sáska, *Miramella alpina* napfogyatkozás alatt tapasztalt viselkedési változásait a 2. táblázatban foglaltuk össze. A megfigyelt példányok mozgási és táplálkozási aktivitása szoros kapcsolatot mutatott az időjárás által is módosított fényviszonyok változásával. A napfogyatkozás felhőtlen időszakaiban mind a teljes fogyatkozás előtt, mind utána a sáskák napoztak a lombon és táplálkoztak. A felhőátvonulás által is elősegített fényhiány (20% RF) hatására 12:30-tól az alpesi sáska egyedek mozgási aktivitása megszűnt, behúzódtak a bokor tövébe, belsejébe és ott rejtőzködtek a teljes fogyatkozást követően 40 percig (60% RF), egészen a borult időszak végéig. E felhőátvonulás által az inaktivitásban okozott időbeli aszimmetria a teljes napfogyatkozás körül ebben az esetben is megnyilvánult (2. táblázat).



4. ábra. A *C. dispar* és *E. brachyptera* sáskák ciripelési aktivitása az 1999. augusztus 11.-i teljes napfogyatkozás idején a Kőszegi-hegységben, az Irány-hegyen. (A nyíl a teljes fogyatkozás idejét mutatja; az üres kör a teljes fogyatkozáshoz legközelebbi aktivitás-szintet jelzi).

Figure 4. Song activity pattern of locust species, *C. dispar* and *E. brachyptera* detected during the total solar eclipse on 11 August 1999 (Kőszegi-mountain, Irány-hill). (The arrow shows the time of totality; the empty circle indicates the activity-level recorded nearest to the totality).

A napfogyatkozás során, az uzsai területen, a 14 ciripelő sáskafaj együttes hangadásának az időbeli változását a 5. ábra szemlélteti. Ezen a helyen az időjárás a napfogyatkozás teljes tartama alatt ideális volt rovaraktivitások megfigyelése szempontjából. A hajnali órákban a melegfront miatt kiadós eső esett, azonban reggel 8^h-ra a felhőzet elvonulásával ragyogó napsütés következett. Délelőtt 10^h-ra a növényzet teljesen megszáradt és a hőmérséklet gyorsan emelkedett.



5. ábra. Sáska-együttes ciripelési aktivitásának változása a napfogyatkozás egész időszaka alatt, tízpercenkénti megfigyelések szerint, Uzsánál. (A fényintenzitás változási görbe a sáskák gyeplőhelyének megvilágítottságát mutatja; fényintenzitás: üres körök, ciripelési intenzitás: kitöltött körök; ciripelési intenzitás fokozatai: 0= nincs, 1= gyenge, 2= közepes, 3= erős ciripelés; a függőleges nyíl a teljes fogyatkozás idejét jelzi).

Figure 5. Change of the song activity of locust assemblage recorded per ten-minute intervals during the whole solar eclipse at Uzsá. (The curve of light intensity change shows the illumination of grassy habitat of locusts; light intensity: empty circles, song intensity: filled circles; degree of song intensity: 0= no activity, 1= weak, 2= medium, 3= strong activity; the vertical arrow shows the time of totality).

A napfogyatkozás alatt 2 m magasságnál a léghőmérsékletben a teljes fogyatkozás bekezdéséig 3°C süllyedést (23-ról 20°C-ra), a teljes fogyatkozást követően pedig 4,5°C (20-ról 24,5°C-ra) emelkedést mértünk (SZENTKIRÁLYI et al. 2001). A teljes fogyatkozás előtt csak elvétve fordult elő kisebb felhők átvonulása. A napfogyatkozás alatt szél nem fújt. A sáskák a teljes fogyatkozás előtt 12:20-ig erősen ciripeltek (3. fokozat) csupán egy felhőátvonuláskor (11:50) esett vissza egy kissé (2. fokozat) a hangadás intenzitása. A ciripelés hirtelen megszűnt 12:30-kor (20% RF), majd 12:40-kor (10% RF) még néhány hím példány gyenge ciripelése hallatszott. A teljes fogyatkozás alatt a sáskák hangadása szünetelt. Ezt követően a ciripelés mértéke egyenletesen nőtt a fényintenzitás növekedésével. Ennek során 13:10-kor (20% RF) még csak gyengén (1. fokozat), 13:20-kor (40% RF) pedig már teljes intenzitással ciripeltek a sáskák. Az 5. ábrán az is látható, hogy az aktivitás változása, követően a megvilágítottság változását, szimmetrikus megoszlású a teljes fogyatko-

zás körül. Ingadozás csak az alacsony (10% RF) fényintenzitásnál következett be (lásd ciripelés szünetelését 20 perccel a teljes fogyatkozás előtt). A sáskák alacsony megvilágított-ságnál (500 lux alatt) nem, míg 2000 lux felett teljes intenzitással énekeltek az uzsai megfigyelő helyen. Az uzsai helyen, a napfogyatkozás során megfigyelt sáska-együttes ciripelési aktivitása, a gyepen mért megvilágítási értékekkel szignifikánsan, párhuzamosan változott mind a rangkorreláció értéke ($r_{SP} = 0,69$; $P < 1\%$), mind a CCF szerint (maximális szignifikáns korrelációs érték „0” eltolásnál).

3. táblázat. Nappali lepkék megfigyelt repülési aktivitásai részleges és teljes napfogyatkozási helyeken, 1999. aug. 11-én. (a cellákban feltüntetett percek = a teljes fogyatkozást közvetlen megelőző, illetve követő aktivitási időszak, rövidítések: Részl. fogy. max. = részleges fogyatkozás maximuma, Teljes fogy. = teljes fogyatkozás)

Table 3. Flight activity of diurnal butterflies observed at sites under partial and total solar eclipse on 11 August 1999. (indicated minutes = activity periods preceded and followed the totality; abbreviations: Részl. fogy. max = the maximum of partial eclipse, Teljes fogy. = the time of totality)

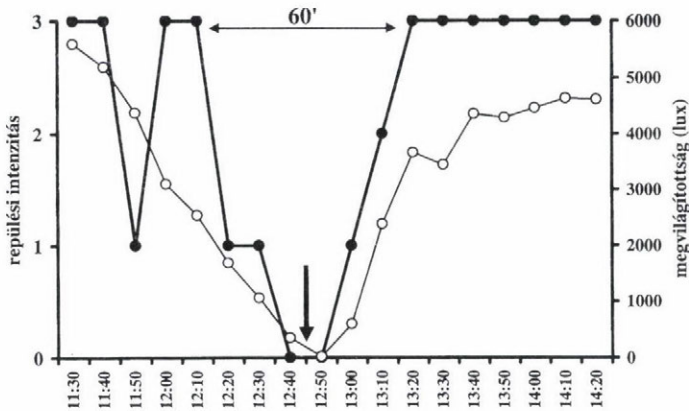
Adatközlő	Hely	Faj	Előtte	Részl. fogy. max.	Utána
			-10'		+10'
HAVASRÉTI BÉLA	Györszentiván-Gönyű	<i>Pieris rapae</i> <i>Pieris napi</i> <i>Coenonympha iphis</i> <i>Lasiommata megera</i> <i>Erebia aethiops</i>	repül	nem repül	repül
			-1'	Részl. fogy. max.	
BUSCHMAN FERENC	Jászberény	<i>Pieris rapae</i> <i>Macroglossum stellatarum</i>		földön szívoogat zavarodott	
			-8'	Teljes fogy.	+15'
GÁSPÁR ISTVÁNNÉ	Ballószög	<i>Pieris rapae</i>	repül	nem repül	repül

Nappali lepkék repülési aktivitásának változásai a napfogyatkozás alatt

A részleges napfogyatkozás kezdete előtti, valamint az első kontaktus utáni napsütéses időben, egészen 12:10-ig (55%-os RF), a lepkék teljes intenzitással repültek a gyepen nyíló virágokat keresve (6. ábra). Hasonlóan a sáskáknál tapasztaltakhoz, a 11:50-kor történt felhőátvonulás alatt, időlegesen a lepkék aktivitása is erősen lecsökkent (1. fokozat), csak egy-egy példányuk repült. A napsütéses időszakban, a 10 percenkénti megfigyeléseknél át-

lagban 15–20, különböző fajokhoz tartozó példány volt egyszerre aktív (3. fokozat). Amint a relatív fényintenzitás 50% alá esett, 12:20-ra a nappali lepkék repülési aktivitása lecsökkent 1. fokozatra, 10%-os vagy kisebb RF értékeknél pedig a repülés szünetelt a teljes fogyatkozás alatt és annak közvetlen közelében (12:40–12:50) mintegy 20 percig. A napfogyatkozás e szakaszában, amikor a környezeti megvilágítottság 2000–500 lux közé csökkent, a lepkék már csak gyenge aktivitást (1. fokozat) mutattak, 500 lux alatt viszont a repülés leállt. A teljes fogyatkozás után 10 perccel már egy-egy lepke aktívvá vált, majd a megvilágítottság növekedését követve a repülés intenzitása is egyenesen növekedett, és fél órán belül, 13:20-tól (40% RF, 3000 lux felett) a repülés gyakorisága ismét maximális szintet ért el és az is maradt a fogyatkozás végéig. Az aktivitás változása a teljes fogyatkozás körül bár többé-kevésbé szimmetrikus volt, a napfogyatkozás növekvő szakaszában a csökkenő fényintenzitásra érzékenyebben reagáltak a lepkék, amelyet a korábban fellépő aktivitás csökkenések (1. fokozatok) jeleztek (például 11:50, 12:20).

A nappali lepkék esetében a napfogyatkozás alatti repülés aktivitási szintje erősen és szignifikánsan korrelált a megvilágítás változásával ($r_{SP} = 0,746$; $P < 0,1\%$). E változások menetének szinkronitását a maximális CCF, eltolás nélkül felvett értéke ($P < 5\%$) is jól alátámasztotta. A napfogyatkozás során a nappali lepkék (főként Pieridae, Satyridae) repülési aktivitásának hasonló változásáról számoltak be más rovarász szakemberek is (3. táblázat).



6. ábra. Nappali lepkék repülési aktivitásának változása a napfogyatkozás egész időszaka alatt, tízpercenkénti megfigyelések szerint, Uzsánál. (A fényintenzitás változási görbe a gyeplőhely környezeti megvilágítottságát mutatja; fényintenzitás: üres körök, repülési intenzitás: kitöltött körök; repülési intenzitás fokozatai: 0= nincs, 1= gyenge, 2= közepes, 3= erős aktivitás; a függőleges nyíl a teljesfogyatkozást jelzi.).

Figure 6. Change of the flight activity of diurnal butterflies recorded per ten-minute intervals during the whole solar eclipse at Uzsá. (The curve of light intensity change shows the illumination of grassy habitat; light intensity: empty circles; degree of flight intensity: 0= no flight, 1= weak, 2= medium, 3= strong activity; the vertical arrow shows the time of totality).

Az észlelések a teljes (Bács-Kiskun megye: Ballószög), illetve a részleges (Györszentiván: 99,6%-os fogatkozás; Jászberény: 98,5%) napfogatkozás területén történtek. Ballószögnél 8–10, Györszentivánnál 31 nappali lepke példány aktivitására vonatkoznak e megfigyelések. Ezen adatok szerint nem volt különbség a lepkék aktivitás változásában az általunk tapasztaltakhoz képest, azaz a teljes fogatkozás során, vagy a részleges fogatkozás maximumánál, valamint ezt megelőző és követő rövid ideig (8–15 percig) a repülés szünetelt.

A sötétség maximumánál zavarodottságra utaló viselkedést is megfigyeltek (BUSCHMAN F., Jászberény), például a répalepke virág helyett a csupasz földön próbált szivogatni, vagy egy viráglátogató kacsafarkú szender a közeli téglafalnak kétszer is nekirepült, és csak a harmadik kísérletre sikerült a virágoknál 80 cm-rel magasabb fal fölé emelkednie és azt átrepülni.

Szitakötők, poszméhek aktivitás-változásai a napfogatkozás alatt

Az uzzai táborhelyen a nappali rovarok közül megfigyeltük még a gyepe felett repkedő szitakötőket, valamint a hártácsszárnyúak rendjéből a légyszárú növényzeti szintben a táplálékukat keresgélő poszméheket. Aktivitási szintjük becslése a 10 percnkénti bejárások alatt történt. A megfigyelések eredményét a 4. táblázatban foglaltuk össze.

A szitakötők repülési aktivitása, a derült napsütéses időben, 12:20-ig (40% RF) a legmagasabb 3. fokozatú volt, amely ezután néhány perc alatt meredeken leesett az 1. fokozatú gyenge repülési szintre (12:30, 20% RF). A teljes fogatkozás előtt 10 perccel (12:40, 10% RF) pedig már szünetelt a szitakötők repülése. Ez az aktivitási szünet a teljes fogatkozást követően még 20 percig, 13:10-ig (20% RF) állt fenn.

A teljes inaktív időszak fél órát tett ki és megoszlása aszimmetriát mutatott a teljes fogatkozáshoz képest, amennyiben ezt követően a vártnál 10 perccel később, 13:20-kor (40% RF) kezdett el repülni egy-két példány (1. fokozat). Az intenzív repülési aktivitás a teljes fogatkozás után 40 perccel (13:30-kor, 50% feletti RF-nél) tért vissza. A repülési intenzitás üteme a gyepe irányában mért megvilágítás változását jól követte ($r_{SP} = 0,731$; $P < 0,1\%$). A CCF maximuma viszont tíz perces eltolásnál következett be ($P < 5\%$). Ez arra a kissé megnyújtott repülési szünetre utal, amelyet a teljes fogatkozás fázisa után tapasztaltunk, és amely aszimmetrikussá tette az aktivitás időbeli megoszlását a napfogatkozás során.

A poszméhek napfogatkozás alatti aktivitása, hasonlóan a szitakötőkéhez, kissé aszimmetrikus eloszlást mutatott azzal a különbséggel, hogy a repülés szünetelése rövidebb ideig, csak 15–20 percig tartott. A poszméhek teljesen aktívak voltak még 12:30-kor is (20% RF), és csak 10 perccel a teljes fogatkozás bekövetkezése előtt (10% RF) csökkent le a repülés mértéke 1. fokozatúra. A teljes fogatkozást követően 20 perccel indult meg újra a nektár gyűjtögetése (13:10, 20% RF), amelynek intenzitása hamar elérte a 3. fokozatot (13:20, 40% RF). Ezen a szinten a poszméhek végig aktívak maradtak a napfogatkozás hátralevő részében.

A statisztikai vizsgálat alátámasztotta a fenti megállapításokat. A poszméhek repülési aktivitási szintje a megvilágítás változásával szignifikánsan erős korrelációt mutatott ($r_{SP} = 0,676$; $P < 1\%$). A CCF maximális értékét ebben az esetben is tíz perces eltolásnál vette fel ($P < 5\%$), utalva a tapasztalt aszimmetrikus gyűjtögetési szünet meglétére.

4. táblázat. Nappali rovarok tízpercenként megfigyelt repülési aktivitási szintje a napfogyatkozás során (Uzsa, 1999. aug. 11). (Jelölések: – = nincs repülés, + = gyenge, ++ = közepes, +++ = erős aktivitás; a fekete háttérrel kiemelt időpont a teljes fogyatkozás idejére utal)

Table 4. The flight activity level of diurnal insects observed per ten-minute intervals during the solar eclipse (11 August 1999, Uzsa). (Signs: – = no flight, + = weak, ++ = medium, +++ = strong activity; the black colour indicates the time of totality, 12:47:50 – 12:50:09)

Időpont	Repülési aktivitás mértéke	
	Szitakötők	Poszméhek
11:30	+++	+++
11:40	+++	+++
11:50	+++	+++
12:00	+++	+++
12:10	+++	+++
12:20	+++	+++
12:30	+	+++
12:40	–	+
12:50	–	–
13:00	–	–
13:10	–	+
13:20	+	+++
13:30	+++	+++
13:40	+++	+++
13:50	+++	+++
14:00	+++	+++
14:10	+++	+++
14:20	+++	+++

Értékelés

1999. augusztus 11-én nemcsak az esti-éjjeli rovarok (SZENTKIRÁLYI et al. 2001), hanem a nappaliak közül is sikerült dokumentálni néhány faj, illetve taxon aktivitási mintázatának változását a napfogyatkozás alatt, a teljes fogyatkozási sávon belül. A megfigyelt nappal-aktív rovarok az egyenesszárnyúak, lepkék, szitakötők és poszméhek közül kerültek ki. Míg a szöcskék túlnyomóan esti-éjszakai rovarok, addig a sáskák elsősorban nappal aktívak. A napfogyatkozás során megfigyelt egyenesszárnyúak napi ciripelési mintázatuk alapján szintén ebbe a két aktivitási típusba sorolhatók INGRISCH & KÖHLER (1998) munkája alapján.

Az éjjel-aktív szöcskék ciripelésének kezdetét és intenzitását a napfogyatkozás és a felhőátvonulás együttes hatására kialakuló fényviszonyok határozták meg. A három vizsgált szöcskefaj közül a *T. cantans* a teljes fogyatkozás körüli nagyobb sötétség időszakában, a

10%-nál kisebb RF-nél ciripeltek a legintenzívebben, a fogyatkozás egyéb szakaszaiban (55-től 70% RF-ig) csak gyenge hangadás volt a jellemző rá. A *Pholidoptera* szöcskefajok majdnem az egész napfogyatkozás alatt kisebb-nagyobb mértékben aktívak voltak: a *P. aptera* már 80%-tól, míg a *P. griseoptera* 90% RF értéktől kezdett el gyengén ciripelni. Mindkét szöcske éneklése a teljes fogyatkozás alatt, valamint az ezt követő 20 perces időszakban volt a legintenzívebb. Még a fogyatkozás vége felé is (85% RF) sporadikus gyenge ciripelés volt rájuk jellemző. Az aktivitási görbék időbeli lefutásában, a teljes fogyatkozáshoz képest egy késleltetésnek tűnő eltolódás volt tapasztalható. Ennek egyik lehetséges magyarázata az állatok reakciójának időbeli késése (latencia szakasz). Feltételezhető azonban egy időjárási ok is, nevezetesen az, hogy a teljes fogyatkozáskor az égbolt jelentősen befelhősödött, ami a napfogyatkozás által kiváltott elsötétedést egy ideig (kb. 45 percig) még akkor is fenntartotta, amikor a napkorong takarása már egyre csökkent (55% RF-ig). A Kőszegi-hegységben tapasztalt felhőátvonulást egy Észak-Olaszországban kialakult sekély ciklonnak a Kárpát-medencébe D-DNY irányból belépő melegfrontja okozta, amelynek nyomán kelet felé haladva számos helyen eső, zápor, zivatar volt (JENKI 1999, WEIDINGER et al. 2001). A napfogyatkozás kezdetétől a teljes fogyatkozás bekövetkeztéig jelentős globálsugárzási csökkenés történt (800 W/m²-ről 0-ra, TÓTH 2001), aminek nyomán a térségben a léghőmérséklet 4–6°C-kal csökkent (Kőszegnél 25,5°C-ról 21°C-ra, VÉRTES 2000, Tanakajdnál 26,4°C-ról 20,2°C-ra, MAKRA et al. 1999). Valószínű, hogy az Irány-hegyen nem következett be ennél nagyobb léghőmérsékleti süllyedés, mivel tapasztalat szerint a felhőzet a napfogyatkozás alatt számottevően mérsékli a levegő lehülését (MAKRA et al. 1999). Ennek megfelelően a hőmérséklet feltehetőleg nem süllyedt 20°C alá, ezért a lehülés csak kevésbé, inkább a megvilágítás csökkenése válthatta ki a ciripelés kezdetét, a nappali fajoknál a leállását. Erre utal az is, hogy a hőmérsékleti és egyéb meteorológiai változások menete többé-kevésbé szimmetrikus volt a teljes fogyatkozás körül, legfeljebb 10 perces fáziskésést mutattak a globálsugárzáshoz képest (MAKRA et al. 1999, VÉRTES 2000, WEIDINGER et al. 2001), míg a 80%-os felhőborítottság a teljes fogyatkozás után a fényhiányos időszakot meghosszabbította mintegy 30 perccel, amelyet párhuzamosan követett a szöcskéké ciripelési intenzitása is. Így a teljes fogyatkozás utáni, aszimmetrikusan intenzívebb ciripelés fenntartásához – az esetleges latencián kívül – nagy valószínűséggel az erősebb felhőborítottság okozta sötétség járult hozzá.

A pirregő tücsök ciripelését nyilvánvalóan a teljes fogyatkozással kapcsolatos elsötétedés (kisebb részben a hőmérséklet csökkenés) váltotta ki. Az *O. pellucens* esetében tekintetbe kell vennünk azt, hogy a ciripelése függ a vegetációs időszaktól, a tücskök életkorától, és a hőmérséklettől is. Ennek részletezését elkerülendő csupán arra utalunk, hogy a nyár vége felé (a tücskök életkorának előrehaladásával) – az egyébként alkonyati-éjjeli aktivitású rovar – egyre inkább korábbi napszakban (később már délben is) elkezdhet ciripelni, és ez a „nappali” hangadás – különösen több, egymást követő hűvös nap után – mintegy kompenzációként jelentkezik. Ennek fényében nem meglepő, hogy a maximális sötétség időszakában több helyen észlelték jellegzetes ciripelését.

A nappal-aktív Orthoptera fajok ciripelése a fogyatkozás előrehaladtával fokozatosan gyengült, a teljes fogyatkozás előtt és után – fajra jellemző módon – rövidebb-hosszabb ideig szünetelt, végül a megvilágítottság növekedésével fokozatosan erősödött. A ciripelés leállása a teljes fogyatkozás előtt fajonként változott. A felhőmentes, napsütéses időjárás esetében (Uzsa) a csökkent szintű aktivitás időbeni megoszlása a teljes fogyatkozás körül

inkább szimmetrikus volt, szemben a felhőátvonulások helyével (Írány-hegy), ahol a ciripelési szünet aszimmetrikussá vált. A tapasztalt aszimmetriával kapcsolatban nem zárható ki egy belső, élettani ok sem egyes Orthoptera fajoknál, amely felelős lehet a teljes fogyatkozást követő fényintenzitás növekedésre adott reakció (a ciripelés újratekzdése) időbeli késéséért. Erre utal az alábbiakban ismertetendő vizsgálat eredménye is, amelynek során nappali sáskáknál a teljes fogyatkozás után még negyed óráig nem, vagy alig volt észlelhető ciripelés, majd ezt követően igen gyorsan, mintegy 10 percen belül helyreállt a szokásos aktivitási szint (FISCHER 2001).

Az 1999. aug. 11-i napfogyatkozás alkalmával, jelen vizsgálatainkon kívül, csupán FISCHER (2001) végzett kvantitatív akusztikai méréseket egy hét fajtól álló Orthoptera együttesen (Acrididae: *Chortippus biguttulus*, *C. parallelus*, *Stenobothrus lineatus*, *Myrmeleotettix maculatus*; Tettigoniidae: *Metrioptera bicolor*, *M. roeselii*, *Decticus verrucivorus*) Németországban, München mellett. Ez a megfigyelt együttes csak nappal-aktív egyenesszárnyúakból állt. Ebből 5 faj jelen volt a mi megfigyelési helyeinken is. FISCHER mind az egyes fajok, mind a teljes együttes ciripelési aktivitásának az augusztusi időszakban szokásos egész napi menetéről hangfelvételeket készített, majd ehhez viszonyította a teljes napfogyatkozás alatt regisztrált hangaktivitás időbeli változásait. Az előzetes ciripelési felvételek alapján megállapította, hogy egyrészt az Orthoptera együttest 85 példány képviselte a fogyatkozáskor, amelyből a *C. parallelus* és a *M. bicolor* bizonyult domináns fajnak, másrészt a maximális éneklési periódus (11:00 és 13:00 között) jól lefedte a napfogyatkozás időtartamát. FISCHER mérési eredményei megegyeznek a jelen vizsgálatban kimutatott aktivitási változásokkal. Megállapította, hogy a ciripelés, mind az együttes, mind a fajszinten, mintegy 50 perccel a fogyatkozási maximum előtt, a normális várt aktivitáshoz képest elkezdett folyamatosan csökkenni, majd a teljes fogyatkozás alatt és ezt követően még 15 percig szünetelt (csupán egy-egy egyed szólt meg halkán, ami a mi észleléseinkben 1. fokozatú ciripelésnek felelt meg). Ezt követően igen gyorsan, tíz percen belül, a ciripelés ismét elérte a normális intenzitást.

A községi-hegységi megfigyelések eredményei szerint, a vizsgálatba vont szöcske- és sáskafajok viselkedése a teljes napfogyatkozáskor kimutathatóan megváltozott, mind az akusztikus, mind a vizuális megfigyelések alapján. A várt viselkedésnek megfelelően, a ciripelési aktivitás szintje a megvilágítottság intenzitásával az esti-éjjeli fajoknál fordítottan, míg a nappali fajoknál megegyező irányban változott. Ennek megfelelően az este-éjjeli aktív szöcskék ciripelésének intenzitása a teljes fogyatkozás alatt maximális volt, míg a nappali szöcskék és sáskák éneke ebben az időszakban szünetelt. A pontos fiziológiai hátterét nem ismerjük, ám véleményünk szerint az aktivitási mintázatok megfigyelt menete a napfogyatkozás alatt arra utal, hogy az eltérések a szokványos viselkedéshez képest főként fényintenzitás-változásokra vezethetők vissza. A néhány fokos hőmérsékleti-változások ugyanis nem voltak olyan mértékűek (általában nem süllyedt a léghőmérséklet 20°C alá még a teljes fogyatkozás alatt sem), hogy az egyenesszárnyúak hangadási aktivitását önmagukban lényegesen befolyásolták volna. Tapasztalat szerint hirtelen fellépő erősebb borulás (napsugárzás csökkenés) esetén, amikor a hőmérséklet még nem, csak a megvilágítás esik vissza jelentősen, a nappal-aktív egyenesszárnyúak beszüntethetők, az esti fajok pedig megkezdenek ciripelésüket (NAGY B. szóbeli közlése). FISCHER (2001) sem talált korrelációt a ciripelési aktivitás csökkenése és a fogyatkozás alatti hőmérsékletesés között. Szerinte ez arra utal, hogy a megfigyelt egyenesszárnyú fajok napi ciripelési mintázatát meghatározó fő szabályzó-tényező a fényintenzitás volt, amely minden belső napi ritmust képes hatálytalanítani,

felülírni. Ezt támasztják alá mind a saját (Irány-hegyen, Uzsánál), mind FISCHER (2001) megfigyelései arra vonatkozóan, hogy a hangaktivitási mintázat jól követte a megvilágított-ság aktuális ingadozásait (a ciripelés mértéke jelentősen csökkent) a felhős időszakokban, amikor a hőmérséklet nem mutatott lényeges változást. Ezzel szemben a sivatagi kabócák esetében SANBORN & PHILLIPS (1992) a hő szerepét hangsúlyozza a hangaktivitás szabályozásában. Szerintük a rovarok a sugárzó napenergiát használják fel testük egy bizonyos szintre történő felmelegítésére, amely szükséges a ciripelés megkezdéséhez és folyamatos fenntartásához. Azt tapasztalták, hogy amint a részleges fogyatkozás során a léghőmérséklet 34°C-ra esett vissza, a kabócák ciripelése leállt, ezért véleményük szerint a hangadás szüneteléséért (a maximális fogyatkozás előtt és után 20–20 percig) a hősugárzásban beállott időleges csökkenés volt a felelős.

Az uzsai tábornál a nappali lepkék repülési intenzitása, az ugyancsak itt megfigyelt sáska együtteshez hasonlóan, a napfogyatkozás során közel 50–60 perces intervallumban mutatott csökkenést. A repülő lepkék száma részben már egy rövid felhőátvonuláskor is lecsökkent időlegesen, 40–45% alatti RF értékeknél viszont folyamatosá vált (6. ábra). A lepkék repülése csak egy szűk időszakban, a teljes fogyatkozás alatt szünetelt teljesen, körülbelül 10–15 percig (10% alatti RF-nél). A nappali lepkék viselkedésére vonatkozóan SZÉKELY (1999) végzett még megfigyeléseket az 1999. évi napfogyatkozás alkalmával Romániában. Az általa megfigyelt 11 lepkefaj közül 8 fordult elő nagyobb abundanciával (*Papilio*, *Iphiclides*, *Argynnis*, *Issoria*, *Polyommatus*, *Pontia*, *Pieris*), három pedig a ritkábbak közé tartozott (*Aricia*, *Colias*, *Minois*). Eredményei megerősítik az általunk tapasztaltakat. A nappali lepkék többségénél a repülés intenzitásában az első feltűnő csökkenést a teljes fogyatkozás előtt egy negyed órával lehetett észlelni. SZÉKELY megfigyelte azt is, hogy ekkor a lepkék behúzódtak a bokrokba (*Iphiclides podalirius*), vagy a gyeper növényzete közé (például *Pontia daplidice*, *Polyommatus icarus*). A teljes fogyatkozás előtt 5 perccel már csak a *Pieris* nemhez tartozó fajok repültek, a fogyatkozási maximum után 10 perccel pedig a nappali lepkék már ismét teljesen aktívák voltak. SZÉKELY a teljes napfogyatkozást egy olyan részleges éjszakának tekinti, amely rövid időn belül az alkonyatból hajnalba megy át. A fényt és a hőmérsékletet tartja a lepkék repülése szempontjából a legjelentősebb befolyásoló környezeti változónak. Bár 11°C lehűlést mért a napfogyatkozás során, azonban a teljes fogyatkozás alatt még mindig viszonylag magas (29°C) volt a léghőmérséklet, ami a rovarok tevékenységére feltehetően nem lehetett gátló hatással. Jelen cikk adatai (6. ábra, 3. táblázat), valamint SZÉKELY (1999) fenti tapasztalatai is azt támasztják alá, hogy a lepkék repülési intenzitását döntően a fényváltozások határozták meg a teljes napfogyatkozás alatt, amely a normális napi aktivitási ritmusnak megfelelő viselkedést időlegesen megváltoztatta.

A lepkéken kívül a nappali rovarok közül még a szitakötők és a poszméhek repülését tudtuk észlelni az uzsai terepen. A napfogyatkozás során növekvő sötétségre először a szitakötők (40% alatti RF-nél), valamivel később (20% alatti RF-nél) a poszméhek hirtelen a repülési gyakoriság lecsökkenésével reagáltak. A repülés szünetelése a teljes fogyatkozás körül a szitakötők esetében összesen fél óráig, a poszméheknél pedig csupán 10–15 percig tartott. Mindkét nappali rovarcsoport esetében (napsütéses időjárás mellett is) szintén megfigyelhető volt a teljes fogyatkozás után, a megvilágítás növekedésére adott repülési reakcióban egy késés (4. táblázat), hasonlóan a méheknél tapasztaltakhoz (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001).

A megfigyelt szöcskék, sáskák, és az egyéb nappal-aktív rovarok viselkedése, ciripelési és repülési intenzitása tehát kimutathatóan változott az 1999. évi teljes napfogyatkozás során, a ténylegesen ható mechanizmusok megismeréséhez azonban további vizsgálatokra lenne szükség. A teljes napfogyatkozás során bekövetkező környezeti változások, amelyek reakciókat válthatnak ki a rovarokból, nagyon sokrétűek. Az aktuális időjárási helyzet, a meteorológiai elemek, a globálsugárzás, a fény fokozatos módosulásán (WEIDINGER et al. 2001, JENKI 1999, MAKRA et al. 1999, VÉRTES 2000, TÓTH 2001) kívül, még az égbolt polarizációs mintázata is hirtelen megváltozott a teljes fogyatkozásakor (BERNÁTH et al. 2001). Ez utóbbi, fénnel kapcsolatos változások érzékelése is hozzájárulhatott a teljes fogyatkozás közvetlen (1–2 perces) közelében és alatta tapasztalt viselkedéshez, aktivitási minimumokhoz vagy maximumokhoz. Erre utalna például a kacsafarkú szender repülésében megfigyelt navigációs zavarodottság. Egyes sáskák és tücskök (BRUNNER & LABHART 1987, NILSSON et al. 1987, LABHART & PETZOLD 1993, LABHART & MEYER 1997, VITZTHUM 1997), hártvány szárnyúak (AEPLI et al. 1985, NILSSON et al. 1987, LABHART & MEYER 1997), lepkék (LABHART & MEYER 1997, KELBER et al. 2001), szitakötők (MEYER & LABHART 1993, LABHART & MEYER 1997) esetében már kimutatták, hogy a vízszintesen polarizált fényt, illetve az égbolt polarizációs mintázatát képesek érzékelni és felhasználni a térbeli navigációjuk során (BERNÁTH et al. 2001). Bár az általunk megfigyelt fajok esetében még nem tudunk ilyen vizsgálati eredményekről, azonban az előbbi felsorolás alapján, nem zárható ki a teljes fogyatkozás alatti, az égbolt polarizációs mintázatának hirtelen megváltozásából eredő hatás is (BERNÁTH et al. 2001, WEHNER 2001).

Köszönetnyilvánítás. A szerzők hálás köszönettel tartoznak FODOR GÁBORNNAK a községi megfigyelések elvégzésében nyújtott segítségéért, DR. SZENTESI ÁRPÁDNNAK (ELTE, Állatrendszertani és Állatökológiai Tanszék) az uzsai környezet megvilágítottságának méréseiért, DR. LESKÓ KATALINNAK (ERTI, Erdővédelmi Osztály) az uzsai megfigyelő tábor létrehozásáért és a terepi megfigyelésekben nyújtott segítségéért, KÁDÁR FERENCNEK a statisztikai vizsgálatokban való közreműködéséért. Köszönet illeti még a szövegben idézett rovarász szakembereket az észleléseik elvégzéséért és a rovaraktivitásokkal kapcsolatos információk szíves átadásáért. Jelen vizsgálatainkat T 023284 számú OTKA téma keretében végeztük.

Irodalom

- ANTHONY B. & ANTHONY R. (2000): Monitor 2000 kézikönyv (Kétféltűek hang alapján történő monitorozása). – Budapest.
- AEPLI F., LABHART T. & MEYER E. P. (1985): Structural specializations of the cornea and retina at the dorsal rim of the compound eye in hymenopteran insects. – *Cell Tissue Res.* 239: 19–24.
- BERNÁTH B., POMOZI I., GÁL J. & HORVÁTH G. (2001): Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozásakor és lehetséges biológiai vonatkozásai. – *Állattani Közlemények* 86: 81–92.
- BRUNNER D. & LABHART T. (1987): Behavioural evidence for polarization vision in crickets. – *Physiol. Entomol.* 12: 1–10.
- FISCHER F. P. (2001): Total eclipse silences grasshoppers' and bushcrickets' songs. – *J. Zool., Lond.* 254: 447–448.
- INGRISCH S. & KÖHLER G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Magdeburg: Westarp-Wiss.
- JENKI SZ. (1999): Időjárási helyzet augusztus 10–11-én. – *Léggör* 44: 6–7.

- KELBER A., THUNELL C. & ARIKAWA K. (2001): Polarisation-dependent colour vision in *Papilio* butterflies. – *J. Exp. Biol.* 204: 2469–2480.
- LABHART T. & MEYER E. P. (1997): POL-areas of compound eyes: the specialized e-vector detecting organs of insects. – In: ELSNER, N. & WÄSSLE, H. (eds.). *Proc. of 25th Göttingen Neurobiol. Conf.*, pp. 449–450.
- LABHART T. & PETZOLD J. (1993): Processing of polarized light information in the visual system of crickets. – In: WIESE et al. (eds.). *Sensory systems of Arthropods* pp. 158–169.
- LOCKYER W.S. (1970): The total eclipse of the Sun, April 1911, as observed at Vavau, Tonga Islands. – In: LOWELL B. (ed.). *Astronomy*. Vol. 2. The Royal Institution Library of Science, Barking, Essex, Elsevier Publ., N.Y. pp. 190–191.
- MAKRA L., SÓDAR I., HORVÁTH SZ. & PUSKÁS J. (1999): Teljes napfogyatkozások a múltban és ma. – *Léggör* 44: 8–12.
- MEYER E.P. & LABHART T. (1993): Morphological specializations of dorsal rim ommatidia in the compound eye of dragonflies and damselflies (Odonata). – *Cell Tissue Res.* 272: 17–22.
- NILSSON D. E., LABHART T. & MEYER E. P. (1987): Photoreceptor design and optical properties affecting polarization sensitivity in ants and crickets. – *J. Comp. Physiol. (A)* 161: 645–658.
- PONGRÁCZ S. (1940): Adatok a Kőszegi-hegység egyenesszárnyúinak ismeretéhez. – *Dunántúli Szemle* 7(5–6): 297–303.
- SANBORN A.F. & PHILLIPS P. K. (1992): Observations on the effect of a partial solar eclipse on calling in some desert cicadas (Homoptera: Cicadidae). – *Florida Entomologist* 75: 285–287.
- STATSOFT (2000): STATISTICA for Windows, 1–III. StatSoft Inc., Tulsa, O.K.
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására. – *Állattani Közlemények* 86: 115–136.
- SZÉKELY L. (1999): Entomological and especially lepidopterological observations to the total solar eclipse of 11th August, 1999. – *Bul. inf. Soc. lepid. Rom.* 10: 79–80.
- SZÖVÉNYI G. & NAGY B. (1998): A Kőszegi-hegység Orthoptera-faunájának kritikai áttekintése. – *Savaria*, 25(2): 99–126.
- TÓTH Z. (2001): A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján. – *Állattani Közlemények* 86: 75–80.
- VÉRTES E. (2000): A teljes napfogyatkozás Vas megyében 1999. augusztus 11-én. Jelentés. Gothard Amatőrcsillagászati Egyesület, Szombathely.
- VITZTHUM H. (1997): Der Zentralkomplex der Heuschrecke (*Schistocerca gregaria*: Ein mögliches Zentrum des Polarisationssehsystems. – PhD thesis, Univ. of Regensburg.
- WEHNER R. (2001): Polarization vision – a uniform sensory capacity? – *J. Exp. Biol.* 204: 2589–2596.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárási helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – *Állattani Közlemények* 86: 59–74.

Change in the activities of orthopterans and other diurnal insects during the total solar eclipse of 11 August 1999

GERGELY SZÖVÉNYI, FERENC SZENTKIRÁLYI & BARNABÁS NAGY

The temporal change of behaviour, song and locomotory activities of orthopteran species as well as some diurnal insect groups have been recorded by authors at two places within zone of totality in every ten-minute interval during the total solar eclipse. In accordance with prior expectations the song intensity of nocturnal bush-crickets (*Tettigonia cantans*, *Pholidoptera aptera*, *P. griseoptera*) was increasing in parallel with progress of solar eclipse, and during the totality it was on the maximum, then the activity was decreasing and diminished with the increasing of illumination. Song activity of diurnal insects, such as bush-crickets (*Metrioptera roeselii*, *M. bicolor*) and grasshoppers (*Chrysochraon dispar*, *Euthystira brachyptera*), as well as moving activity of *Miramella alpina*, butterflies, dragonflies and bumble bees, related with change in light intensity reduced by the solar eclipse, after a temporary decreasing period during the totality was interrupted, and the activity was again rising up to the normal level of intensity. During the solar eclipse the start and length of growing or decreasing period of acoustic and locomotory activity was altering in greater or smaller extent depending on species and insect groups. After the totality the cloud cover from the weather elements contributed to longer remaining of darkness that extended the period of minimal or maximal intensity of song and flight. First of all the change of light intensity determined the temporal altering of insect activities observed during the solar eclipse. However, an impact of the abrupt change in polarisation pattern of the sky during the totality cannot be excluded.

Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására*

SZENTKIRÁLYI FERENC¹ és SZALAY LÁSZLÓ²

¹ MTA Növényvédelmi Kutató Intézet, H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15. E-mail: h2404sze@ella.hu,

² H-1081 Budapest, Kiss J. u. 4.

Összefoglalás. A szerzők, felkért méhészek segítségével, a teljes napfogyatkozásnak a háziméh (*Apis mellifera carnica*) viselkedésére és gyűjtési aktivitására gyakorolt hatását vizsgálták. A megfigyelések a teljes napfogyatkozási sávon belül, nyolc különböző helyen kiválasztott méhészetben folytak. Megállapították a kaptár kijárónál percenként kirepülő és a gyűjtésből visszatérő dolgozó méhek egyedszámát. A számolások a napfogyatkozás egész időtartama alatt tíz percenként történtek. Amint az a nappal-aktív rovarok esetében várható volt, a méhek gyűjtési aktivitásának szintje a napfogyatkozás előrehaladtával lecsökkent, majd egy, a totalitást követő inaktív szakasz után ismét emelkedni kezdett. A berepülő és kirepülő méhek száma különböző időbeli eloszlást mutatott a fogyatkozás során. A kirepülő méhek számának csökkenése, majd növekedése fokozatosan követte a fényváltozások menetét, a gyűjtés a totalitás után átlagosan 20 perccel indult meg ismét. A gyűjtésből a kaptárhoz visszatérő dolgozók aktivitásának az eloszlása aszimmetrikus volt a totalitás idejéhez képest. A teljes fogyatkozás előtti percekben a kaptárhoz tömegesen visszaérkező méhek egy határozott berepülési csúcsot képeztek, mielőtt egyedszámuk lecsökkent volna minimumra, amely a totalitás után átlagosan 17 perccel következett be. Röviddel a teljes fogyatkozás előtt, valamint alatta a méhek rendellenes, zavart viselkedését figyelték meg. A zavar elsősorban a méhek térbeli tájékozódásával volt kapcsolatos: a kaptárak előtt a repülésük bizonytalanává vált, és a tájoló repülések ellenére is a röpdeszkat eltévesztették, nekirepültek a környező tárgyakra, nem találták meg a saját kaptárt, idegen kaptárakba repültek be. Méhek ezrei rekedtek kívül a kaptárakon a totalitás alatt, amelyek részben a levegőben kavargtak, részben a tárgyak felületén mászkáltak, és közben e rajok soha nem hallott, különös, intenzív zúgó hangot adtak, amely a sötétség végével megszűnt. A totalitáskor fellépő tájoló zavarok kiváltásához valószínűleg hozzájárult az égbolt polarizációs mintázatának hirtelen drasztikus megváltozása is.

Kulcsszavak: teljes napfogyatkozás, totalitás, háziméh, *Apis mellifera* L., gyűjtési aktivitás.

Bevezetés

A háziméh viselkedési elemeiről rendkívül nagy tapasztalati tényanyaggal rendelkezünk annak köszönhetően, hogy az embernek e méztermelő hasznos rovarral való kapcsolata, háziásítása több-ezeréves múltra tekint vissza, amelynek során a legkülönbözőbb környezeti viszonyok között, nagyszámú, rendszeres megfigyelésekre nyílt lehetőség. A háziásított méhek elsősorban nappal aktív rovarok, bár számos adat van arra, hogy egyes fajok dolgozói, fényes teliholdas időben, késő estig is gyűjthetnek (a hazai vándorméhészek 8-10%-a tapasztalta a jelenséget, szóbeli közlések). A méhek gyűjtési aktivitása, térbeli tájékozódá-

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

sa, látása tehát nagymértékben függ a fény változásaitól, amelyek például a Nap állásával, vagy az égbolt felhőborítottságával kapcsolatosak. Adott földrajzi helyen egy viszonylag ritka természeti jelenség a teljes napfogyatkozás, amelynek során bekövetkező specifikus fényváltozások, várhatóan szintén befolyásolják a méhek szokásos viselkedését, aktivitását.

A méhek napfogyatkozások alatti viselkedését már igen régen megfigyelhették az emberek. Erre utalnak e természeti tüneménnyel kapcsolatos korai tudósítások is, amelyekben fel-felbukkan a háziméh is rövid utalás formájában az élőlények reakcióinak bemutatásakor. Így az előző magyarországi teljes napfogyatkozás alkalmával, 1842. július 8-án, a helyi lapokban, beszámolóokban a méhekre vonatkozó megjegyzések a következők voltak: „a méhek köpüikbe visszarepültek”, vagy „a méhek nem dolgoztak s köpüikbe vonultak” (cit. in FORGÁCS 1999).

A napfogyatkozások során szerzett korábbi tapasztalatok a XX. század első felének méhészeti szakirodalmában is megjelennek már, például HÉJAS (1926) a következőket írja a méhek viselkedéséről: „Fogyatkozás előtt eleven élet uralkodik, a sötétedés kezdetével, majd előrehaladtával a ki-bejárás egyre gyengül, majd egészen megszűnik.” A számos megfigyelés dacára eddig kevés olyan publikáció látott napvilágot, amelyben részletes, kvantitatív leírás található a méhek teljes napfogyatkozás alatti viselkedésének, gyűjtési aktivitásának a változásairól, e változások időbeli üteméről. Ilyen vizsgálatok a XX. század második felében történtek, amelyek során a totalitás körüli időszakban a normálistól eltérő viselkedést, tájolási zavarokat (LOYER 1964 cit. in ANONYMUS 1964, DIVAN 1980), vagy a dolgozók gyűjtési aktivitásának sűrű időközönkénti változását dokumentálták (BRICENO & RAMÍREZ 1993). Ezeknek a szórványos megfigyeléseknek az alapján várható volt, hogy az 1999. évi teljes napfogyatkozás során is fellépnek észlelhető változások a méhek tevékenységének szokásos napi menetében. A magyar méhészet igen fejlett, az ország minden tájegységében számos méhészműködik, így jó lehetőség kínálkozott a méhcsaládok viselkedésének, aktivitásának a tanulmányozására.

A napfogyatkozással kapcsolatos környezeti-fizikális változások rovarokra gyakorolt hatásainak észlelésére, mennyiségi jellemzésére kézenfekvőnek látszik olyan könnyen megfigyelhető tevékenység mérése, mint amilyen a mozgás, a táplálkozás, vagy a hangadás. A háziméh esetében, ebből a szempontból, a dolgozók virágpór/nectár gyűjtésével kapcsolatos repülési jellemzők (például a kaptár kijáró nyílásánál a ki- és berepülési gyakoriság, a tájékozódási repülés biztonsága), a méhek zúgási hangjának magassága (szárnycsapások frekvenciája), vagy a virágpórhordás megléte-szüneteltetése könnyen megállapítható illetve mérhető tulajdonságok közé tartoznak egy gyakorlott méhészmű számára. Mivel a háziméh tipikus nappal-aktív rovar, ezért várható volt, hogy a napfogyatkozás előrehaladtával, a növekvő sötétség hatására, egy idő után a dolgozók közül egyre többen hazatérnek a kaptárjukba és a totalitás körüli időszakban a hordás szünetelni fog, majd ezt követően – megfelelő időjárás esetén – a megvilágítás növekedésével a gyűjtés újból megkezdődik. A méhek viselkedésének ilyen mennyiségi leírása ugyanakkor jó referencia alapot nyújthat más nappali (SZÖVÉNYI et al. 2001), vagy éjjeli rovarok aktivitási mintázatával való összevetéshez.

A jelen vizsgálataink célja az volt, hogy (a) a napfogyatkozás teljes tartama alatt mérjük a háziméh repülési (gyűjtési) aktivitásának változásait, azok mértékét, időbeli lefolyását, (b) dokumentáljuk a méhek viselkedésében megfigyelhető változásokat, (c) keressük a méhészek által észlelhető viselkedési változások és az abiotikus környezeti faktorok változásai közötti kapcsolatokat.

Anyag és módszer

A méhek aktivitási szintjének mérése

A háziméhek viselkedésének a napfogyatkozás teljes időtartama alatti dokumentálására a totalitás sávjában különböző helyeken lévő méhészeteket jelöltünk ki. A vizsgálat végrehajtására, a megbízhatóság érdekében, nagy gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező méhészszakembereket kértünk fel. A megfigyelt méhek minden esetben a krajnai fajtához (*A. mellifera carnica*) tartoztak, ami lehetővé tette a különböző helyek adatainak összevetését. A felkért méhészek feladata a napfogyatkozás során kettős volt. Egyrészt a méhek viselkedési jellemzőinek a lehetőségekhez képest minél pontosabb megfigyelése, különös tekintettel a totalitás közelében vagy alatta fellépő esetleges viselkedési rendellenességekre, másrészt a fogyatkozás során rendszeres időközönként a dolgozók gyűjtési/hordási aktivitásának mérése. Ez utóbbi feladat során, tízpercenként meg kellett számolni a kijáró nyílásnál, először egy perc alatt a kaptárból kirepülő, majd rögtön ezt követő egy perc alatt, a gyűjtésből visszatérő és a kaptárba berepülő dolgozó méhek számát. A tízpercenkénti megfigyeléseket a helyi nyári időszámítás szerint 11:30-tól kezdődően 14:20-ig kellett folytatni. Ez az időszak gyakorlatilag a napfogyatkozás időtartamát lefedte, mivel Magyarországon az első kontaktus a nyugati határszélnél 11:22 és 11:23 között, az utolsó kontaktus pedig a DK-i határnál 14:19 körül következett be. A méhek gyűjtési aktivitását regisztráló számlálások közül Jászszentlászlónál a percenkénti repülésszámok megállapítása utólag, egy adott kaptár kijárónál készült videófelvételtől történt, amely 11:40-től 13:10-ig tartott (BALDAVÁRI 2001). Egy esetben (Nagytóke) a méréseket 15 percenként végezték, egy másik esetben pedig (Alsópáhok) korábban, 11:10-kor kezdték meg és csak 14:00-ig folytatták. A különböző helyeken mért aktivitási mintázatok összevethetőségét az azonos módszeren kívül az is biztosítja, hogy a Hold nagysebességű árnyéka, a totalitás, igen rövid idő (10 perc) alatt, 12:46 és 12:56 között átszáguldott az országon, így a teljes fogyatkozás a rovarok szempontjából szinte azonos időpontban zajlott le.

KRÁL ATTILA méhész a fenti megfigyeléseken kívül még további számlálásokat végzett a méhek viráglátogatási gyakoriságára, egy sűrű fehérhere állományban Pákozdon. A méhestől 10 m távolságra, 1m² virágzó herében, a 30 másodperc alatt leszálló háziméheket számolta meg a teljes fogyatkozás időtartama alatt, tízpercenként (5. ábra).

A felkért méhészek, a napfogyatkozás teljes ideje alatt, a számolások közötti szabad időszakokban figyelték meg a méhek viselkedési változásait. A napfogyatkozás alatti viselkedéssel kapcsolatos információk gyűjtése céljából további méhészeket is kikérdeztünk utólag, ha tudomásunkra jutott, hogy az esemény során méhesükben tartózkodtak. Ezeket a megfigyeléseket az egyéb publikált adatokkal (VÉRTES 2000) együtt, szintén bevontuk jelen elemzéseinkbe (lásd I. táblázatban * jelölt Vas, Fejér- és Tolna-megyei megfigyeléseket).

A helyek, méhesek, és a megfigyelést végző méhészek

A méhek aktivitásának megfigyelése a teljes fogyatkozás sávján belül az alábbi 8, különböző helyen lévő méhészetben folyt:

Alsópáhok (Vas megye, φ : 46°45', λ : 17°12', totalitás tartama: 12:47:54–12:49:44), észlelő HERÉDI FERENC. A méhes NB félkeretes rakodó rendszerű, lábön álló, konténerben el-

helyezett 52 családból állt. A megfigyelés az Alsópáhok közigazgatási területéhez tartozó berekben folyt. A méhek számlálása a konténer egyik déli tájolású alsó sarkában elhelyezett, 30–40 ezres létszámú kaptárra vonatkozóan történt. A dolgozók a mintegy 120 ha terjedelmű nedves élőhelyen (nádas, gyékényes, elszórta nyárfák és fűzfák), főként egy nagyobb méretű *Solidago* állományból virágport és nektárt gyűjtöttek.

Pákozd, Maroshegy (Fejér-megye, φ : 47°14', λ : 18°33', totalitás tartama: 12:50:27–12:51:43), észlelő KRÁL ATTILA. A méhészet Hunor rendszerű, önálló rakodó kaptárakban 89 családból állt. Közülük egy átlagos létszámú (40–50 ezer dolgozó) termelő méhcsalád megfigyelése történt a napfogyatkozás alatt. A méhes a Pákozd feletti üdülőkörzetben, 190 m-en, déli fekvésű lejtőn volt. A környezetre akácerdő, házikertek, gyümölcsösök, tölgyes, birkalegelő a jellemző. A fogyatkozás során virágport gyűjtöttek a dolgozók.

Kerekegyháza (Bács-Kiskun megye, φ : 46°56', λ : 19°28', totalitás tartama: 12:51:57–12:53:33), észlelő SPONGA ISTVÁN. A 200 családos méhészetéből 4 kaptár volt a falun belüli házikertben, ahol a megfigyelés történt a napfogyatkozás alatt. A homokos talajú környezet növényzete vegyes, házikertekkel, gyümölcsösökkel tarkított, mintegy 200 m-re egy kisebb erdő található, amely nagyrészt akácból, kisebb részt nyárfából áll. A kertben a 4 különálló rakodó kaptárban viszonylag gyenge, alacsonyabb létszámú méhcsaládok laktak, amelyek közül egy szerepelt a vizsgálatban.

Felsőszállás (Bács-Kiskun megye, φ : 46°26', λ : 19°33', totalitás tartama: 12:52:04–12:54:24), észlelő HERÉDI SZABÓ KÁROLY. A 44 családból álló méhes Kiskunhalastól 3 km-re DK-re volt felállítva. A félkeretes, Hunor rendszerű, különálló kaptárak közül egy erősebb (70–80 ezres létszámú) családnak az otthonát választották ki megfigyelésre. A méhes környékére nedves, helyenként mocsaras rét, somkóróval, facéliával, napraforgóval, kukoricával bevetett szántók, paprika és dohány parcellák voltak a jellemzők. A méhek a napfogyatkozáskor virágport és nektárt egyaránt gyűjtöttek.

Jászszentlászló (Bács-Kiskun megye, φ : 46°34', λ : 19°46', totalitás tartama: 12:52:29–12:54:49), észlelő BALDAVÁRI LÁSZLÓ. A megfigyelés a község szélén, SZABÓ ANDRÁS méhészetében, a fogyatkozás középvonalától nem távoli helyen történt. A 150 családot tartalmazó méhes Hunor rendszerű, tízkeretes, rakodó kaptárakból állt. A fiasítás időszakában megfigyelt átlagos család közel 35 ezres létszámmal rendelkezett. A kaptárak egy félhektáros, homokra telepített akácosban voltak felállítva. A méhes mellett egy 1,5 hektáros vegyes gyümölcsös, a közelben pedig még birkalegelő, nádas, szántó is előfordult. A napfogyatkozás során a méhek főként virágport hordtak.

Szentkirály (Bács-Kiskun megye, φ : 46°56', λ : 19°50', totalitás tartama: 12:53:27–12:53:51), észlelő FARKAS BÉLA. A napfogyatkozáskor a 120 családos méhesből egy közepes létszámú (mintegy 35 ezer példány) kaptár megfigyelése történt. Az NB félkeretes rendszerű, lábakon álló, rakodó kaptárakat a falu szélén, házikertben helyezték el. A változatos talajú (homokos, agyagos, szikes) környezetre szántók (például kukorica, repce, napraforgó), legelők, a faluban házikerti gyümölcsösök voltak a jellemzők.

Csongrád (Csongrád megye, φ : 46°43', λ : 20°09', totalitás tartama: 12:53:18–12:55:00), észlelő PERCZE ISTVÁN. A megfigyelés 40 családos, NB rendszerű, fekvő, különálló kaptárakból álló méhészetben, egy 25 ezres létszámú családnál történt. A méhest Csongrád város szélén, egy házikertben, árnyékos fa alatt helyezték el. A változatos növényzetű környezetben házikertek, gyümölcsösök, szántók (kukorica, gabonafélék, krumpli) veteményesek,

500 m-re fiatal erdő (tölgy, nyár) volt található. A napfogyatkozás napján a dolgozók vegyesen nektárt és virágot hordtak.

Nagytöke (Csongrád megye, φ : 46°45', λ : 20°18', totalitás tartama: 12:53:46–12:55:02), észlelő VARGA LÁSZLÓ. A 105 családos méhes a falu déli szélén, az utolsó ház gyümölcsös kertjében, fák alatt, árnyékos helyen volt a napfogyatkozás idején. A méhes NB rendszerű, egy és kétszaládos, különálló, fekvő kaptárakból állt. A megfigyelt krajnai méhcsalád közepes méretű, mintegy 35 ezres létszámú volt. A vegetációs környezetet a szántóföldi növények (kukorica, napraforgó) túlsúlya jellemezte. A méhek a fogyatkozás napján csemegekukorica pollenjét gyűjtötték.

Környezeti abiotikus változók

A napfogyatkozás előrehaladásának mértékéül a GAL JÓZSEF (ELTE Biológiai Fizika Tanszék) által számolt relatív fényintenzitás (RF) időbeli változását választottuk, ami a kitakart napkorong intenzitását a kitakaratlan Nap fényességéhez viszonyítva adja meg százalékos értékek formájában, különböző hullámhosszokon (6. ábra). A napfogyatkozást kísérő fizikai-környezeti változások áttekintésére BERNÁTH et al. (2001) égboltpolarizációs, TÓTH (2001) napspektrális, JENKI (1999) és WEIDINGER et al. (2001) meteorológiai adatait használtuk fel.

Augusztus 10-én a késő délutáni órákban nyugat felől egy hullámzó frontrendszer hidegfronti szakasza érte el hazánkat, amely gyorsan áthaladt az országon és nem sokkal éjfél után, K-DK-en el is hagyta határainkat. A napfogyatkozás délelőttjén, a totalitást megelőző felhőátvonulás – főként az ország déli részén – egy Észak-Olaszországban kialakult, önálló sekély ciklon melegfrontjának köszönhető, amely a hajnali óráktól a Kárpát-medencébe D-DNY irányból belépve, és kelet felé haladva, számos helyen esőt, záport, helyenként erős zivatar okozott. Ennek következtében a déli-délkeleti megyékben többnyire csak a totalitás előtt sütött ki a Nap (JENKI 1999, WEIDINGER et al. 2001). A hajnali frontális zivatar és az ebből eredő délelőtti felhőátvonulás több méhészeti megfigyelő helyen is előfordult.

A méhészek a megfigyeléseik során tapasztalt helyi időjárási viszonyokra a következő háttér-információkat adták meg, amely főként a felhőborítottságra, napsütésre, szélre vonatkoznak:

Alsópáhok: A teljes megfigyelési időszak (11–14^h) alatt napsütéses, szélcsendes időjárás uralkodott, amely kedvezett a mérések elvégzéséhez. Keskeny felhőcsík csak a NY-ÉNY-i látóhatáron volt. A léghőmérséklet délelőtt mintegy 24–25°C-ról a teljes fogyatkozásig 3–4 fokkal visszaesett.

Pákozod: Az időjárás kedvező volt a megfigyelések végrehajtására, a méhek aktivitását megzavaró meteorológiai változás a fogyatkozás ideje alatt nem történt. Kisebb felhőátvonulás (mintegy 10–25% felhőborítottság) volt 10 és 12 óra között É-ÉNY-i enyhébb légáramlással. Ebben az időszakban a Nap időnként felhőtakarásban volt. A fogyatkozás további idején, 12:10-től 13:30-ig napsütéses, szélcsendes időjárás, 13:40-től pedig ismét ÉNY-i légáramlás volt a jellemző. A helyszínen a 10 percenkénti mérések szerint, 10:00 és 11:40 között, a léghőmérséklet 23°C-ról 26°C-ra emelkedett, majd innen 12:53-ig 20°C-ra csökkent, amely minimum érték 20 percig maradt fenn. Ezt követően a hőmérséklet a megfigyelés végéig 4 fokkal emelkedett (1. ábra).

Kerekegyháza: A napfogyatkozás teljes időtartama alatt a méhek megfigyelésére ideális volt az időjárás. Derült égbolt és gyenge szellő volt a jellemző.

Felsőzállás: Reggel az égbolt borult volt, amely a teljes fogyatkozás előtt 12:10-ig tartott. Ekkor nyugati szél kezdett fújni és a Nap kisütött, 12:40-kor a szél elállt, és a napsütéses szélcsendes idő 13:00-ig fennmaradt. Kisebb felhőátvonulás történt gyenge széllel 13:10 és 13:30 között, majd a derült, szélcsendes idő a megfigyelés végéig folytatódott. A helyszínen tízpercenként mérték a léghőmérsékletet (lásd 3. ábrát). Eszerint a fogyatkozás előtti 25°C-ról 20°C-ra csökkent a totalitás bekövetkeztéig a hőmérséklet, majd 13:10-től 14:20-ig egyenletesen felemelkedett 27°C-ra.

Jászszentlászló: Augusztus 11-én hajnalban, 5:30-kor jégesővel kísért zivatar volt, ennek nyomán az erős felhőborítottság délelőtt 10:00-ig tartott. Majd 12:00-ig fátyolfelhős volt az ég, ezt követően 40 percig felhőátvonulás volt, amely alatt ki-kisütött a Nap. A totalitás előtt 12:50-re a felhőátvonulás megszűnt, és a derült égbolt a megfigyelés végéig fennmaradt. A videófelvétel alatt digitális mérővel történt a léghőmérséklet mérése a kaptárak mellett. Ennek adatai szerint 29,5°C-ról (11:40) 19,6°C-ra csökkent a hőmérséklet a totalitást követően, a 13:00 és 13:10 közötti időszakban, így az összes változás mintegy 10°C-ot tett ki.

Szentkirály: Bár korán reggel itt is esett az eső a frontátvonulás következtében, azonban a fogyatkozás kezdetére derült égbolt és szélcsendes időjárás alakult ki, amely végig jellemző volt a megfigyelés során.

Csongrád: Kora reggeltől 11^h-ig folyamatosan borult volt az ég, majd 12:20-ig napfényes idő volt. 12:30 és 12:50 között egy átmeneti felhőátvonulás jellemezte az időjárást, ezt szélcsendes, napsütéses időszak követte a megfigyelés végéig.

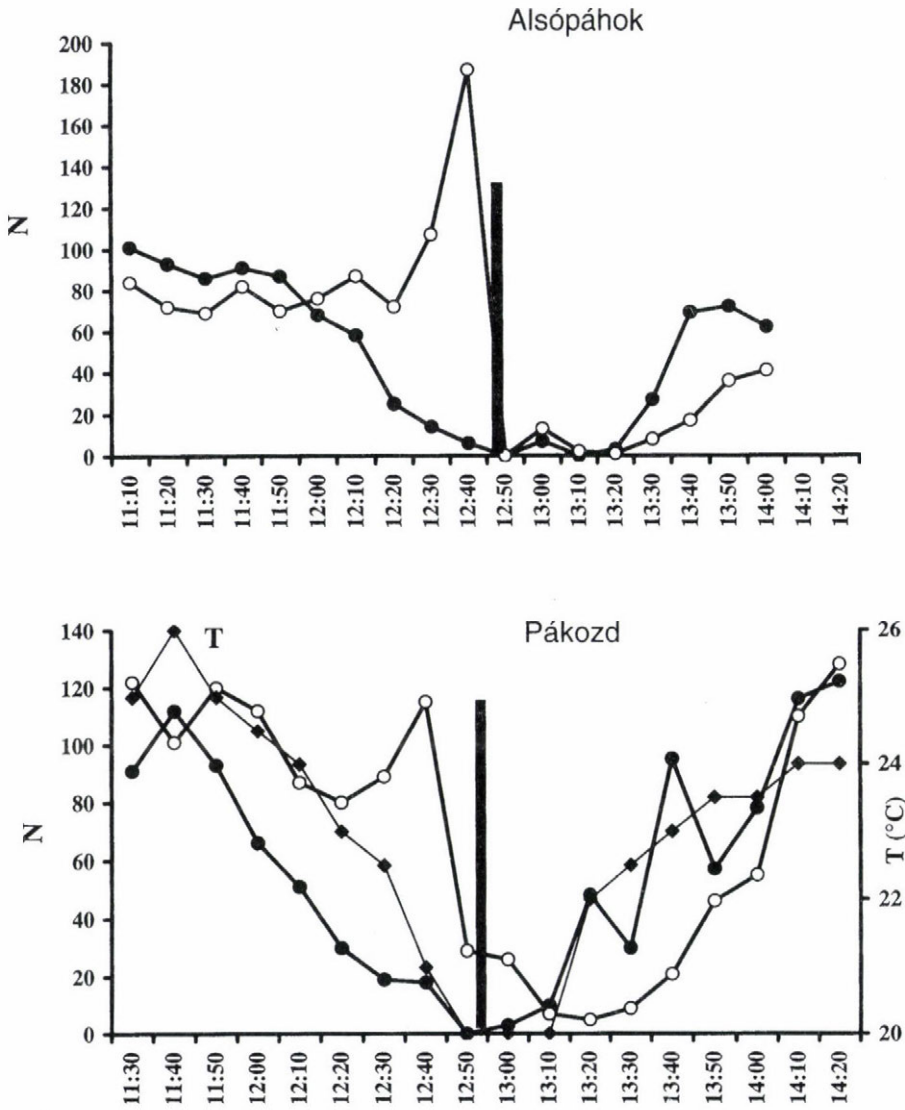
Nagytöke: Reggeltől közvetlenül a totalitás előtti időszakig borult volt az égbolt, majd a teljes fogyatkozás alatt, valamint a megfigyelés hátralevő szakaszában már derült idő jellemezte az időjárást.

Eredmények

A dolgozó méhek repülési aktivitásának változása a napfogyatkozás időtartama alatt

Az 1–4. ábrákon két-két méhészetben, a dolgozó méheknek a kaptár kijárónál tízpercenként felvett be- és kirepülési aktivitási diagramjait mutatjuk be.

Alsópáhoki méhcsalád esetében (1. ábra) 12:00 óráig (RF=70%) a be- és kirepülési gyakoriságok különösebb változás nélkül párhuzamosan futottak, és a kirepülés aránya csekély mértékben haladta meg a visszatérőkéét. 12:10 után a kirepülés folyamatosan csökkent egészen a teljes fogyatkozás bekövetkeztéig, ezzel szemben a berepülő méhek száma 12:20-tól (40% RF) meredeken növekedett, és maximumot ért el 8'-cel a totalitás előtt (12:40, RF<10%) végzett számlálásnál. A teljes fogyatkozás során a ki- és berepülés mértéke minimálisra csökkent, és a totalitás után még fél óráig (13:20-ig) ez az alacsony aktivitás volt a jellemző, majd ezt követően (RF> 50%) a ki- és berepülési gyakoriság fokozatosan emelkedett. A fogyatkozásnak ebben a szakaszában több méh hagyta el a kaptárt, mint amennyi visszatért a gyűjtőútról.



1. ábra. Alsópáhoknál és Pákozdnál (Maroshegy) a háziméhek gyűjtési aktivitásának tízpercenkénti változása az 1999. évi teljes napfogyatkozás alatt (Jelölések: N: egyedszám, üres körök: kaptárba berépülő dolgozók száma, kitöltött körök: kaptárból kirepülő dolgozók száma, T: léghőmérséklet, fekete oszlop: a totalitás időszaka).

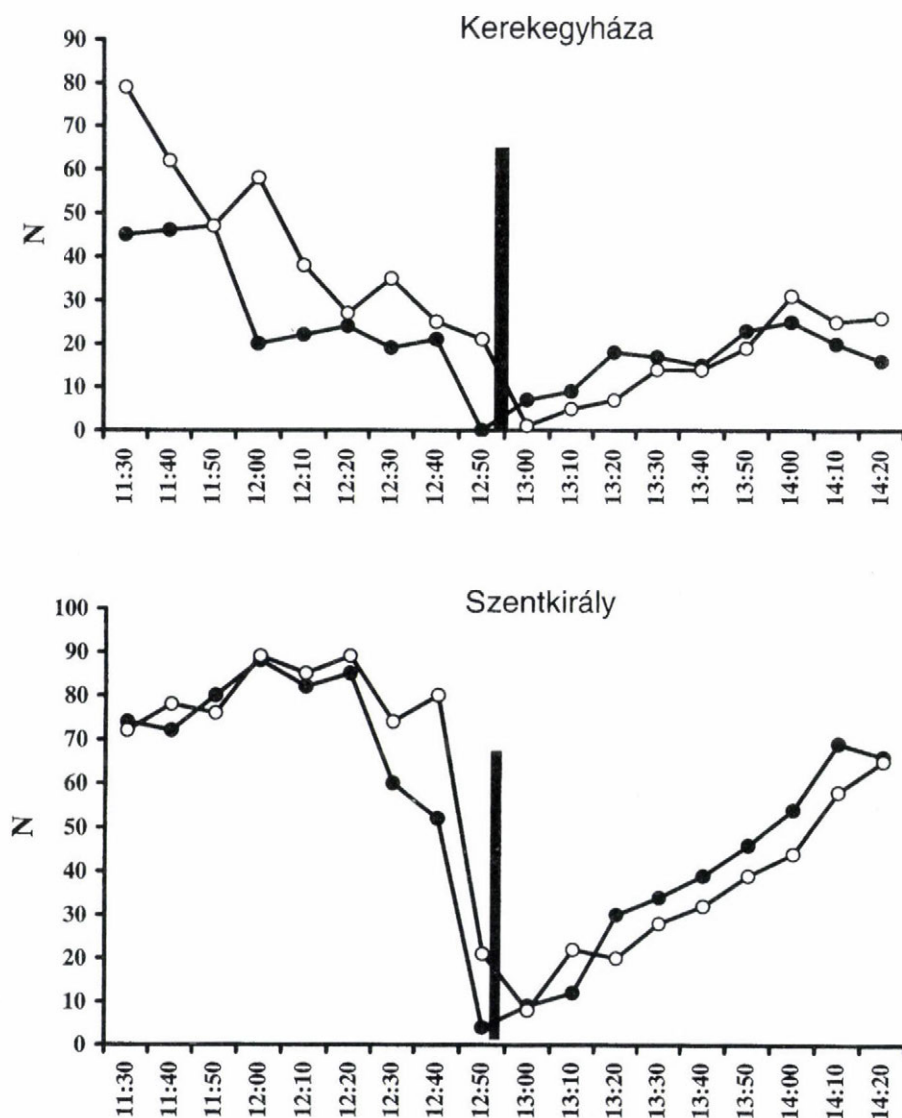
Figure 1. Change of foraging activity of honeybees recorded per ten-minute intervals at Alsópáhok and Pákozd (Maroshegy) during the total solar eclipse in 1999. (Designations: N: number of individual, empty circles: number of workers entering to the hive, filled circles: number of workers departing the hive, T: air temperature, black column: the time of totality).

A pákozdi méhészetben végzett megfigyelés az előzőhöz hasonló aktivitási változást mutatott ki (1. ábra). Amint a fogatkozás előrehaladtával az RF értéke 85% alá süllyedt, a kirepülési gyakoriság egyenletesen csökkenni kezdett, a totalitás alatt és ezt követően még 10 percig a méhek nem hagyták el a kaptárt. A kirepülés mértéke 13:10-től (RF: 20%) emelkedni kezdett kisebb-nagyobb ingadozásokkal egészen a fogatkozás végéig. A gyűjtésből a kaptárhoz visszatérő méhek száma 11:50-től (RF: 85%) egészen a teljes fogatkozásig jelentősen meghaladta a gyűjteni indulókat. Tíz perccel a totalitás előtt (12:40, RF: 10%) a berepülési aktivitás egy határozott csúcsot mutatott, majd 12:50-re alacsony szintre esett vissza, végül a minimum értékét fél órával a teljes fogatkozás után (13:20) mutatta. Ezt követően a berepülés aránya folyamatosan emelkedett, de csak a fogatkozás végére érte el kirepülés mértékét.

A kerekgyházi aktivitási számolások egymással többé-kevésbé együttfutó, kisebb gyakorisági értékeket szolgáltatnak (2. ábra). Itt a teljes fogatkozást megelőző időszakban a méhek mindkét repülési aktivitása csökkenő tendenciájú volt, és a visszatérések percenkénti száma ingadozásokkal tarkítva, általában meghaladta a kirepülések gyakoriságát. Berepülések számában nem volt kimutatható határozott csúcs a teljes fogatkozást megelőző rövidebb időszakban. A kirepülések számának minimumát közvetlenül a totalitás előtt észlelték, míg a visszatérések száma a totalitás után 7 perccel (13:00) volt a legalacsonyabb. A teljes fogatkozást követően a méhek gyűjtési aktivitási szintje lassan növekedett, és a kirepülések száma csak igen kevéssé haladta meg a berepülési gyakoriságot.

A szentkirályi méhészetben végzett megfigyelések az előbbi esethez képest nagyobb mérvű változásokat mutatnak, az aktivitási görbék azonban párhuzamosan futnak, kevéssé válnak el egymástól (2. ábra). A teljes fogatkozás előtt 12:20-ig (RF: 40%) a be- és kirepülési egyedszámok nem válnak el egymástól, és enyhén növekednek. Ezt követően a kirepülő méhek száma meredeken csökkent és a totalitás előtti percekben minimumot ért el, 13:00 órától viszont a gyűjtésre induló méhek száma már folyamatosan emelkedett 14:10-ig. A berepülések számában 10%-os RF körül kialakult egy kisebb csúcs, majd a totalitás előtt meredeken lecsökkenve 13:00-kor, 6 perccel a teljes fogatkozást követően érte el minimumát. Negyed órával a totalitás után a kaptárba visszatért méhek száma fokozatosan elkezdett emelkedni a napfogatkozás végéig, de valamivel az aktivitási szintje alatta maradt a kirepülésének.

Felsőszállásnál 12:00-tól a berepülések addig növekvő és a kirepülések alig változó tendenciájában ellentétes irányú változások kezdődtek (3. ábra): a kirepülések száma 12:30-ig emelkedett, a berepüléseké pedig 12:20-ig csökkent. A kaptárból gyűjteni kijáró méhek számaránya 12:30 után (RF: 20%) fokozatosan lecsökkent és a totalitást követő negyed órában minimumot mutatott. Ezt követően (RF>30%) 13:20 és 13:40 között a gyűjtési aktivitás szintje meredeken emelkedett, majd ismét csökkenést mutatott a fogatkozás végéig. A kaptárba repülő méhek számában jelentős csúcs lépett fel 12:30 és 12:40 között (RF: 20–10%), majd a totalitás kezdetére ez az aktivitási szint leesett, végül a teljes fogatkozás után 25 perccel (13:20, RF: 40%) érte el a minimális értékét, majd ezt követően ismét fokozatosan emelkedni kezdett egészen a fogatkozás végéig. A felsőszállási megfigyelések során is tapasztalható volt, hogy a totalitás előtti időszakban, a 12:20-nál számolt értéket leszámítva, a berepülési gyakoriság szintje nagyobb, míg a totalitás után többnyire kisebb volt a kirepülés szintjénél.



2. ábra. Kerekegyháznál és Szentkirálynál a háziméhek gyűjtési aktivitásának tízpercenkénti változása az 1999. évi teljes napfogyatkozás alatt. (Jelölések: N: egyedszám, üres körök: kaptárba berepülő dolgozók száma, kitöltött körök: kaptárból kirepülő dolgozók száma, fekete oszlop: a totalitás időszaka).

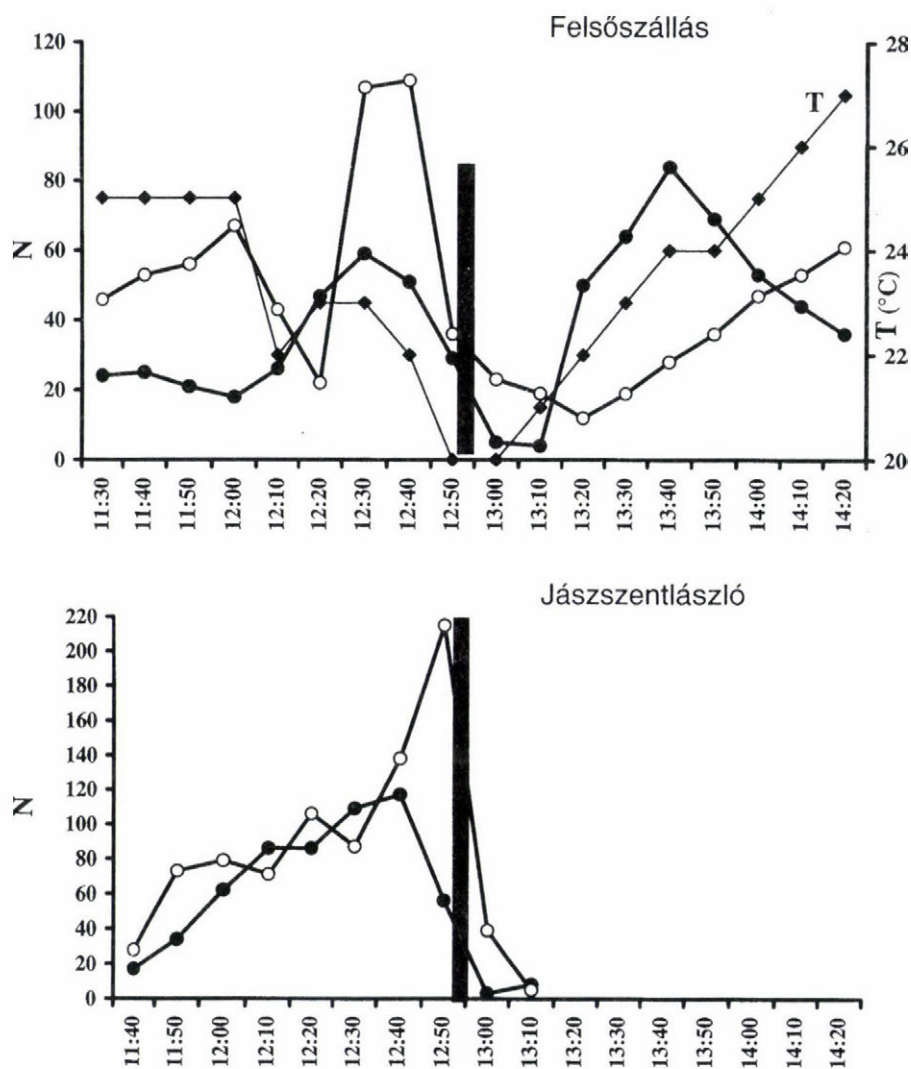
Figure 2. Change of foraging activity of honeybees recorded per ten-minute intervals at Kerekegyháza and Szentkirály during the total solar eclipse in 1999. (Designations: N: number of individual, empty circles: number of workers entering to the hive, filled circles: number of workers departing the hive, black column: the time of totality).

Jászszentlászlónál csak a napfogyatkozás egy részére, 11:40 és 13:10 közötti időszakra terjedtek ki a felvételezések (3 ábra). Dacára a felhőátvonulásnak, 12:40-ig (12 perccel a teljes fogyatkozás előtt, RF: 10–15%) a be-és kirepülő méhek száma párhuzamosan növekvő volt. Ezt követően a méhek kijárása a kaptárból gyakorlatilag megszűnt a totalitás idejére és még sokáig minimális maradt. Ugyanakkor az egyéb megfigyelésekkel összhangban a kaptárba repülő méhek egyedszámának itt is kiugró maximumát regisztrálták két és fél perccel a totalitás bekövetkezése előtt (RF<10%). A teljes fogyatkozás után 15 perccel a berepülés minimumára csökkent. A berepülések száma, két mérési alkalmat kivéve, kissé meghaladták a kijáró méhek számát (lásd bővebben még a jelen számban BALDAVÁRI 2001 cikkét).

Csongrádnál a kijáró méhek száma (4. ábra), ingadozással, 12:40-ig (RF: 10–15%) kisebb, ezt követően nagyobb mértékben csökkent minimumára a teljes fogyatkozás idejére. A totalitás után még 15 percig tartott a gyűjtési aktivitás teljes hiánya, majd 13:10-től (RF>20%) 13:30-ig (RF: 55%) a kirepülők számaránya gyors ütemben emelkedett és ingadozva ezen a szinten maradt a fogyatkozás végéig. A berepülő méhek aktivitási szintjében, az előző esetekhez képest kissé korábban, 12:30-kor (RF: 20–30%), 23 perccel a totalitás előtt lépett fel a maximum. Ennek okát abban látjuk, hogy 12:20 és 12:40 között egy átmeneti felhősödés történt, amely a napfogyatkozás miatt bekövetkező környezeti megvilágítás csökkenését tovább fokozta. A berepülési aktivitás is a totalitás után 15 percig (13:10-ig, RF: 10–15%) szünetelt, majd fokozatosan a szintje növekedni kezdett (mintegy RF: 30%-tól), amely növekedés közel a fogyatkozás végéig tartott. A csongrádi megfigyelések esetében is megnyilvánult, hogy a totalitást megelőző időszakban a berepülések száma jelentősen meghaladta a kirepülések számát, majd fordítva, a teljes fogyatkozást követő 15 perces aktivitási szünet után a gyűjtési induló dolgozók aránya volt a nagyobb a fogyatkozás végéig.

A nagytokei méhesben felvett aktivitási görbék menete nagyon hasonló az Alsópáhoknál, Pákozdnál, vagy a Felsőszállásnál kapott eredményekhez (4. ábra). A kirepülési gyakoriság egyenletesen csökkent a teljes fogyatkozásig, az aktivitás minimális szintje a totalitás után még 5 percig volt jellemző, majd 13:15-től (RF: 20%) 13:45-ig (RF: 80%) gyorsan növekedett a kaptárt elhagyó méhek percenkénti száma, ezt követően pedig, a fogyatkozás végéig csak kevésbé változott. A berepülő méhek aránya fokozatosan növekedett a napfogyatkozás előrehaladtával egészen 12:45-ig (9 perccel a totalitás előtt, RF: 10%), amikor maximális volt a visszatérési aktivitás. A teljes fogyatkozásakor a kaptárba repülő méhek száma erősen lecsökkent, de csak 20 perccel a totalitás után 13:15-kor (RF: 30%) érte el a minimumot. Ezután a fogyatkozás hátralevő fázisában a percenkénti visszatérési gyakoriság végig növekedett. A két aktivitási görbe egymáshoz viszonyított helyzete hasonló az előzőekhez, nevezetesen a teljes fogyatkozást megelőző időszakban a berepülés mértéke, azt követő időszakban pedig a kirepülés mértéke bizonyult nagyobbak.

A méhek gyűjtési aktivitásának mérésére az egyik lehetőség a kaptár kijáró nyílásánál történő számolás, a másik szokásos mód pedig a táplálékforrásnál megjelenő dolgozók számának regisztrálása (CORBET et al. 1993). KRÁL ATTILA is ez utóbbi lehetőséget választotta, amikor az 1 m² területű, virágzó fehér here állományt látogató méheket regisztrálta. A tízpercenként felvett adatait a 5. ábra mutatja. Az ábrán a változások tendenciájának egy jobb demonstrációja érdekében, Costa Rica-ban, egy teljes napfogyatkozás során, házíméhekkal végzett táplálék (méz) látogatási vizsgálat eredményét is közöljük BRICEÑO & RAMÍREZ (1993) adatai nyomán.



3. ábra. Felsőszállásnál és Jászszentlászlónál a háziméhek gyűjtési aktivitásának tízpercenkénti változása az 1999. évi teljes napfogyatkozás alatt. (Jelölések: N: egyedszám, üres körök: kaptárba berepülő dolgozók száma, kitöltött körök: kaptárból kirepülő dolgozók száma, T: lég hőmérséklet, fekete oszlop: a totalitás időszaka).

Figure 3. Change of foraging activity of honeybees recorded per ten-minute intervals at Felsőszállás and Jászszentlászló during the total solar eclipse in 1999. (Designations: N: number of individual, empty circles: number of workers entering the hive, filled circles: number of workers departing the hive, T: air temperature, black column: the time of totality).

Bár a pákozdi megfigyelés alatt kevés méh repült a herefoltba, azonban így is látható, hogy közvetlen a teljes fogyatkozás előtti 5 percre a méhek aktívak voltak, majd a nektárgyűjtés megszűnt, és a totalitás vége után még 40 percre nem volt viráglátogatás. A Costa Rica-ban történt napfogyatkozás hatása a méhek gyűjtési aktivitására, hasonló képet mutat a tárgyalt hazai aktivitási görbével (5. ábra).

A méhek viselkedési jellemzői a napfogyatkozás során

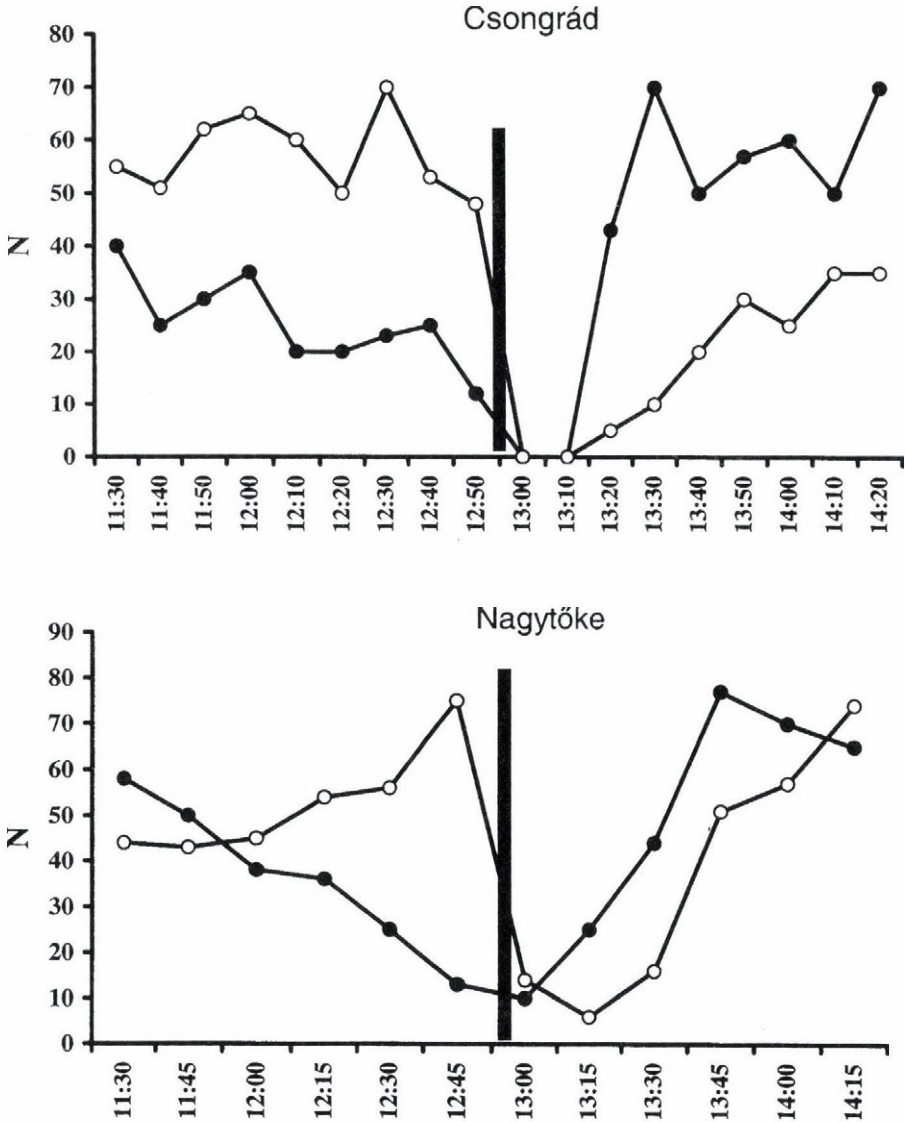
A méheket jól ismerő szakemberek, a benyomásaik szerint a napfogyatkozás alatt több, a szokásostól eltérő viselkedést, abnormális jelenséget figyeltek meg és írtak le. E dokumentációk közlése jelen cikk terjedelmi korlátját jelentős mértékben meghaladná, ezért a megfigyelt fontosabb viselkedési elemeket az 1. táblázatban rövidítve foglaltuk össze. A méheknek a napfogyatkozást kísérő fizikai-környezeti változásokra adott, feltűnően megnyilvánuló reakcióit, viselkedési eltéréseit, a méhészek egyöntetűen a teljes fogyatkozás alatt, valamint ezt közvetlenül megelőző és követő rövidebb-hosszabb periódusban észlelték. Ennek megfelelően a viselkedési elemeket három időszakaszba lehetett csoportosítani, amelyek a totalitás előtti percek, magát a teljes fogyatkozást, és a totalitás utáni percek foglalták magukba. A beszámoló alapján a méhek jellemző viselkedési változásait a napfogyatkozással kapcsolatban a következőképpen rekonstruálhatjuk:

A totalitást megelőző, 20 perces periódusban jelentkeztek a méhek első reakciói: néhány perccel a teljes takarás előtt, amikor a relatív fényintenzitás lecsökkent 10–20% közé, a gyűjtésből hirtelen tömegesen tértek vissza a méhek a kaptárakhoz, ahol a családok számától függően, több-százvezes létszámú, kívül rajzó populáció alakult ki. A kaptárba igyekvő dolgozók a bejárati nyílásnál torlódást okoztak. Ezt az aktivitási csúcsot a berepülési számolás adatai szintén jól mutatták (lásd 1–4. ábrákat). A totalitás előtti 1–8 percben a méhek szokatlan, zavart viselkedését tapasztalták a megfigyelők (erre utal a „zavarodottság”, „izgatottság” kifejezés az 1. táblázatban). A zavarok egy része a kaptárak tájolásával volt kapcsolatos: a kaptárak előtt egy-két méterre a méhek repülése lelassult, bizonytalanná vált, tétován keresték saját családjukat, függőlegesen fel-alá repültek (liftezés) vagy tájoló repülést végeztek a kijárával szembe fordulva, a röpdeszakára való repüléskor elvétették azt (főleg vagy alá repültek) vagy egyszerűen szinte ráestek arra. Általában nekirepültek a környező tárgyakra (például kaptár, konténer falának, fatörzsnek, növényeknek, a megfigyelő személynek, stb.) és ütközés után azokra rá is telepedtek (a gypsintől a lombkoronáig). A kaptár falára szállt méhek gyalogolva próbálták megközelíteni a kijárányílást. A saját kaptárjukat nem találó méhek egy része idegen kaptárakba repült be. Erre bizonyíték az a megfigyelés, hogy a totalitás után ezek a méhek jól láthatóan virággal megrakodva kirepültek az idegen családoktól és megkeresvén saját kaptárjukat, abba tértek be. A teljes fogyatkozási fázist megelőző rendellenes viselkedéshez sorolták a méhészek azt is, hogy a kintrekedt méhek a kaptárak körül, nagy felhőkben folyamatosan kavargtak a levegőben, némely esetben egészen magasra, a fák lombja fölé is röpültek. Ezzel párhuzamosan a méhészek gyakorlatában még elő nem fordult „különös”, „szokatlan”, „soha nem hallott”, „rajzáshoz hasonló”, „emelt szintű”, erős zúgó hangot adtak.

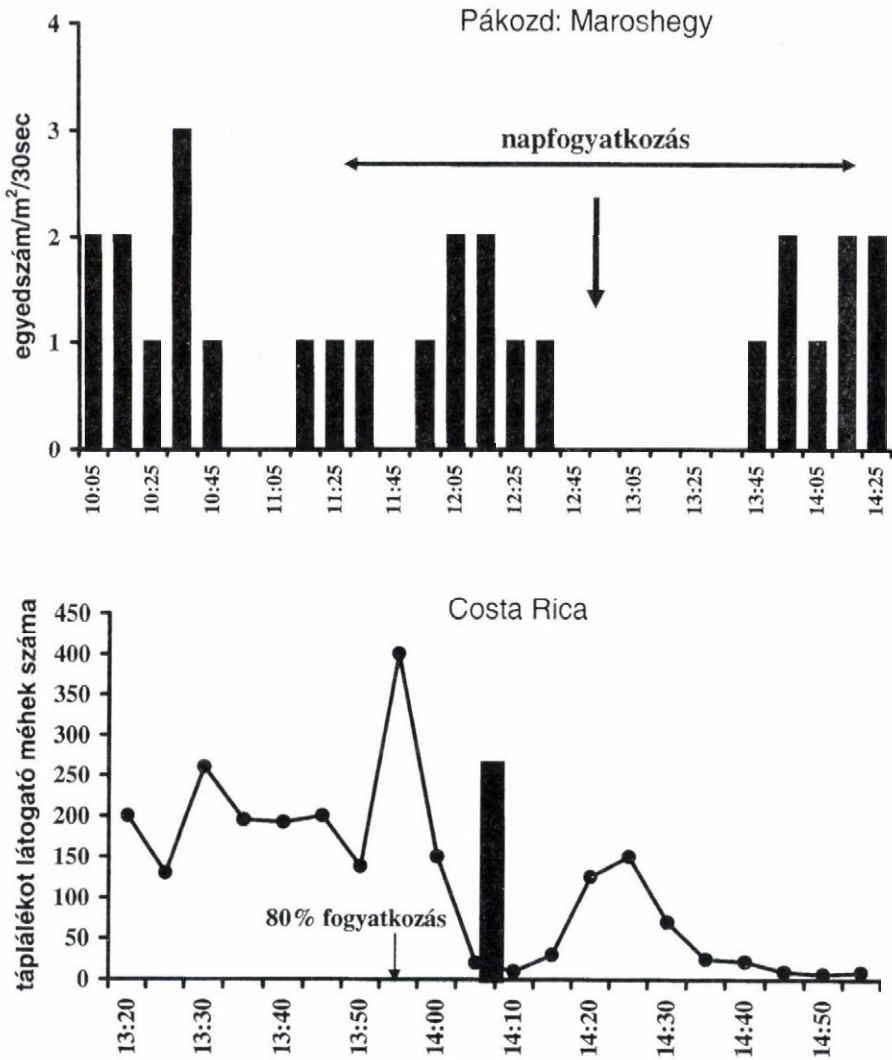
A teljes fogyatkozás rövid időtartama alatt a zavarodottságra utaló viselkedési elemek még inkább felerősödtek, az erős zúgás, a kavargó repülés, tárgyakra ütközés tovább folytatódott.

I. táblázat. A háziméhek viselkedési jellemzői a teljes napfogyatkozási sávban, a totalitás körüli időszakban, különböző magyarországi méhesekben, 1999. augusztus 11-én. (* = forrás: VÉRTES 2000).
Table 1. Behavioural characteristics of honeybees observed in different apiaries, within zone of total solar eclipse around the time of totality, at 11 August 1999. (* = source: VÉRTES 2000).

Hely és adatközlő	Viselkedés a totalitás			Megjegyzés
	Előtt	Alatt	Után	
Szentkirály (FARKAS BÉLA)	Virágpór-hordás, 70%	Virágpór-hordás	Virágpór-hordás, 50%	Zavarodottság nem volt
Kerekegyháza (SPONGA ISTVÁN)	Tömeges érkezés	Zavarodottság	Nincs gyűjtés	
Székesfehérvár (KOVÁCS JENŐ)	Gyűjtés 20'-cel előtte leállt		Gyűjtés 18'-cel később indult	
Felsőszállás (HERÉDI SZABÓ KÁROLY)		Nyugalom a kaptárban		Zavarodottság nem volt
Hólmézövásárhely (KOVÁCS FERENC)		Zavarodottság, izgatottság, zúgás	1,5-2 óra hosszat nem hagyták el a kaptárt	
Vát (KEVE GYÖRGY)	Százezres tömegek késve érkeztek	Zavarodottság, izgatottság, zúgás	Utána tömeges berepülés, sokáig minimális kirepülés	
Csongrád (PERCZE ISTVÁN)	Zavarodottság 8'-cel előtte, eltévedés	Zavarodottság, izgatottság, zúgás	Gyűjtés 40'-cel később kezdődik	
Alsópáhok (HERÉDI FERENC)	Zavarodottság 3'-cel előtte, eltévedés	Zavarodottság, izgatottság, zúgás	Utána 2'-ig berepülés, gyűjtés 45-50'-cel később kezdődik	
Pákozd (KRÁL ATTILA)	Közvetlen előtte: zavarodottság	Zavarodottság	Gyűjtés 48'-cel később kezdődik	
Jászszentlászló (BALDAVÁRI LÁSZLÓ)	Közvetlen előtte: zavarodottság	Zavarodottság, izgatottság, kaptártévesztés	Gyűjtés később	Totalitás alatt a kijáróból a méhek eltűntek
*Sárvár (NÉMETH BÉLA)	Zavarodottság 2-3'-cel előtte, zúgás, eltévedés	Zavarodottság	10'-ig kaptárba repülés, gyűjtés 20-30'-cel később normalizálódik	
*Kőszeg (FRANK JÁNOS)	Tömeges visszatérés 5'-cel előtte, zavarodottság	Zavarodottság, a kívülrekedtek repülnek	Közvetlen utána kaptárba repülés, gyűjtés 30'-cel később normális	
*Hegyhátsál (JAKAB ISTVÁN)	Tömeges visszatérés 2'-cel előtte	Zavarodottság, a kívülrekedtek repülnek	5-7'-cel később kaptárba repülés, gyűjtés 25-30'-cel később kezdődik	
*Úrhida (GULYÁS JÓZSEF)		Zavarodottság, a kívülrekedtek repülnek	Közvetlen utána kaptárba repülés bizonytalan tájfélassal, gyűjtés 50'-cel később normális	Totalitás alatt a kijáróban be- és kirepülés nincs
*Högyész (BUDAI ATTILA)	Tömeges visszatérés 15'-cel előtte	Zavarodottság, izgatottság, repülés, erős zúgás	5'-cel utána 1-1,5'-ig teljes nyugalom, 12'-cel később normális gyűjtés	Totalitás alatt a kijáróból a méhek eltűntek



4. ábra. Csongrádnál és Nagytőkénél a háziméhek gyűjtési aktivitásának tíz- és tizenöt percenkénti változása az 1999. évi teljes napfogyatkozás alatt. (Jelölések: N: egyedszám, üres körök: kaptárba berepülő dolgozók száma, kitöltött körök: kaptárból kirepülő dolgozók száma, fekete oszlop: a totalitás időszaka). **Figure 4.** Change of foraging activity of honeybees recorded per ten- and fifteen-minute intervals at Csongrád and Nagytőke during the total solar eclipse in 1999. (Designations: N: number of individual, empty circles: number of workers entering to the hive, filled circles: number of workers departing the hive, black column: the time of totality).



5. ábra. Háziméh dolgozók fehér here (*Trifolium repens*) állományban tízpercenként megfigyelt látogatási gyakoriságának (1 m²-en fél perc alatt megjelenő példányok száma) változása az 1999. évi teljes napfogyatkozás során. (Pákozd, 1999. 08. 11., észlelő: KRÁL ATTILA; a vízszintes nyíl: a napfogyatkozás időtartama, a függőleges nyíl: a totalitás ideje); Alsó ábra: háziméh táplálék-látogatási gyakorisága teljes napfogyatkozás során Costa Rica-ban, 1991. 07. 11-én (BRICEÑO & RAMIREZ 1993 adatai nyomán). (fekete oszlop: a totalitás ideje).

Figure 5. Change of visiting frequency of honeybee workers (number of individuals per 1 m² per half minute) observed per ten-minute intervals in a white clover (*Trifolium repens*) stand during the total solar eclipse in 1999. (Pákozd, 11. 08. 1999, observer: ATTILA KRÁL; horizontal arrow: the period of solar eclipse, vertical arrow: the time of totality) The lower Figure: Food-visiting frequency pattern of honeybees observed during total solar eclipse in Costa Rica at 11. 07. 1991 (based on data of BRICEÑO & RAMIREZ 1993). (Black column: the time of totality).

Volt arra is példa, hogy a totalitás kezdetekor méhek tódultak ki a kaptárakból, de ezek a sötétség miatt nem tudtak normálisan tovább repülni. Két esetben a kibocsátott méhméreg erős, jellegzetes szagát is lehetett érezni ebben a fázisban, ugyanakkor sehol sem tapasztalták, hogy a méhek agresszívva, támadóvá váltak volna. Néhány méhészetben megfigyelték, hogy a totalitás alatt a kijáró nyílásból eltűntek a méhek.

A teljes fogyatkozás utáni időszakban a méhek viselkedésére a következők voltak a jellemzők: Amint a Nap első sugarai kibukkantak, a kintrekedt méhek felszálltak a környező tárgyakról, növényzetről, gyepből és megkezdték a kaptárjukba való berepülést. Megfigyelhető volt, hogy számos méh újratájoló repülést végzett a kaptárja előtt. A kaptárt tévesztett dolgozók elhagyták az idegen családokat és felkeresték a saját otthont. Az esetek többségében az erős, zúgó hang alábbhagyott, de volt példa, hogy a totalitás után még 5 percig tartott. Amint kívülről a méhek berepültek, a kaptárakban általában rövidebb-hosszabb nyugalmi periódus volt, a gyűjtés szünetelt, és hosszabb, akár 50 perc is eltelt, amíg a folyamatos, normális aktivitás kialakult.

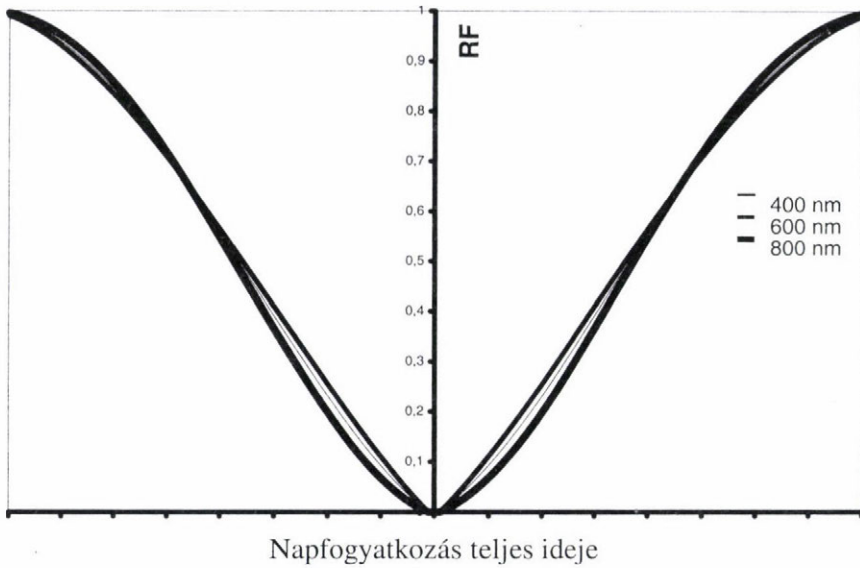
Összefoglalva és pontokba szedve, a dokumentációk alapján, a méhek rendellenes viselkedésére a következő elemek voltak a jellemzők a teljes fogyatkozás körüli időszakban:

- (1) tájolási zavar: saját kaptárt nem találták, tétova, lelassult, bizonytalan repülés, liftezés a kaptárak előtt;
- (2) a röpdeszkat elvették, a környező tárgyaknak nekirepültek;
- (3) repülés helyett gyalogolva közelítették meg a bejárati nyílást;
- (4) idegen kaptárba mentek be;
- (5) nagy rajok kívül rekedve össze-vissza repültek, kavarogtak, különös, erős zúgást keltenek, a környező fákra, tereptárgyakra, a megfigyelőkre telepedtek le;
- (6) konténerek, kaptárak falán izgatott futkosás;
- (7) kaptárakból méhek tódultak ki a totalitás kezdetekor (két megfigyelésnél);
- (8) méreganyag kibocsátása (két megfigyelésnél);
- (9) totalitás után újratájolás;
- (10) totalitás után egy ideig nyugalom és csend a kaptárakban (terjedelem: 12–90').

Értékelés

A méhek gyűjtési aktivitásának változása a teljes napfogyatkozás hatására

Számos megfigyelés gyűlt össze eddig a méhek napfogyatkozás során mutatott viselkedési változásairól, azonban ezek többsége részleges fogyatkozásra vonatkozik, másrészt ezeket az időbeni változásokat mennyiségi mérésekkel nem dokumentálták. Arra a kérdésre, hogy a teljes fogyatkozás milyen mértékű hatással lehet a méhek gyűjtési aktivitására, a jelenség ritkasága miatt, viszonylag kevés megbízható vizsgálat történt. Ilyen kvantitatív méréseket végzett BRICEÑO & RAMÍREZ (1993) a háziméheken, CORBET (2001) és LØKEN (1954) a poszméh fajokon.



6. ábra. A napfogyatkozás mértékének időbeli változása a relatív fényintenzitás (RF) szerint három különböző hullámhosszon (készítette GÁL JÓZSEF, ELTE Biológiai Fizika Tanszék; az RF= a részlegesen eltakart napkorong által kibocsátott fény intenzitása a takaratlan napkorong intenzitásának százalékában kifejezve).

Figure 6. Temporal change of the rate of solar eclipse according to the relative light intensity (RF) at three different wave-lengths (made by J. GÁL, Dept. of Biol. Physics, Eötvös Univ.; RF= ratio of light intensity radiated by partially covered and uncovered Sun disc, in percent).

Jelen vizsgálatunk arra irányult, hogy az 1999. évi teljes napfogyatkozás lehetőségét kihasználva, a totalitás sávján belül, több ponton, számláláson alapuló kvantitatív dokumentációt kapjunk a méhek táplálékgyűjtési aktivitásának változására. Az időegység alatt a kaptárból távozó és oda berepülő méhek számlálása igazolta a napfogyatkozás hatására bekövetkező időbeli aktivitás-változásokat. A nyolc méhészetben, az egyenlő időközökben végzett számolások a következő általánosítható megállapításokat teszik lehetővé.

A helyi meteorológiai elemek alakulása – annak ellenére, hogy az előző napok igen meleg, fülledt időjárásához képest, a hidegfront áthaladása nyomán, egy lehűlés következett be, több helyen felhőátvonulás, eső kíséretében – a napfogyatkozás napján nem akadályozták meg a méhek nektár- és virágporgyűjtő tevékenységét. A léghőmérséklet csökkenésének mértéke a teljes fogyatkozási sávban általában 3–8°C-ot tett ki helytől függően (JENKI 1999, WEIDINGER et al. 2001), de a legtöbb esetben a minimum 19–24°C volt. Ezt mutatták saját méréseink is, valamint a méhészek által rögzített legalacsonyabb hőmérsékleti értékek sem süllyedtek 19,6–20°C alá. Az *A. mellifera* gyűjtési (repülési) aktivitásának alsó küszöb-hőmérséklete a mérések szerint 9–11°C (CORBET et al. 1993), amely határ lényegesen alatta van a jelen napfogyatkozás során regisztrált minimum értékeknek. Ennek megfelelő-

en a léghőmérséklet nem gátolhatta a dolgozók repülését, így lehetővé vált az aktivitásváltozás nyomon követése a napfogyatkozás teljes időtartama alatt, 11:30 és 14:20 között.

Ugyanakkor néhány esetben megfigyelhető volt, hogy a frontátvonulás kapcsán az időjárási elemekben beálló gyors változás befolyásolta a méhek aktivitását. Például Felsőszálánál 12:10 körül hirtelen feltámadt a szél, és az addig borult idő napsütésesre fordult, ezzel párhuzamosan a hőmérsékletben először egy 3°C-os gyors visszaesés, majd 12:20-ra 1°C emelkedés következett be. A fizikai környezetnek ez a gyors változása kimutathatóan megnövelte időlegesen a méhek gyűjtési aktivitását (12:30-ig a kirepülési gyakoriság megnőtt, párhuzamosan a berepüléseké 12:20-ig csökkenő tendenciát mutatott). Csongrádnál a teljes fogyatkozás előtt 23 perccel, 12:30-kor, a vártnál korábban következett be a berepülés maximuma. Ennek okát abban látjuk, hogy 12:20 és 12:40 között egy átmeneti felhősödés történt, amely a napfogyatkozás miatt bekövetkező környezeti megvilágítás csökkenését tovább fokozta, így a méhek előbb észlelhették a sötétedést.

A teljes fogyatkozás jelentősen befolyásolta a háziméh gyűjtési aktivitását. A kirepülés gyakoriságának változása (csökkenése, majd növekedése) a totalitás körül többé-kevésbé szimmetrikus eloszlású volt. Követve a megvilágítás és a hőmérséklet változását, a kirepülési gyakoriság a teljes fogyatkozás alatt minimumra esett le, és azt követően több esetben, ez az alacsony aktivitási szint még 5–15 percig fennmaradt. Az 1–4. ábrák alapján a folyamatos gyűjtés a totalitás után többnyire 15–20 perccel (átlag: 18') indult meg, amikor a relatív fényintenzitás meghaladta a 20%-ot. Ha figyelembe vesszük más méhészek nem számolásból eredő megfigyeléseit is (lásd 1. táblázatban), akkor a teljes fogyatkozást követően a gyűjtés szünetelésére hosszabb átlagos időtartamot kapunk, hiszen több esetben 40–50 percnyi, vagy akár 1,5–2 órányi szünetről is tudósítanak. Ezzel szemben a dolgozók visszatérési gyakorisága aszimmetrikus eloszlást mutatott a teljes fogyatkozás idejéhez képest: átlagosan 11 perccel (terjedelem: 3–20 perc) a totalitás előtt (amikor az RF 15% alá csökkent) a méhek kaptárba repülése maximális volt, míg a minimum a totalitás után átlagosan 17 perccel (terjedelem: 6–30 perc) következett be.

A megfigyelt esetek többségében az is megállapítható, hogy a totalitás előtti időszakban a berepülés meghaladta a kirepülés mértékét, ezzel szemben a teljes fogyatkozás után a helyzet fordított, a kirepülés sokkal nagyobb ütemben növekedett (különösen a totalitást követő 40' alatt), mint a kaptárba repülés, amely utóbbi csak a fogyatkozás végére érte el az előbbinek a mértékét. A gyűjtésre vonatkozó fenti változásokat támasztja alá a háziméh esetében BRICEÑO & RAMÍREZ (1993) által kimutatott táplálékforrás-látogatás mintázat is (lásd 5. ábrát). Eszerint Costa Rica-ban a napfogyatkozás nem befolyásolta a táplálékot látogató dolgozók számát egészen az esemény késői szakaszáig, majd 80%-os takarási fázisnál a méhek száma hirtelen megugrott, a legtöbb méh a teljes sötétség fázisa előtt 5-7 perccel tért vissza a kaptáraikhoz. A totalitás után a gyűjteni induló dolgozók száma ismét emelkedett, bár kevesebb méh látogatta a mesterségesen kihelyezett mézforrásokat. CORBET (2001) és LØKEN (1954) a poszméhek viráglátogatási gyakoriságát vizsgálva teljes napfogyatkozások alkalmával, az itt leírt aktivitási változásokhoz hasonlókat regisztráltak: a nektárt gyűjtő *Bombus* fajok egyedszáma fokozatosan csökkent a fogyatkozás előrehaladtával, közvetlenül a totalitás előtt a gyűjtés megszűnt és azt követően 10–20 perc elteltével indult meg újra. A poszméhekkel végzett megfigyelésekkel kapcsolatban e szerzők hangsúlyozták, hogy a napfogyatkozás egy lehetőséget kínált arra, hogy a viszonylag rövid idő alatt bekövetkező jelentős mértékű besugárzási csökkenés hatását vizsgálják anélkül, hogy

a környezet lehűlése a gyűjtési aktivitás alsó küszöbhőmérsékletét elérné és azt gátolná. Vizsgálataik során a hőmérséklet csak csekély mértékben süllyedt le a napfogyatkozás alatt, ennek ellenére a gyűjtési aktivitás jelentősen lecsökkent, sőt szünetelt is egy ideig. Ebből CORBET (2001) arra következtetett, hogy a poszméhek torának hőmérséklete nem volt korlátozó hatással a repülésre, és a gyűjtési aktivitás átmeneti redukciójáért a fényintenzitás/megvilágítás csökkenése volt elsősorban a ható tényező. A háziméh mézgyűjtési aktivitásának drasztikus lecsökkenéséért BRICEÑO & RAMÍREZ (1993) szintén a fény hiányát, és a Napnak, mint tájékozódási referencia pontnak az eltűnését tartják felelősnek. Saját vizsgálati eredményeink is ezt támasztják alá, ugyanakkor az is jellemző volt, hogy amíg a kirepülési arány többé-kevésbé fokozatosan követte a megvilágítás csökkenését, illetve növekedését, ezzel szemben a gyűjtésben kintlévő dolgozók csak a napfogyatkozás egy viszonylag késői fázisában (RF < 20%) reagáltak hirtelen tömeges visszatéréssel az egyre gyorsabban növekvő sötétségre. Ezt a késői visszatérési reakciót BRICEÑO & RAMÍREZ (1993) ugyan csak kimutatta kísérleteiben.

A méhek viselkedési zavarainak lehetséges okai a napfogyatkozás során

A fogyatkozás előrehaladására az egyik feltűnő, első reakciója a méheknek a tömeges visszarepülés volt a kaptáraikhoz. Ez a jelenség ismert a háziméhek esetében, normális körülmények között hirtelen időjárás-változásnál, például nagysebességű, betörési hidegfront érkezése előtt közvetlenül szokott bekövetkezni (LAMPEITL 1999). Szépen írja le ezt a viselkedést DALMADY (1900) több mint száz évvel ezelőtt: „...meglepheti a méhet a vihar, de olyankor soha, mikor az ég lassan borul, mikor a Nap lassanként veszti fényét a felhők fátyola mögött, ...Az ég elsötétedése, s főleg a világosság változása untig elég, hogy a méh sietve meneküljön a kas felé.” Hazai méhészeti tapasztalatok szerint, ha hirtelen érkezik a vihar, a kijáró dolgozó méhek későn reagálva, oly tömegben érkehetnek egyszerre vissza a méhesbe, hogy eltömhetik a kaptárak nyílásait, ennek következtében számos méh pusztulhat kint.

A napfogyatkozás során a besugárzás (TÓTH 2001), ennek következtében a fényintenzitás is egyre gyorsuló ütemben csökkent a totalitás közeledésével. A fényviszonyokban ezek a változások sokkal rövidebb idő alatt következtek be, mint például ahogy ez az alkonyati órákban szokásos, így a méhek késve észlelték a sötétedést. A háziméh trikromatikus látása az UV, a kék és a zöld hullámhossz tartományokra érzékeny fotoreceptorokon alapul. A táplálékforrások (virágok) felderítésében a színkontrasztnak és a felületről (szirmokról) visszavert fénynek, különösen a zöld színnek jelentős szerepe van a méheknél (KEVAN et al. 2001). A besugárzás drasztikus intenzitás-csökkenése a napfogyatkozás alatt az egész spektrumot érintette, beleértve az UV tartományt is (TÓTH 2001), ennek következtében ez a változás egy határérték alatt már zavarhatta vagy akadályozhatta a virágok észlelését, ami kiválthatta a méhek tömeges visszatérését. A méhészek szerint a gyors hazatéréshez még az is hozzájárulhatott, hogy a sötétedés hatására a nektárkiválasztás lecsökkent, számos virág becsukódott, következésképpen a méhek számára a gyűjtési lehetőségek beszűkültek.

A méhészek által több helyen is megfigyelt viselkedési zavarok többsége a méhek térbeli tájékozódásával volt kapcsolatos (lásd a pontok közül az 1–5., és 9. tételket). Ilyen tájékozási zavarokat nemcsak a jelen megfigyelések során mutattak ki, hanem az irodalomban is ugyanezen jelenségekről számolnak be a teljes napfogyatkozások során. Az USA-ban LOYER, (cit in ANONYMUS 1964) tapasztalta közvetlenül a totalitást megelőzően, hogy a visszatérő

háziméhek repülése megzavarodott a kaptár előtt 3 méterre, és a röpdeszkat elvétették, vagy a kijáró nyílást nem is találták meg. Indiában DIVAN (1980) *Trigona iridipennis* és az *Apis cerana indica* méhfajok esetében szintén azt találta, hogy a gyűjtésből visszatérő méheknek közvetlenül a totalitás előtt nehézségbe ütközött megtalálni a kaptárjukat, illetve a bejárati nyílást. Megfigyelte mindkét faj egyedeinek viselkedésében a liftező repülést a teljes fogyatkozásnál, valamint az *A. c. indica* esetében a kaptár bejáróhoz történő egyenes vonalú helyett, a tájoló repülési formát. Hasonló tájékozódási zavart lepkék esetében is megfigyeltek, például a kacsafarkú szender a maximális fogyatkozás idején többször is egy téglafalnak nekirepült (SZÖVÉNYI et al. 2001)

A tájékozódási zavarok megjelenése a méhek viselkedésében a teljes fogyatkozás időszakához kapcsolódnak. A totalitás sávján kívüli helyeken, a részleges fogyatkozás esetében, a méhészek beszámolóí nem tartalmaznak zavartsággal kapcsolatos megfigyeléseket, csupán a dolgozó méhek hirtelen tömeges visszatérését, valamint a gyűjtés szünetelését említik. Így például Hahótnál (Zala megye) a totalitási sáv határán éppen kívül, 99,9%-os maximális fogyatkozás esetén semmiféle zavartság nem volt (LÖRINC LAJOS méhész közlése). Ugyancsak nem tesz említést viselkedési zavarokról GIBER LAJOS Poroszlónál (97,6% fogyatkozás), ahol megfigyelése szerint a méhek csupán „nagy intenzitással igyekeztek hazafelé, úgy mint máskor napnyugta előtt” (cit. in VÉRTES 2000), valamint LAKATOS ISTVÁN Maglódnál (99,1% fogyatkozás), aki szerint a méhek „úgy repültek haza, mint a vihar előtt szoktak” (cit. in VÉRTES 2000).

Mindezek alapján nem zárható ki, hogy a totalitás idején megnyilvánult tájékozódási zavarok kiváltó okát az égbolt polarizáció ekkor bekövetkező éles változásában kereshetjük. FRISCH (1949) volt az, aki már korán felfedezte, hogy a háziméhek az égbolt polarizációs mintázatát is felhasználják a térbeli tájékozódásukban, HELVERSEN & EDRICH (1974) pedig kimutatta, hogy e mintázatot az UV tartományban látják.

A hártácsszárnyú rovarok között számos csoporton belül dokumentálták az összetett szem fejtetői régiójában, a cornea és a retina polarizált fény érzékelésére alkalmas struktúráit (AEPLI et al. 1985), amely fotoreceptorokat a háziméh esetében is kimutatták (LABHART 1980). Ennek a specializált szemrésznek a polarizált fény látásában betöltött szerepét WEHNER & STRASSER (1985), valamint ROSSEL & WEHNER (1986) kísérletekkel igazolta. A méhek képesek érzékelni a lineárisan poláros fény rezgési síkját, és az égbolt polarizációs mintázatából meg tudják határozni a szoláris meridián irányát akkor is, ha a Nap közvetlen nem látható, például felhő- vagy tereptárgy-takarás, vagy napnyugta miatt.

BERNÁTH et al. (2001) megmérték, hogy az égbolt polarizációs mintázatának változása 98%-os fogyatkozási határnál lépett fel és a totalitás alatt végig fennállt, ezt megelőzőleg a normális mintázattól alig volt eltérés. A totalitás kezdetére az égbolt polarizációs jellemzőiben hirtelen drasztikus változás kezdődött, amely a teljes fogyatkozás során folyamatosan módosult, többek között, a polarizáció foka a normálisnál jelentősen kisebb volt (BERNÁTH et al. 2001). Valószínűsíthető, hogy a normális polarizációs mintázatnak e hirtelen megváltozásával, a gyűjtésből hazatérő méhek elvesztették a térbeli tájékozódásuk utolsó lehetőségét is, ezért lehetett a totalitás idején zavart viselkedésüket észlelni.

A kérdés végleges tisztázásához azonban a jövőben még számos további kísérletre, illetve megfigyelésre lesz szükség a teljes napfogyatkozások során.

Köszönetnyilvánítás. A szerzők hálás köszönettel illetik a megfigyelésben résztvevő méhés szakembereket a kért mérések precíz végrehajtásáért és a méhek viselkedésére vonatkozó egyéb információk szíves átadásáért. Nélkülük a cikkünkben közreadott eredmények nem jöhettek volna létre. Jelen vizsgálatainkat T 023284 számú OTKA téma keretében végeztük.

Irodalom

- ANONYMUS (1964): A méhek viselkedése napfogyatkozáskor. (LOYER 1964, in: Gleanings in Bee Culture, 2. USA.) – Méhészet, áprilisi szám, p. 77. (Lapszemle)
- AEPLI F., LABHART T. & MEYER E. P. (1985): Structural specializations of the cornea and retina at the dorsal rim of the compound eye in hymenopteran insects. – Cell Tissue Res. 239: 19–24.
- BALDAVÁRI L. (2001): Méhek viselkedésének változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatására egy méhészetben – Állattani Közlemények 86: 136–143.
- BERNÁTH B., POMOZI I., GÁL J. & HORVÁTH G. (2001): Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai. – Állattani Közlemények 86: 81–92.
- BRICEÑO R. D. & RAMÍREZ W. (1993): Activity of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and some spiders (Araneidae) during the 1991 total solar eclipse in Costa Rica. – Rev. Biol. Trop. 41: 291–293.
- CORBET S.A. (2001): Foraging bumblebees and the 1999 solar eclipse. – Entomologist's Monthly Magazine 137: 137–138.
- CORBET S. A., FUSSEL M., AKE R., FRASER A., GUNSON C., SAVAGE A. & SMITH K. (1993): Temperature and the pollinating activity of social bees. – Ecol. Entomol. 18: 17–30.
- DALMADY Z. (1900): A méh és az eső. – Természettud. Közlem. 32: 356–357.
- DIVAN V. V. (1980): Honey bee behaviour during total solar eclipse. – Indian Bee J. 42: 97–99.
- FORGÁCS J. (1999): Teljes napfogyatkozás Magyarországon. – AKG Kiadó, Budapest pp. 95.
- FRISCH K. VON (1949): Die Polarisation des Himmelslichtes als orientierenden Faktor bei den Tänzern der Bienen. – Experientia 5: 142–148.
- HELVERSEN O. VON & EDRICH W. (1974): Der Polarisationsempfänger im Bienenaugenauge: ein Ultraviolett-rezeptor. – J. Comp. Physiol. 94: 33–47.
- HÉJÁS E. (1926): A sikeres méhészkedés feltételei, módja és eszközei. – Patria Irodalmi Vállalat és Nyomdai RT, Budapest p. 448.
- JENKI SZ. (1999): Időjárás helyzet augusztus 10–11-én. – Léghőmérő 44: 6–7.
- KEVAN P. G., CHITTKA L. & DYER A. G. (2001): Limits to the salience of ultraviolet: lessons from colour vision in bees and birds. – J. Exp. Biol. 204: 2571–2580.
- LABHART T. (1980): Specialized photoreceptors at the dorsal rim of the honeybee's compound eye: polarizational and angular sensitivity. – J. Comp. Physiol. (A) 141: 19–30.
- LAMPEITL F. (1999): Méhészkedés. Eugen Ulmer & HOGYF Editio, Budapest p. 167.
- LØKEN A. (1954): Observations of bumblebee activity during the solar eclipse June 30, 1954. – Universitetet i Bergen Arb. Naturv. R. 13: 3–6.
- ÖRÖSI PÁL Z. (1968): Méhek között. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 635.
- ROSSEL S. & WEHNER R. (1986): Polarization vision in bees. – Nature 323: 128–131.
- SZÖVÉNYI G., SZENTKIRÁLYI F. & NAGY B. (2001): Egyenesszárnúak és egyéb nappali rovarok aktivitásainak változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. – Állattani Közlemények 86: 93–114.
- TÓTH Z. (2001): A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján. – Állattani Közlemények 86: 75–80.
- VÉRTES E. (2000): A teljes napfogyatkozás Vas megyében 1999. augusztus 11-én. – Jelentés. Gothard amatőrcsillagászati Egyesület, Szombathely, p. 127.

- WEHNER R. & STRASSER S. (1985): The POL area of the honey bee's eye: behavioural evidence. – *Physiol. Entomol.* 10: 337–349.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárás helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – *Állattani Közlemények* 86: 59–74.

The impact of total solar eclipse of 11 August 1999 on behaviour and foraging activities of honeybees

FERENC SZENTKIRÁLYI & LÁSZLÓ SZALAY

Involving beekeepers the authors investigated the impact of total solar eclipse on behaviour and foraging activity of honeybee (*Apis mellifera carnica*). Observations were made in eight apiaries selected different localities inside the zone of total solar eclipse. The number of individuals per minute of bee-workers departed and returned from foraging route was recorded at the entrance hole of hive. Counting was kept during the whole period of solar eclipse in every ten minute. As it was expected in case of daily-active insects the foraging activity level of bees was decreasing, as the solar eclipse was going ahead, and following a short inactive period after the totality it was rising up again. The number of bee-workers flying out and returning home showed different temporal distribution during the total solar eclipse. First the decreasing then increasing number of departing bees was gradually following the rate of change in illumination, and the foraging started after the totality by 20 minutes later in average. The distribution of activity of workers returned from foraging to the beehive was asymmetrical around the time of totality. In minutes preceding immediately the total eclipse the number of returning bees in mass to the hive formed a characteristic peak of landing before it was decreasing to the minimum after totality 17 minutes in average. Abnormal, disturbed behaviour of bees was observed just before and during the totality. Disturbance was mainly related to the spatial orientation of honeybees: their flight became uncertain in front of the hives, and despite of compassing flight they missed the flight-deck, they flew against surrounding objects, they did not find own hives, so they entered into unfamiliar hives. During totality hundred-thousands of bees remained outside of hives whirling in the air or moving on the surface of surrounded objects while they were producing never heard, strange and intensive buzzing that finished with the end of darkness. It is very probable that sharp, drastically change in pattern of polarisation in the sky also contributed to troubles in compassing of bees.

Méhek viselkedésének változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatására egy méhészetben *

BALDAVÁRI LÁSZLÓ

H-1183 Budapest, Trencsén u. 1., E-mail: baldavarimez@freemail.hu

Összefoglalás. A szerző videofelvétellel követte nyomon a háziméhek (*Apis mellifera* L.) gyűjtési aktivitásának és viselkedésének időbeli változásait az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt, egy magyarországi méhészetben. Egy átlagos család esetében a dolgozó méhek egy perc alatti kirepülésének és a visszatérésének leszámolása tízpercenként történt a videoszalagról. A méhek a Nap relatív fényintenzitásának 10% alá csökkenésekor kezdtek erőteljesen reagálni a növekvő sötétedésre, és a teljes fogyatkozás előtti 5 percben tömegesen repültek vissza a kaptárakhoz a virágport gyűjtő dolgozók. Ezzel párhuzamosan a kirepülések gyakorisága jelentősen lecsökkent. A teljes fogyatkozás alatt és ezután még egy óráig erősen csökkent gyűjtési aktivitás szint volt a jellemző. A teljes fogyatkozás, valamint a megelőző és követő néhány perc alatt, a méhek viselkedésében a zavarodottság volt megfigyelhető, amely a következőkben nyilvánult meg: a tájolási képesség zavara (saját kaptár megtalálása, berepülés idegen kaptárakba, nekirepülés környező tárgyakra); a tömegesen kinnrekedt méhek különös zúgó hangot adtak; a teljes fogyatkozást követő néhány percben számos dolgozó erős kimerültséget mutatott (mozdulatlanság, vánszorgó gyaloglás, potroh pulzálása-intenzív légzés); számos kívül maradt, ülő méh a szárnyaival ventilált; az ismét gyűjtésre induló méhek szokatlanul repültek el a kaptár faláról.

Kulcsszavak: teljes napfogyatkozás, háziméh, *Apis mellifera*, gyűjtési aktivitás, viselkedési zavar.

Bevezetés

A napfogyatkozás alkalmával a fizikai környezet számos olyan jellemzője, mint például a napsugárzás összetevői, az égbolt polarizációs mintázata, vagy a meteorológiai elemek megváltoznak (BERNÁTH et al. 2001, TÓTH 2001, WEIDINGER et al. 2001) és ezek a változások különböző mértékben befolyásolhatják a nappali és az éjjeli állatok, így a rovarok (SZENTKIRÁLYI et al. 2001, SZÖVÉNYI et al. 2001), vagy a madarak (CSÖRGŐ et al. 2001) aktivitásait is.

A nappali rovarok egyik fontos és jól megfigyelhető csoportját képezik a méhek is. SZENTKIRÁLYI & SZALAY (2001) számos méhészteljes bevonásával kimutatta, hogy a háziméh dolgozóinak gyűjtési aktivitása jól mérhető módon megváltozott a teljes napfogyatkozás alatt, sőt több jellemző viselkedési reakció is sikerült dokumentálniuk.

Célkitűzésünk az volt, hogy egy, a teljes fogyatkozás sávjába eső méhészetben, videofelvétellel folyamatosan végigkövessük és dokumentáljuk a háziméh viselkedésében fellépő változásokat.

* Előadta a szerző az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

Anyag és módszer

A napfogyatkozással kapcsolatos megfigyelés SZABÓ ANDRÁS 150 családos méhészetében, a teljes fogyatkozás sávjának középvonalához közel eső Jászszentlászlón (Bács-Kiskun megye, $\varphi = 46^{\circ}34'$, $\lambda = 19^{\circ}46'$), egy akácokban történt. A termelő családok kaptárai 10 keretes Hunor fészkekből és 10 keretes Hunor méztérből álltak, amelyekben a lépek nagysága megegyezett. A méh fajtája krajnai volt. A videofelvétellel dokumentált megfigyelést BALDAVÁRI LÁSZLÓ méhész, OMME IB tag, végezte úgy, hogy a kamera egy adott kaptár kijárójára és röpdeszékjára irányult.

A körzetben 1999. augusztus 10-én szép, napos meleg időjárás volt a jellemző, amelyet estefelé növekvő felhőzet követett. Augusztus 11-én hajnalban (5:30-kor) villámlással, jégesővel kb. 1/2 órán keresztül erős zivatar volt Jászszentlászló térségében, az áthaladt markáns hidegfrontnak köszönhetően (WEIDINGER et al. 2001). A hűvös és borongós reggelt követően, helyi idő szerint 10 óra után az eget fátyolfelhők borították, és a teljes napfogyatkozásig időnként kisebb-nagyobb felhőátvonulás történt. 11 óra körül már melegeedett az idő, a Nap időnként kisütött. A napfogyatkozás helyi idő szerint 11:29:17-kor kezdődött el és 14:16:29-kor fejeződött be. A teljes napfogyatkozás 12:52:29 és 12:54:49 között, 2'20" alatt zajlott le.

A léghőmérséklet alakulását, 0,1°C pontosságú digitális hőmérővel 0,5 m magasan, árnyékban mértük a kaptárak mellett. A hőmérséklet a teljes napfogyatkozás előtt 11:40-kor mutatta a maximumot (29,5°C) és a minimumot (19,6°C) 10 perccel a teljes fogyatkozás után érte el. A megfigyelési periódus alatt a hőmérséklet 9,9°C-kal csökkent.

A videofelvétel többszöri megtekintése során, az adott kaptárra vonatkozóan, a méhek gyűjtési aktivitását jellemző adatok, valamint a viselkedési elemekben bekövetkezett változások utólag megállapíthatók voltak. E céllal tízperces időközönként megszámláltuk a kaptárból egy perc alatt gyűjtésre kirepült méhek számát, továbbá a virággporral megrakottan, valamint a csak nektárral vagy vízzel visszarepült dolgozók egy perc alatti egyedszámát. Ezen aktivitások időbeni változását az 1. ábra mutatja. További elemzések találhatóak még SZENTKIRÁLYI & SZALAY (2001) cikkében.

A videofelvétel eredménye

A videofelvétel 11:37-kor kezdődött. Ekkor a hőmérséklet 25,3°C volt. A napfogyatkozást megelőző időszakban egészen 12:10-ig a méhek virágporgyűjtése intenzíven és zavartalanul folyt. A videofelvétel szerint a napfogyatkozás során a következő változásokat lehetett dokumentálni:

- 11:40: A napsütéses rövidebb időszak hatására a hőmérséklet eléri maximumát, 29,5°C-ot. Ezt követően a léghőmérséklet fokozatosan csökken a teljes napfogyatkozást követő első tíz perc végéig.
- 11:49: Az ég ismét fátyolfelhős.
- 11:50: A hőmérséklet 23,8°C. Nagyjából ugyanannyi méh repül ki a kaptárakból, mint amennyi hazatér.

- 12:00: A hőmérséklet 22,0°C.
- 12:01: Az ég befelhősödik. Kirepülő és berepülő méhek száma közel egyenlő.
- 12:03: A Nap kisüt.
- 12:04: A virágpor-hordás egyenletes.
- 12:05-től: A Napot felhő borítja.
- 12:10: A hőmérséklet 20,9°C. Késő délutánra emlékeztető hangulat a méhesben.
- 12:20: A hőmérséklet 20,6°C. Ettől az időponttól több a hazatérő, mint a gyűjteni kirepülő méhek példányszáma.
- 12:23: A Nap kisüt. A levegő egy kissé ismét melegszi (20,8°C).
- 12:25: Az ég ismét felhős. (21,0°C).
- 12:30: A hőmérséklet 20,9°C. A sötétedés egyre jobban érzékelhető.
- 12:35: Esti, 19 órai sötétség, több méh lepi el a kijárót, a Nap néha kisüt.
- 12:40: A hőmérséklet 20,3°C. Az ég felhős.
- 12:42–12:43: A Nap süt, az ég szürke. A hazatérő méhek száma egyre több.
- 12:45: A virágporral visszatérő méhek száma ugrásszerűen megnő, ugyanakkor a kirepülés gyakorisága lecsökken.
- 12:48: A Nap süt. A virágport szállító méhek tömeges hazatérése miatt a kaptárak előtt nagy a tumultus. Nemcsak a saját, de más kaptárakba is behatolnak a virágporral megrakott méhek.
- 12:49: A Napot felhő borítja, az árnyék nem látszik. A méhek hangszíne megemelkedett, hangosabban zúgnak.
- 12:50: A hőmérséklet 19,7°C. A Nap megint kisütött. Az érkező méhek a kaptár tetejéig felrepülnek.
- 12:51: Folyamatosan sötétedik, már majdnem teljes a fogyatkozás, félhomály van. A kinnrekedt méhek felrepülnek az akácfák fölé, úgy zúgnak, mint amikor rajzás van.
- 12:52:29–12:54:49 a teljes napfogyatkozás időszaka: A hőmérséklet 19,7°C. Szinte éjszakai a sötétség. Nagyon sok, a kaptárakon kívül rekedt méh a levegőben kavargó. A kijárónyílásból eltűntek a méhek, behúzódtak a kaptárak belsejébe, amelyeken belül elhalkult a zsongás.
- 12:55: Kezd világosodni. A méhek a fák lombjából húzódnak le a kaptárak felé. Nagy a zűrzavar a méhek között. Mindennek nekiütköznek, a megfigyelő testének, a kamerának, a fák törzsének, a kaptáraknak. Minden méh egyszerre próbál bejutni a kaptárakba, ennek következtében a kijáró nyílásoknál nagy a felfordulás.
- 12:56–13:00: A teljes fogyatkozás előtt számos méh más kaptárba repült be, ezek a Nap újbóli előbukkanásakor virágpor-terhükkel ismét megjelennek, és saját kaptárjaikat megkeresik. Virágport szállító méhek szinte rázuhannak a röpdeszkára, potrohuk erősen pulzál. Leszállás után nem mennek be a kaptárba. Nemcsak a röpdeszkákon, hanem a kaptár homlokfalán is mozdulatlanul ülnek. Testtartásukra jellemző, hogy kb. 10 fokos szögben előredőlvé, a röpdeszkához simulnak. A csápjait mozgatva

- keresik a kaptárból kiáramló, a saját családjukra jellemző illatanyagot. Úgy tűnik, mintha kifáradtak volna, és nehezükre esne a mozgás a nagy virágpór teherrel. Az egyik vizsgált méh a szárnyaival ventilál, potrohgyűrűit ritmikusan kitágítja-összehúzza, az utolsó gyűrűt, ahol a méregzsák van, lefelé hajlítja, lábaival szokatlanul nagy terpesztartásban áll. Hátsó lábait szinte húzza maga után. Számos ilyen vándorszorgó méhet látni. Megtorpant az élet a röpnyílásokban. Csak egy-két méh röpköd, nagyon párás, hűvös a levegő.
- 13:02: A hőmérséklet 19,6°C. Azok a méhek, amelyek kint, a gyűjtési területükön, virágokon élték át a teljes napfogyatkozást, most repülnek csak haza a kaptárakhoz, láthatóan frissek, nincsenek kifáradva.
- 13:03: Süt a Nap, kora reggeli a hangulat. Teljesen leáll a méhek aktivitása. A kaptárakból sem ki, sem be nem repülnek a dolgozók.
- 13:04: Süt a Nap. A hőmérséklet 19,6°C.
- 13:06: Méhek nincsenek a levegőben.
- 13:07: A hőmérséklet 19,6°C. Egyáltalán nem repülnek a méhek. A virágpóros méhek is behúzódtak már a kaptárakba. Nincs élet a kijáróban. A zúgás is elcsendesedett.
- 13:10: A hőmérséklet 19,7°C. Kezd a hőmérséklet emelkedni. A minimum hőmérséklet (19,6°C) 6 percig tartott. Fátyolfelhős az ég, dél felől gyors felhők érkeznek.
- 13:11: A hőmérséklet 19,8°C. Több méh jelenik meg a kijáróban.
- 13:14: A hőmérséklet 19,9°C. Még mindig nincsen tömeges kirepülés.
- 13:19: A hőmérséklet 20,2°C. A Nap süt. A videofelvételnek vége.

Körülbelül még egy óra hosszat figyeltük a méheket. 14:00 óra körül még mindig nem állt helyre a méhek megszokott élete. Nagy mozgásaktivitás még ekkor sincs, csupán egy-két méh hagyta el a kaptárakat.

Értékelés

Általános tapasztalat, hogy ha a Nap elé nagyobb, vastagabb felhő vonul, vagy zivatar közelít, a sötétedés hatására a méhek abbahagyják gyűjtési tevékenységüket és azonnal a kaptáraikhoz igyekeznek (ÖRÖSI 1968, LAMPEITL 1999, SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001).

Ennek alapján várható volt, hogy a napfogyatkozást kísérő, egyre fokozódó és gyorsuló ütemben fellépő sötétedés ki fogja váltani a terepen kintlévő, gyűjtőgető méhek hazatérését. Megfigyelésünk szerint a méhek 12:40 körül, amikor a Nap relatív fényintenzitása már 10%-ra csökkent, kezdtek erőteljesen reagálni e környezeti változásra, és ezt követően tömegesen repültek vissza a kaptárakhoz.

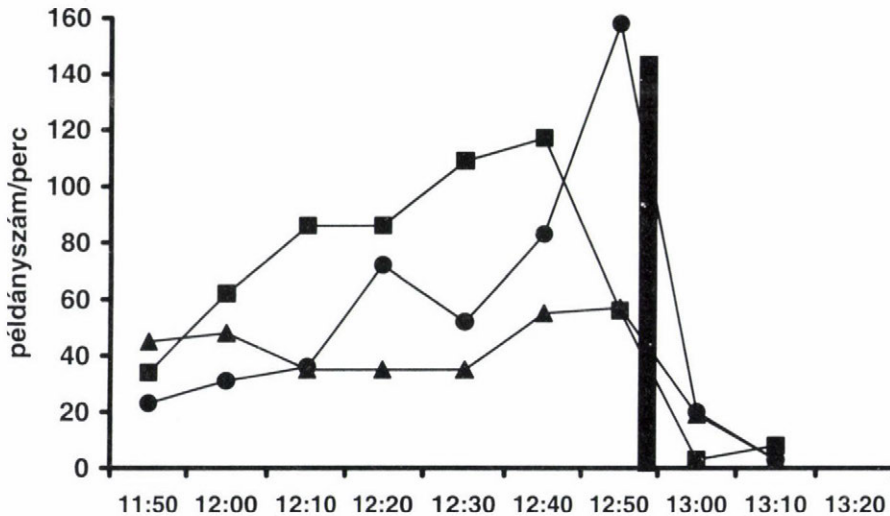
Korábban a virágpór, a nektár illetve víz hordása (ez utóbbi a fiasítás időszakában igen fontos) megfelelő intenzitással folyt, azaz a kirepülő, valamint a hazatérő méhek időegység-
re eső egyedszáma nagyjából egyensúlyban volt. 12:40-ig a kaptárt elhagyó méhek száma folyamatosan növekedett (1. ábra), ezt követően pedig jelentős mértékben visszaesett, a teljes fogyatkozás alatt és után még hosszabb ideig a kirepülés majdnem szünetelt. A virágpór

ral visszatérő méhek száma 12:40-ig, a felhőátvonulástól függően ingadozva, mérsékelten növekedett. Ezután a virágporral berepülő dolgozók száma ugrásszerűen megnőtt. A legtöbb méh a teljes fogyatkozást megelőző néhány percben tért vissza a kaptárakhoz (lásd 12:50-kor az 1. ábrán).

A nektárt vagy vizet hordó méhek száma ugyanakkor a teljes fogyatkozást megelőző egész időszakban sokkal kevésbé ingadozott, többé-kevésbé azonos aktivitási szintet mutatott, és csak az utolsó 10 percben növekedett kisebb mértékben (1. ábra). Ennek okát nem ismerjük, mindenesetre az megállapítható, hogy a dolgozóknak csak egy kisebb hányada nem hordott virágport.

Az elsötétedés kezdetére a méhek egy igen jelentős része nem tudott időben a kaptárjába bejutni, ezek kénytelenek voltak a teljes fogyatkozást kint megvárni és csak ezt követően tértek be. A teljes fogyatkozás után 10 perccel gyakorlatilag a berepülés is megszűnt. Általánosan jellemző volt még a méhek viselkedésére, hogy a teljes fogyatkozást követően hosszabb-rövidebb ideig – jelen esetben egy órahosszáig – nem tért vissza a normális táplálékgyűjtési aktivitás (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001).

Ezt a tartósan alacsony aktivitási szintet azonban nem a hőmérsékleti változások okozták, hiszen a teljes fogyatkozást követően 20°C feletti értékeket regisztráltunk, hanem a napfogyatkozás által előidézett fényintenzitás időleges csökkenésére adott reakció.



1. ábra. Egy kaptár kijáró nyílásánál egy perc alatt kirepülő, illetve berepülő háziméh dolgozók egyedszáma az 1999. augusztus 19-i teljes napfogyatkozás során, Jászszentlászló mellett. (■: kirepülő méhek; ●: csak nektárt vagy vizet hordó, berepülő méhek; ▲: csak virágport hordó, visszarepülő méhek).

Figure 1. Number of individuals per min. of the departing and arriving bee workers recorded at the entrance of hive during the total solar eclipse on 19 August 1999, in the vicinity of Jászszentlászló. (■: departing bees; ●: arriving bees carrying nectar or water; ▲: arriving bees foraging only pollen).

A másik dokumentált változás a méhek viselkedésében a zavarodottság volt, amelyet a teljes fogyatkozás alatt, illetve közvetlen előtte és utána néhány percig lehetett tapasztalni. Ez megnyilvánult egyrészt abban, hogy a saját kaptárjukat nem találták meg, illetve eltévesztve idegen kaptárakba repültek be a méhek, másrészt, hogy a kinnrekedtek szokatlan, különös zúgó hangot adtak, továbbá abban, hogy a teljes fogyatkozást követő percekben mindennek nekirepültek, ami tájékoztató zavarra utalhatott.

Ezek a jelenségek más méhészetekben is előfordultak a napfogyatkozás során (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001). Mivel ez a zavar kizárólag a teljes fogyatkozásakor és annak szűk, egy-két perces környezetében lépett fel, feltételezhető, hogy kialakulásában szerepet játszott az égbolt polarizációs mintázatának ugyanezen időszakban bekövetkezett jelentős megváltozása (BERNÁTH et al. 2001, SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001). Ezt az állítást alátámasztja az a tény, hogy a méhek repülésükkel kapcsolatos tájékoztató során felhasználják az égbolt polarizációs mintázatát is (FRISCH 1949, BERNÁTH et al. 2001).

A teljes fogyatkozást követő néhány percben számos dolgozó a fáradtság benyomását keltette (például mozdulatlanság, vánszorgó gyaloglás, potroh pulzálása-intenzív légzés). Ez egyrészt kapcsolatban lehetett a napfogyatkozás okozta viselkedési zavarral is. Másrészt az is okozhatta, hogy a kinnrekedt méheknek elfogyott a repülőizmaik energia-igényes működtetéséhez szükséges cukortartaléka a napfogyatkozással járó 3–4 perces többletrepülés során, amit a virággal teherrel kellett a levegőben eltölteniük.

Egyes hazai megfigyelések szerint, egy adott forrásról történő gyűjtés esetén, a dolgozó méhek viszonylag pontosan kiszámítják az „üzemanyagukat”, mivel a harmadik kirepüléstől kezdve csak annyival több mézet szívnak fel a szükségesnél, ami 100–150 méter többletút megtételéhez elég. Amennyiben a méhek mézhólyagjából kiürül a méz, akkor a repülésükhöz nincs elég energia, sőt a méhek akár el is pusztulhatnak (ÖRÖSI 1968, LAMPEITL 1999). Ugyanakkor azok a méhek, amelyek a teljes fogyatkozást kint a terepen, távol a kaptártól élték át, és csak később, a világosban tértek vissza a gyűjtőútjukról, nem mutattak fáradtságra utaló jeleket, láthatólag frissen, zavar nélkül repültek.

A videofelvétel többszöri megtekintése során egyéb, a szokásostól eltérő viselkedést is meg lehetett figyelni. Nevezetesen azt, hogy a teljes fogyatkozást követően a gyűjtésre induló méhek nem azonnal repültek el a kijáró nyílástól, hanem először a kaptár elülső falán kívül, 10–15 cm távolságon gyalogoltak és csak ezt követően rugaszkodtak el a levegőbe. Az is megfigyelhető volt a teljes fogyatkozás alatt, illetve ezt követő egy-két percben, hogy számos kívül rekedt, a kaptár falán vagy a röpdeszken ülő méh a szárnyaival rezegetve ventilált.

Normálisan a méhek ezt a ventilációt a kaptáron belül, az esti sötétedés után, ösztönösen végzik, amely elősegíti a napközben begyűjtött nektár magas víztartalmának elpárolgását, ami szükséges annak mézzé érleléséhez. Ezt a kaptáron kívüli ventilációt feltehetőleg a teljes fogyatkozásakor fellépő sötétség váltotta ki, amely a méhek számára félrevezetően a nap végét jelezte.

Irodalom

- BERNÁTH B., POMOZI I., GÁL J. & HORVÁTH G. (2001): Égboltpolarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai. – *Állattani Közlemények* 86: 81–92.
- CSÖRGŐ T., MIKLAY GY., HALMOS G., KARCZA ZS., BANK L., NÉMETH Á. & PALKÓ S. (2001): Madarak napi aktivitásának változásai az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt. – *Állattani Közlemények* 86: 145–152.
- FRISCH VON K. (1949): Die Polarization des Himmelslichtes als orientierender Faktor bei Tänzen der Bienen. – *Experientia* 5: 142–148.
- LAMPEITL F. (1999): Méhészkedés. – HOGYF Editio, Budapest p. 167.
- ŐRÖSI P. Z. (1968): Méhek között. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p. 635.
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására. – *Állattani Közlemények* 86: 115–136.
- SZÖVÉNYI G., SZENTKIRÁLYI F. & NAGY B. (2001): Egyenesszárnyúak és egyéb nappali rovarok aktivitásának változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. – *Állattani Közlemények* 86: 93–114.
- TÓTH Z. (2001): A földfelszínre érkező nap sugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján. – *Állattani Közlemények* 86: 75–80.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárási helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – *Állattani Közlemények* 86: 59–74.

Effects of the total solar eclipse of 11 August 1999 on behaviour of honeybees, recorded in an apiary

LÁSZLÓ BALDAVÁRI

The author monitored by videorecorder the temporal changes of foraging flight-activity and behaviour of honeybees (*Apis mellifera* L.) in a Hungarian apiary during the total solar eclipse occurred on 11 August 1999. The number of departure and arrival of honeybees inhabiting a medium-sized family was counted during one minute from the videotape, and it was repeated in every ten minute. The bees started strongly response to the increasing darkness when the relative sunlight intensity decreased below 10% and the workers delivering pollen flew abundantly back to the hives in 5 minute period before the totality. Collaterally the departure frequency was decreased significantly. A strongly reduced foraging activity level was characteristic under totality and over the succeeding one-hour period. During the total darkness and in the previous and following some minutes behavioural disturbances of arriving bees were observed, as they follow: disturbance in orientation (compass) ability (e.g. missing of slit of own hive, entering into foreign hives, flying against objects in the surroundings); the crowds of bees remained outside produced a strange humming; in a short period after the totality many workers showed a stronger exhaustion (motionless, crawling along, pulsing of abdomen-stronger respiration); numerous sitting bees remained outside ventilated with their wings; workers starting again to forage after totality departed abnormal way from the wall of hives.

Madarak napi aktivitásának változásai az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt*

CSÖRGŐ TIBOR¹, MIKLAY GYÖRGY¹, HALMOS GERGŐ¹, KARCZA ZSOLT¹,
BANK LÁSZLÓ², NÉMETH ÁKOS³ és PALKÓ SÁNDOR⁴

¹ ELTE Állatszervezetani Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1/c. E-mail: csorgo@cerberus.elte.hu

² Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Tolna Megyei Helyi Csoport, Pécs, Felsőmalom u. 22.

³ Kiskunsági Nemzeti Park, Kecskemét, Liszt F. u. 19.

⁴ Balatonfelvidéki Nemzeti Park, Veszprém, Vár u. 31.

Összefoglalás. Énekesmadaraknak az 1999. 08. 11-i teljes napfogyatkozásra adott reakcióit vizsgáltuk Magyarországon, az adott időszakban működő Actio Hungarica madárgyűrűző táborokban (Izsák, Fenékpusztá, Ócsa, Sumony). A függőnyhálókkal befogott madarak napi aktivitás mintázatát és fajösszetételét elemeztük. Kontrollként a következő napi fogási eloszlásokat vizsgáltuk. Az eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a napfogyatkozásra a madarak a fényintenzitás napszakos változásához hasonlóan reagáltak. A sötétedés hatására az esti viselkedést mutatták, illetve a világosodásra megújuló aktivitással válaszoltak.

Kulcsszavak: teljes napfogyatkozás, napi aktivitás, énekes madarak.

Bevezetés

A napfogyatkozás viszonylagos ritkasága és főleg területi eloszlása miatt nagyon kevés kutatható. A kevés publikáció jobbára csak megfigyelésekről szól, ezek csak szűk fajcsoportokról szolgáltatnak információt, a levont következtetések többnyire az általánosság szintjén mozognak (CARMONA & AMADOR 1995, MACCARONE 1997, TRIGUNAYAT 1997, TRAMER 2000).

A Kárpát-medencében 1999. augusztus 11-én megfigyelhető teljes napfogyatkozás nagy lehetőséggel kecsgetett egy megtervezett vizsgálat kivitelezéséhez, mivel ebben az időszakban már zajlik a madárvonulás, és ennek kutatására az Actio Hungarica hálózaton belül több standardizált módszerekkel dolgozó tábor is működött, kettő a teljes sötétség sávjában, kettő annak közelében.

A vonuló madarak napi aktivitásának jellemzői a vonulási stratégiájuktól illetve a vonulás aktuális fázisától, a madár kondíciójától, raktározott zsírkészletétől függenek. Mindez nagyrészt idegi és hormonális szabályozás alatt áll, de külső tényezők, például az időjárás, befolyásolhatják őket (BERTHOLD 1993). A vizsgálatunkban szereplő kis testű énekesmadarak döntő többségben éjszaka vonulnak. Ezek aktivitása az esti szürkületben hirtelen nő, néhány perc alatt a levegőbe emelkednek, az éjszakát repüléssel töltik, és a hajnali órákban

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 904. ülésén (2000. május 3.).

szállnak le a fajra jellemző növényzetű, elérhető távolságban lévő pihenőhelyre. A reggeli órákban – amíg aktivitásuk lecseng – a növényzetben is többet mozognak (ALERSTAM 1993, BERTHOLD 1996). A következő éjszaka vonulásukat folytató egyedek a nap nagy részét pihenéssel töltik, a kimerült, zsírkészletüket már felhasznált egyedek a reggeli-délelőtti és az esti órákban táplálkoznak (BRENSING 1989). Mindkét viselkedés azt eredményezi, hogy a legtöbb madár reggel illetve este akad a fogóhálóba (NÁDORI & CSÖRGŐ 1984).

Vizsgálatunk célja – az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás kínálta lehetőséget kihasználva – az volt, hogy kimutassuk a normális napi ciklustól eltérő fényviszonyok esetleges hatását az énekesmadarak napi aktivitására.

Módszerek

A vizsgálat adatsorai az Actio Hungarica négy táborából származnak. Ezek általában július közepétől október közepéig működnek, de jelen vizsgálatba csak a napfogyatkozás napján (augusztus 11.) és a következő napon (augusztus 12.) befogott madarak adatait használtuk. Ez utóbbi adatsor kontrollként szolgált.

A mintavételi helyek különböző mértékben estek a teljes napfogyatkozás sávjába. Kettő (Izsák, É: 46°48', K: 19°22'; Fenékpusztá, É: 46°44', K: 17°11') közelítőleg a 2 perces totalitás vonalán volt, kettő (Ócsa, É: 47°19', K: 19°13'; Sumony, É: 45°58', K: 17°56') a totalitás északi illetve déli határán kívül esett.

A madarakat japán típusú függönyhálókkal fogtuk be. A fogási eredmények nagyban függenek a hálók helyétől, a környező növényzet struktúrájától és összetételétől, a madarak méretétől stb. (JENNI et al. 1996, REMSEN & GOOD 1996, LÖVEI et al. in press). A vizsgálatunkban felhasznált adatok Actio Hungarica táborokból származnak. Ezekben előírás, hogy a hálók állandó helyen álljanak. A hálók Fenékpusztán és Izsákon nádasban, Sumonyban és Ócsán nádasban és bokros területen álltak. A feldolgozásba csak az énekes madarak fogási adatait vontuk be.

Az ellenőrzéseket félóránként végeztük, de a viszonylag kis mintaszám miatt a fogási adatokat a feldolgozás során óránkénti intervallumokban összesítettük. Így például a 12 órás értéken a 11–12 óra között, a 13 órason a 12–13 óra között hálóba akadt madarak számát kell érteni.

A vizsgálatnak nem kedvezett, hogy a Kárpát-medencén előző éjszaka egy hidegfront vonult át (WEIDINGER et al. 2001), amelynek következtében hullott csapadék miatt a reggeli órákban a fogóhálók össze voltak húzva.

A hálók szétnyitása az időjárás függvényében, a négy vizsgálati helyen különböző időben történt, így adataink az eredeti formában nem voltak alkalmasak statisztikai elemzésre. Az összehasonlításokat csak 10–16 óra közötti (a napi aktivitás grafikonokon fekete oszlopokkal jelzett), átfedő időintervallum adatai alapján, χ^2 tesztet használva végeztük el.

Vizsgálati helyenként, Renkonen hasonlósági indexével összehasonlítottuk az augusztus 11-én és 12-én fogott madarak faji összetételét, és a két napon tapasztalt fogási gyakoriság eloszlásokat.

1. táblázat. A négy Actio Hungarica táborban fogott énekesmadarak faj és egyedszáma.
Table 1. Number of species and specimens of Passerines captured at the 4 research sites of Actio Hungarica.

Faj / Species	Izsák		Fenekpuszta		Ócsa		Sumony	
	Aug.11.	Aug.12.	Aug.11.	Aug.12.	Aug.11.	Aug.12.	Aug.11.	Aug.12.
Feketerigó <i>Turdus merula</i>	–	–	–	–	1	–	–	–
Nádi tücsökmadár <i>Locustella luscinioides</i>	2	–	2	1	1	1	–	–
Cserregő nádiposzáta <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	21	18	13	9	1	1	3	1
Énekes nádiposzáta <i>Acrocephalus palustris</i>	–	1	3	1	–	–	–	–
Nádirigó <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1	2	5	–	–	–	3	1
Foltos nádiposzáta <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	5	4	7	4	1	–	11	3
Sitke <i>Acrocephalus melanopogon</i>	3	1	–	1	–	–	–	–
Kerti poszáta <i>Sylvia borin</i>	–	–	–	–	–	1	1	–
Kisposzáta <i>Sylvia curruca</i>	–	–	–	1	–	–	–	–
Barátposzáta <i>Sylvia atricapilla</i>	1	–	–	–	3	7	3	2
Sisigő füzika <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	–	–	–	–	–	–	1	–
Szürke légykapó <i>Muscicapa striata</i>	–	–	–	–	1	–	1	–
Függőcinege <i>Remiz pendulinus</i>	1	–	1	2	–	–	–	2
Szécinege <i>Parus major</i>	–	2	–	–	–	1	–	–
Kékcinege <i>Parus caeruleus</i>	–	–	1	–	–	1	–	–
Tövisszűrő gébics <i>Lanius collurio</i>	1	–	–	–	1	2	–	–
Seregély <i>Sturnus vulgaris</i>	–	–	–	2	–	–	–	–
Mezei veréb <i>Passer montanus</i>	–	2	1	–	–	1	–	–
Zöldike <i>Carduelis chloris</i>	1	–	–	–	–	–	–	–
Nádi sármány <i>Emberiza schoeniclus</i>	–	–	–	–	1	–	–	–
Fajszám	9	7	8	8	8	8	7	5
Egyedszám	36	30	33	21	10	15	23	9

Eredmények

A vizsgálat mindkét napján viszonylag kevés madarat fogtunk az átfedő időintervallumokban mind a négy Actio Hungarica táborban, és a fajszaám sem volt túl nagy. Augusztus 12-én, gyakorlatilag változatlan fajszaám mellett, Ócsa kivételével kevesebb madár akadt hálóba (1. táblázat).

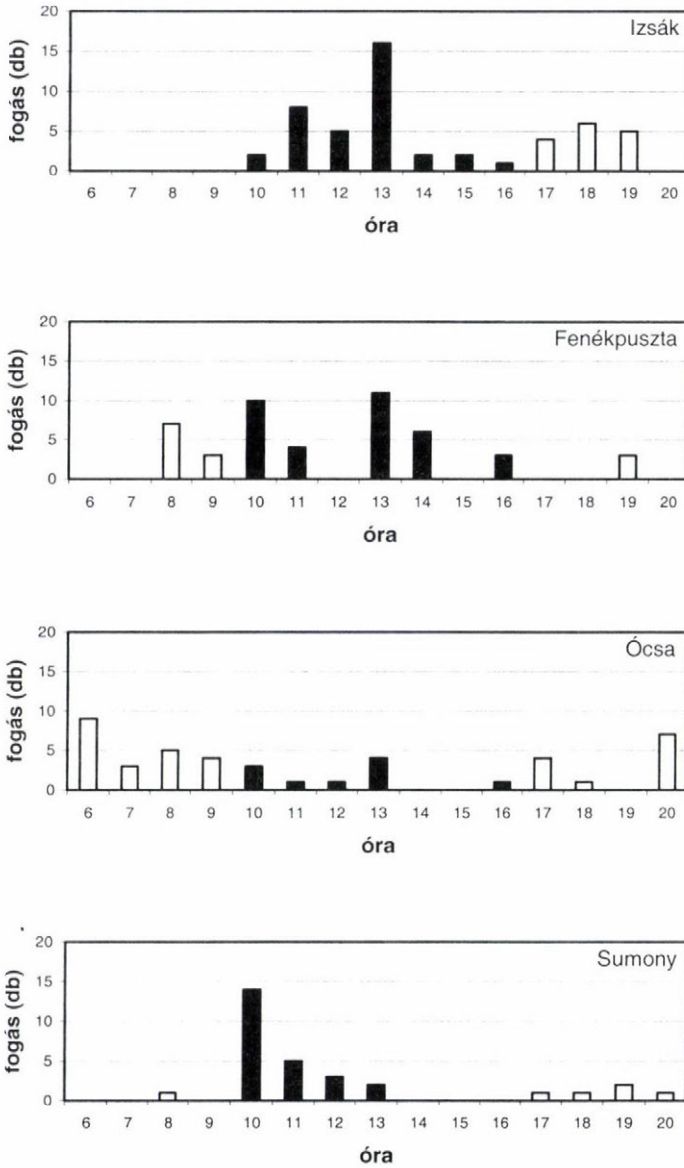
A totalitást okozó 112 km széles árnyékfolt mintegy 10 perc alatt, helyi idő szerint 12 óra 46 perc (Nyugat-Magyarország) és 12 óra 57 perc (Délkelet-Magyarország) között futott át az országon (WEIDINGER et al. 2001). A táborok közül abban a kettőben, amely a totalitás sávjába esett (Izsák, Fenékpuzsta) jól megfigyelhető a 13–14 óra közé eső fogási csúcs, amely a teljes fogyatkozás következményének tekinthető. Ócsán ez a kiugrás kisebb, Sumonyban egyáltalán nincs ilyen (1. ábra). A kontroll napon a fogási eloszlások a megszokott reggeli nagyobb és esti kisebb csúcsot mutatták (2. ábra). Az egymást követő két napon az időben átfedő fogási intervallumok (10–16 óra) közötti gyakorisági eloszlások hasonlósági fokára számolt statisztikai értékek szignifikanciája különbözött. (Izsák: $p=0,0001$, $\chi^2=27,68$, Fenékpuzsta: $p=0,009$, $\chi^2=17,12$, Ócsa: $0,0003$, $\chi^2=25,40$, Sumony: NS, $\chi^2=8,70$)

A két, csak nádasban dolgozó táborban főleg nádiposzták (*Acrocephalus* spp.) akadtak a hálóba. Izsákon e fajok részeseése 11-én 83 %, 12-én 87 %, Fenékpuzstán 11-én 85 %, 12-én 71% volt. Ócsánál – a sokkal nagyobb növényzeti heterogenitás miatt – a nádiposzták aránya kisebb, 11-én 20%, míg 12-én 7%, Sumonyban 11-én 74%, 12-én 56% volt. A Renkonen hasonlósági indexek a kis mintaszámok ellenére viszonylag magas értékűek mind a négy helyen (Izsák: 0,78; Fenékpuzsta: 0,71; Ócsa: 0,53; Sumony: 0,69).

Értékelés

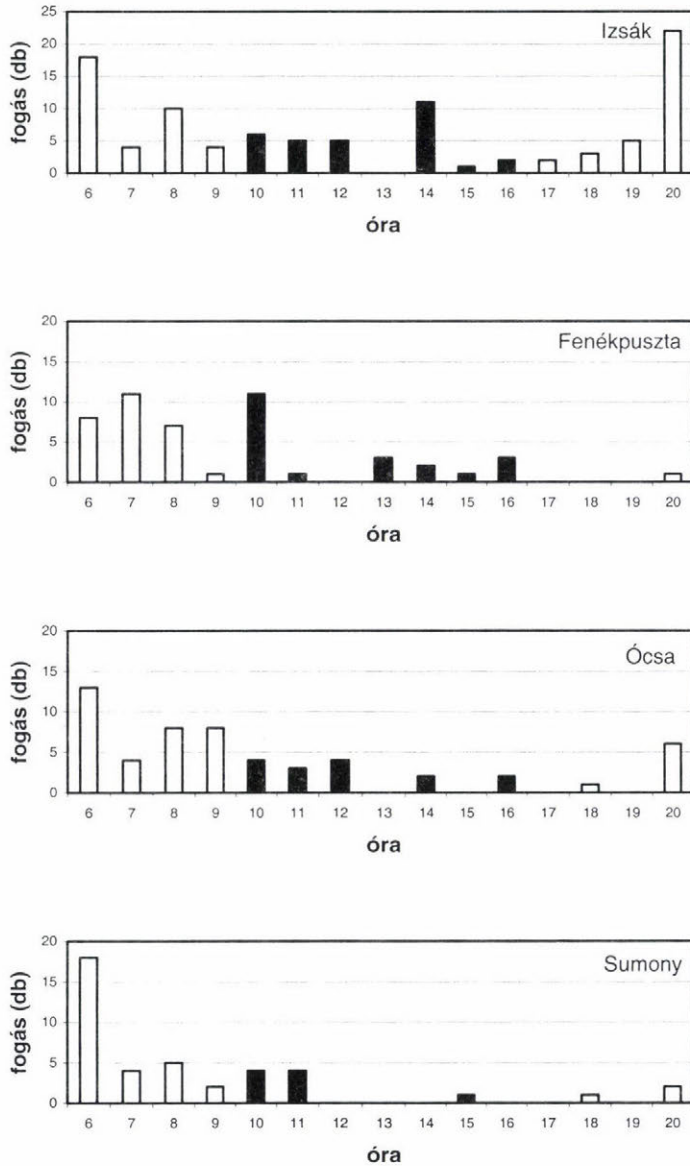
A teljes napfogyatkozás a Föld teljes felületén nem ritka esemény, de egy-egy helyen mégis nagy ritkaságnak számít. Hazánk jelenlegi területéről 1842. július 8-án látszott teljes napfogyatkozás az 1999. évit megelőzően. Részleges napfogyatkozás 1847-ben, 1867-ben és 1961-ben is volt az elmúlt 150 évben (PONORI & BARTHA 1998 in BENKŐ et al. 1998). Nem csoda hát, hogy nagy várakozás előzte meg ezt a természeti jelenséget.

Az Actio Hungarica madárgyűrűző táborokból sok – azonos módszerrel gyűjtött – adatra számítottunk, és a kontroll lehetősége is adott volt. A meteorológiai események – a frontátvonulás miatt – azonban nagyon kedvezőtlenül alakultak (WEIDINGER et al. 2001). Már a fogyatkozást megelőző napokban uralkodó nagy meleg is csökkentette a madarak aktivitását, és így azok befogott egyedeinek számát. Másrészt az átvonuló csapadéközóna miatt 11-én a reggeli órákban – az esetlegesen beakadó madarak kémélése miatt – a hálók zárva voltak, így a teljes napi fogási gyakorisági eloszlások nem álltak rendelkezésünkre. További nehézséget okozott, hogy a rovarász vizsgálatokkal szemben, ahol a mintagyűjtések 10 perces intervallumokban történtek (SZENTKIRÁLYI & SZALAY 2001, SZÖVÉNYI et al. 2001), mi csak óránként összesített adatokkal dolgozhattunk. Mindemellert az aug. 11. és 12. átfedő időintervallumainak fogási gyakoriság-megoszlása 3 helyen statisztikailag igazolhatóan különbözött egymástól, ami arra utal, hogy a napfogyatkozás befolyásolta a madarak napi aktivitását. Hasonló, az éjszakázást megelőző viselkedést tapasztalt a Ciconiiformes négy faján MACCARONE (1997), *Nycticorax*



I. ábra. Madarak óránkénti fogásainak gyakorisági megoszlása a 4 Actio Hungarica táborban 1999. augusztus 11-én (a fekete oszlopok a χ^2 -próbával vizsgált intervallumot, a fehér oszlopok az azon kívül eső intervallumokat jelölik).

Figure 1. Frequency distribution of hourly captures of birds at the 4 bird ringing stations of Actio Hungarica 11 Aug. 1999. (black columns are for the interval examined with χ^2 -test, while white columns are for the intervals not examined).



2. ábra. Madarak óránkénti fogásainak gyakorisági megoszlása a 4 Actio Hungarica táborban 1999. augusztus 12-én (a fekete oszlopok a χ^2 -próbbával vizsgált intervallumot, a fehér oszlopok az azon kívül eső intervallumokat jelölik).

Figure 2. Frequency distribution of hourly captures of birds at the 4 bird ringing stations of Actio Hungarica 12 Aug. 1999. (Black columns are for the interval examined with χ^2 -test, while white columns are for the intervals not examined)

nycticorax fajnál TRIGUNAYAT (1997) és TRAMER (2000) nagytermetű tengeri madarak esetében (*Fregata magnificens*, *Pelecanus occidentalis*, *Sterna maxima*, *Larus atricilla*) esetében is.

Augusztus közepe a fogásokban domináló nádiposzáta fajoknál már intenzív vonulási időszaknak számít. Ezek nagy része éjszaka vonuló faj, amelyek jellemző napi aktivitása bimodális – egy nagyobb reggeli és egy kisebb esti csúccsal – eloszlást mutat. A napfogyatkozás alatt tapasztalt eloszlás azzal magyarázható, hogy mind a sötétedés, mind a totalitás utáni világosodás növelte a mozgási aktivitást, ami a befogott madarak számának 13-14 óra közötti növekedését eredményezte.

Köszönetnyilvánítás. Köszönetünket fejezzük ki az Actio Hungarica táborok szervezőinek, vezetőinek és minden résztvevőnek, valamint a munka támogatóinak (Earthwatch Institute, Boston, Henkel Magyarország, KAC017280–01/99, KAC017921–01/99). Külön köszönet illeti SZENTKIRÁLYI FERENCET, aki a kezdetektől inspirált minket erre a munkára.

Irodalom

- ALERSTAM T. (1993): Bird migration. – Cambridge University Press.
- BERTHOLD P. (1993): Bird Migration – A general survey. – Oxford University Press.
- BERTHOLD P. (1996): Control of bird migration. – Chapman & Hall, London.
- BRENSING D. (1989): Ökophysiologische Untersuchungen der Tagesperiodik von Kleinvögeln. – Ökol. Vogel. 11:1–148.
- CARMONA R & AMADOR E. (1995) Marine birds abundance during the total solar eclipse of July 11, 1991 in Gaviota Island, Baja California Sur, Mexico. – Invest. Mar. CICIMAR 10:51–54.
- JENNI L., LEUENBERGER M & RAMPAZZI F. (1996): Capture efficiency of mist nets with comments on their role in the assessment of passerine habitat use. – J. Field Ornithol. 67:263–274.
- LÖVEI G., CSÖRGŐ T. & MIKLAY GY. (in press): Capture efficiency of small birds by mist nets. – Ornith Hungarica.
- MACCARONE A. D. (1997): Direction of foraging flights by wading birds during an annular eclipse. – Colon. Waterbirds 20:537–539.
- NÁDORI G. & CSÖRGŐ T. (1984): Nádiposzátták (*Acrocephalus* spp.) napi aktivitásának szezonális változásai. – MME. II. Tudományos Ülés, Szeged pp. 159–162.
- PONORI T. A. & BARTHA L. (1998): „Magyar” napfogyatkozások. In: BENKŐ J., HOLL A., MIZSER A. & TARACSÁK G. (szerk.). Meteor csillagászati évkönyv 1999. pp. 211–224.
- REMSEN J. V. JR. & GOOD D. (1996): Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. – Auk 113(2): 381–398.
- SZENTKIRÁLYI F. & SZALAY L. (2001): Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására – Állattani Közlemények 86: 115–136.
- SZÖVÉNYI G., SZENTKIRÁLYI F. & NAGY B. (2001): Egyenesszárnyúak és egyéb nappali rovarok aktivitásainak változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt. – Állattani Közlemények 86: 93–114.
- TRAMER E. J. (2000): Bird behavior during a total solar eclipse. – Willetve Bull. 112(3): 431–432.
- TIGUNAYAT M. M. (1997). Some behavioral observations on Night Heron *Nycticorax nycticorax* (Linnaeus) during total solar eclipse in Keoladeo National Park, Bharatpur, India. – Pavo 35:61–68.
- WEIDINGER T., PINTÉR K., HIRSCH T. & MÉSZÁROS R. (2001): Az időjárás helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során. – Állattani Közlemények 86: 59–74.

Changes in daily activity of Passerine birds during the total solar eclipse of 11 August 1999

TIBOR CSÖRGŐ, GYÖRGY MIKLAY, GERGŐ HALMOS, ZSOLT KARCZA, LÁSZLÓ BANK,
ÁKOS NÉMETH & SÁNDOR PALKÓ

The birds' reactions on the total solar eclipse were examined by processing the data referring to the changes of daily activity of Passerines captured with mistnets at four Actio Hungarica Bird Ringing Stations (Izsák, Fenékpusztá, Ócsa, Sumony) during the given period. Similar data from the previous day were used as control. The results of the capture data show that birds reacted on the total eclipse in a similar way as they did on the daily changes of light intensity. They reacted on the darkening as it would have been twilight, and the brightening as it would have been dawn.

Az Állattani Szakosztály ülései (2000. október 11. – 2001. szeptember 5.)

NAGY PÉTER*

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék, H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

906. előadóiülés, 2000. október 11-én

A madarak haszna és kára a viselkedésbiológiában.

Elnök: HORNING ERZSÉBET

Az előadóiülésen a SZIE Zoológiai Intézetének kutatói mutatták be madarak viselkedésbiológiájára irányuló kutatásaikat.

1. KABAI PÉTER, KIS JÁNOS ÉS LIKER ANDRÁS:

A filialis imprinting és az fzelkerüléses tanulás példái-tanulságai alapján levezethető, hogy a madarak agya igen alkalmas különböző neuro-etológiai vizsgálatok céljaira. A genetikai preferenciák és a nagygyi struktúrák során kiderült például, hogy a nagygyiban tárolt tanult információk következtében gátlódhatnak az öröklött hatások. Csipegetéses vizsgálatok során kimutatták, hogy egynapos csirkénél minimum egy napig rögzül egy kellemetlen tapasztalat egyetlen próbálkozás hatására. ZBORAY GÉZA az iránt érdeklődött, mikor alakul ki a telencephalon hatása az embriók fejlődése során. Erre a kérdésre egyelőre nincsen kísérletes válasz. ZBORAY GÉZA azt is megkérdezte, vannak-e in ovo műtét utáni eredmények egyes régiók fajok közötti átültetésére? Az előadó válasza szerint ilyen jellegű kutatások adtak tápot más vizsgálatokhoz is, amelyekkel például neuronok keletkezését is lehetett bizonyítani. FARKAS JÁNOS a legkedveltebb kísérleti fajok iránt érdeklődött, illetve azt kérdezte, a kapott eredmények alapján mennyiben lehet általánosítani. Megtudhattuk, hogy eredetileg a galamb volt a legelterjedtebb kísérleti alanya, de újabban más fajok is számításba jönnek. Az éneklés idevágó összefüggéseit kanárikon, az elrejtés-megtalálás mechanizmusait hollókon, szajkókon vizsgálják. Újabban a kísérleti célokhoz keresik meg a legmegfelelőbb fajt.

2. LIKER ANDRÁS:

Téli madárcsapatok vizsgálata során megállapították, hogy ebben az időszakban az agresszivitás és a hierarchikus viselkedés egyaránt növekszik. A táplálkozási stratégiák dominanciafüggősége során elméleti modellek állíthatók fel, amelyeket házi verebek vizsgálata alapján tesztelnek. Egyelőre nem született konzisztens eredmények. A dominanciaviszonyok kialakítása számos esetben előnyöket hord magában, míg az agresszivitás hátrányos következményekkel járhat. A dominancia jelzésére sötét (melanin eredetű) begy-és torokfoltok szolgálnak. A hipotézis szerint „érdemes” lehet jelezni az erőviszonyokat, azaz egy konfliktus várható kimenetelét. Megfigyelések: a hímeknél a begyolt területe korrelál a dominancia sorrendben kiharcolt ranggal (míg a nőstényeknél ez a pozíció a testtömeggel mutat összefüggést). A hímeknél a verekedések leggyakrabban a hasonló foltméretű állatok között törnek ki, de a nőstények is jobban respektálják a nagyobb begyoltú hímet. A jelzés használatának azonban nem minden szociális környezet felel meg. Vizsgálták 126 madárfaj jelzésének méretét, a szociális környezettel összefüggésben. Nagyméretű, labilis csapatokban fontos a jelzőméret. A testméret és a foltméret összefüggéseit még sosem vizsgálták elég nagy mintaszámon, de látszanak ilyen tendenciák. Az életkor és a foltméret összefüggéseit a kormeghatározás nehézségei miatt nem vizsgálták.

* Az Állattani Szakosztály jegyzője.

3. KOSZTOLÁNYI ANDRÁS és KIS JÁNOS: *Partimadarak utódgondozási rendszere*. A vizsgált madársoportokon, ahová például cankók, lilék, gulipánok és rokonaik tartoznak, változatos szaporodási rendszerek (monogámia, poligámia, poliandria különböző típusai) figyelhetők meg. Mivel az utódgondozási és párosodási rendszerek szorosan összefüggnek, egymást magyarázzák is, így igen indokolt ezek együttes vizsgálata. A változatosság oka például a fajok fészekhagyó stratégiája: általában nem jellemző az utódok etetése, nincsen tehát szükség mindkét szülő egyidejű odafigyelésére. A liléknél például a kétszülős gondozás az alaptípus, míg a szalonkánál az egyszülős dominál (a hím főszereplésével). Ugyanakkor a széki lilénél több párzási rendszer is előfordulhat, akár egyazon párzási időszakban is. A hímek a fiókák korának előrehaladtával egyre inkább részt vesznek a munkában. A szóban forgó mechanizmusokat vizsgáló kísérletek feltárták, hogy a hímek hatékonyabbak a nevelésben. Ennek oka az lehet, hogy míg a nőstények könnyebben találhatnak párt maguknak és az újrápárosodáskor messzebbre elmehetnek, a hímek kénytelenek őrizni a territóriumukat.

907. előadózás, 2000. november 8-án

Elnök: VÁSÁRHELYI TAMÁS

VÁSÁRHELYI TAMÁS köszöntötte a Szakosztálynak a Fővárosi Állat- és Növénykertben tartott kihelyezett ülésének hallgatóságát, majd egy perces gyászszöveget kért a közelmúltban elhunyt SZALAY-MARZSÓ LÁSZLÓ és HREBLAY MÁRTON emlékére.

1. PERSÁNYI MIKLÓS: *Az európai állatkertek szerepe a természetvédelemben*. A világszerte működő, mintegy 10 000 állatkert kb. 600 millió látogatót fogad évente. Európában a „speciális” intézményeket (akváriumok, szafáriparkok, madárparkok, hulló- és pillangókertek, stb.) is beleszámítva 1000–2000 állatkert működik, „egyenetlen színvonalon”. Az EAZA (Európai Állatkertek és Akváriumok Szövetsége) az intézmények szakmaiságát igyekszik erősíteni. Ennek érdekében akkreditációt folytat, figyeli a jogszerű működtetést és az állatok jólétének szem előtt tartását, a modern állatkertek küldetésének előmozdítását. A „másodvonalbeli” állatkertek részére technikai segítséget is nyújt. Az EAZA egy önfenntartó, non-profit szakmai testület, a legnagyobb állatkerti szervezet a világon: 280 tagszervezetet tömörít, amelyek több mint 15000 dolgozót foglalkoztatnak és összesen évente 125 millió látogatót fogadnak. Fontosabb tevékenységei közé tartozik a tagszervezetek aktivitásának, együttműködésének szervezése (összejövetelek szervezése, publikációk létrehozása, állat-cserelisták fenntartása, évkönyvek kiadása). Egyik fontos programjuk az amuri párduc megőrzése. Az európai állatkertekben kb. 110 példány él, míg szabadon csak mintegy 20–40. A feketelábú görény visszatelepítése példányonként több mint 1 millió USD költséggel jár. Alapvető megközelítésük az élőhelyek megőrzése. Amennyiben ez nem járható, a fajokat próbálják védeni a kihalástól. Az EAZA több mint 30 faj (például európai bölény, hawaii lúd, Dávid-szarvas, Przewalski ló) fenntartásában játszik fontos szerepet.

2. SÓS ENDRE: *A Durrell Vadvédelmi Alapítvány (Jersey) in situ és ex situ természetvédelmi tevékenysége*. Az ülés közönsége diaképes bemutatót láthatott a Durrell Wildlife Fund működéséről. Megtudhattuk, hogy az Alapítvány elsősorban ex-situ természetvédelmi célokat követ és hallhattunk egyes programokról, célterületekről (Brazília, Indonézia, Mauritius, Madagaszkár). A bali seregélyt, melynek Bali szigetén kevesebb, mint 30 példánya él, Európában pedig ötszáznál is több, esedékes lenne visszatelepíteni. SZALAY LÁSZLÓ a téma kapcsán a TV inkompetens szóhasználatát említette (például bivaly-bölény-tulok „probléma”), mire MERKL OTTÓ kifejtette, hogy újabban a TV-csatornák hajlamosak „elspórolni” a szakértői díjakat.

Az előadásokat követően a Szakosztály közönsége megtekintette az újonnan megnyílt Pálmaházat.

908. előadóiülés, 2000. december 6-án

Elnök: HORNUNG ERZSÉBET

1. RIPKA GÉZA, PRINCZINGER GÁBOR, HATALÁNL ZSELLÉR IBOLYA, VASAS LÁSZLÓ, VÖRÖS GÉZA, TÓTH BÉLA és HEGYI TAMÁS: *Az amerikai kukoricabogárral (Diabrotica virgifera virgifera LeConte, 1868) kapcsolatos hazai vizsgálatok eredményei.* Az előadás szövege a 85. kötetben (2000) olvasható.

2. MUCSI KRISZTINA és PETRÓ EDE: *Az adult Diabrotica virgifera virgifera szegedi populációjának struktúra vizsgálata.* A vizsgálat során alkalmanként 30–40 bogarat figyeltek meg levelenként. A populáció vizsgálata a csíkos illetve egyszínű egyedek előfordulására, valamint az ivarok eloszlására irányult.

3. PETRÓ EDE és MUCSI KRISZTINA: *A Diabrotica virgifera virgifera imágók vertikális eloszlása kukoricaállományban és a repülőgépes permetezések populációgyérítő hatásának esélyei.* Az amerikai növényvédelmi technológiai hazai alkalmazására irányuló kísérletek során kiderült, hogy az eredetileg ajánlott eljárás nem megfelelő, mivel a technológia alkalmazása területegységre vonatkoztatva többbe kerülne, mint a realizálható termés. A kukorica fenofázisaihoz kötött mozgások és a napi aktivitás ritmusának vizsgálata arra a következtetésre vezetett, hogy magas állománysűrűségnél a csalogatópusztító hatású légi védekezés a célszerű. Ha túl sűrű az állomány (LAI>3,5) nem gazdaságos a védekezés az új technológiával. Elképzelhető a termikus aeroszol generátor bevetése, amely percenként 30–250 ha kezelésére alkalmas, azonban hátránya, hogy mindent elpusztít. MERKL OTTÓ azt kérdezte, eredetileg tökfélékkel táplálkozott-e a bogár. PETRÓ EDE válaszában elmondta, hogy a *Cucurbita foetissima* fajról írták le, de Amerikában más tápnövényváltást is megfigyeltek már a fajnál (például kukorica-szója). Azt is megtudhattuk a védekezés technológiájáról, hogy a faj rendkívül mozgékony, védekezés előtt fel kell riasztani, így eredményesebb a kontakt hatású permetfelhővel történő kezelés. IMREI ZOLTÁN elmondta, hogy a „Csalomon” csapda alkalmas *Diabrotica* nőstények befogására (egy cucurbitacin nevű hatóanyag révén). A csapda jellege (ragacsos felület) miatt azonban nem túl hatékony, mindössze néhány száz egyed befogására alkalmas. Jelenleg egy nem telítődő csapda kialakításán dolgoznak. HORNUNG ERZSÉBET az esetleges „gyenge pontok”, a természetes ellenségek alkalmazási lehetőségei iránt érdeklődött. RIPKA GÉZA szerint nem várható ilyen irányú áttörés, a problémával hosszú távon együtt kell élni. PETRÓ EDE elmondta, hogy (a Monsanto fejlesztésében) genetikailag manipulált fajtákat is termesztenek.

909. előadóiülés, 2001. február 7-én

Elnök: VÁSÁRHELYI TAMÁS

1. ZÁVOCZKY SZABOLCS: *Bemutatkozik a Duna-Dráva Nemzeti Park.* A régióban mintegy 90 000 ha élvez védettséget, ennek fele esik a Nemzeti Park területére. Ide sorolható Gemenc, a Béda, a Karapancsa és más holtágak, gyakorlatilag az egész magyarországi Dráva-szakasz, a barsci borókás és kisebb szórványterületek, valamint tájvédelmi körzetek (Zselic, Mecsek, Dél-Mezőföld, stb.). Kisebb természetvédelmi területek, (például a Baláta-tó és a Szársomlyó) is említésre kerültek a védett természeti értékek sorában. A terület jelentős erdőszültségű (például a somogyi részek több mint 25%-a erdő). Általánosságban a változatos, zömökben vizes jellegű élőhelyek jellemzik a Nemzeti Parkot. A Dráva relatív szabályozatlanságával, gazdag élővilágával, tájképi szépségével emelkedik ki, míg a világhírű gemenci területen az ártéri élőhelyek jelenleg folyó rehabilitációja érdemel említést. Az oktatás területén kiemelendő a pécsi oktatóközpont és a Drávátamásiban található területi központ. A változatos élőhelyek és élővilág (keményfás erdők, holtágak, fokok, rétek) bemutatása céljából egy diavetítés zárta az előadást. NAGY BARNABÁS azt kérdezte, milyen mértékben károsodott a barsci borókás a közelmúltbeli tűzvész során. A válaszból megtudhattuk, hogy az út mentén kb. 11 ha égett le a foltokban, sajnos az egyik legértékesebb területen.

2. UHERKOVICS ÁKOS: *A Dél-Dunántúl zoológiai kutatásának elmúlt 25 éve. A DDNP tegzes faunája.* A előadó zoológusi munkássága kezdetén még hiányos, mozaikos kimutatottság volt jellemző (például a lepkek terén). Erre az időszakra esett a szervezett munka megkezdése, változatos állat- és növénycsoportok kutatóinak bevonásával. Például a Barcs környéki területek alapos, sokoldalú felmérésén 50–60 szakember is dolgozott. Ennek eredményeképpen lehetőség nyílt egy tájvédelmi körzet kialakítására. Később a hivatalos természetvédelem érdeklődése tette lehetővé a Béda-Karapanca, valamint a boronkai területek felmérését. A Dráva mentén a határsáv megnyitása után, 1992-től folyik felmérés a majdani Nemzeti Park céljaira, napjainkban már monitorozó jelleggel. A tervezett drávai erőmű problémája is említésre került. A kérdéses terület az utolsó ismert élőhelye például egy ritka tegzesfajnak. A tegzesek terén (amelyek szempontjából a DDNP nagyon gazdag terület) az utóbbi 20 évben születtek komolyabb eredmények, a csoportról szerzett ismeretek területileg is kiterjedtek. PAPP JENŐ az iránt érdeklődött, melyik Dráva-szakaszon épülne a duzzasztásos erőmű. Ott, ahol mindkét part horvát területen van, így nem ütközik helyi természetvédelmi előírásokkal és könnyebben kontrollálható a horvát fél számára. VÁSÁRHELYI TAMÁS azt kérdezte, miért biztos, hogy az említett kérészfajnak a Dráva melletti az utolsó populációja? Mint UHERKOVICS ÁKOS elmondta, a faj a többi ismert élőhelyéről már kipusztult, máshonnan pedig nem került elő. MÁJER JÓZSEF kiegészítésében beszélt a háború előtti Dráva-kutatásokról, valamint méltatta UHERKOVICS ÁKOS szerepét az újabb kori kutatásokban. „Requiem”-ként pedig elmondta, hogy a megyei közgyűlés határozata megszüntette a pécsi múzeum természettudományi kutatócsoportját.

3. ÁBRAHÁM LEVENTE: *A Duna-Dráva Nemzeti Park Neuroptera faunájának természetvédelmi vizsgálata.* Az IUCN-kategóriái szerint, UTM elterjedési adatok alapján kategorizálta a DDNP területén előforduló Neuroptera fajokat. A Corine-lista beosztása döntően a Nyugat-európai helyzeten alapszik, ezért felmerül a kérdés: itthon melyik fajok lennének védendőek, ezek mely területeken élnek? Egy numerikus osztályozási módszer alapján kimutatható, hogy a Neuroptera fauna alapján védendő élőhelyek közé például a barsói borókás, a Baláta-tó, a Mecsek déli oldala, Órtilos környéke sorolható. MÁJER JÓZSEF azt kérdezte, a módszer más csoportokra is alkalmazható-e? Igen, nagyobb fajszerű csoportokra (például Macrolepidoptera) Nagyobb fajszerű csoportok vizsgálata esetén jobban artikulálnak a helyek.

4. TÓTH SÁNDOR: *A DDNP szitakötő faunája.* A Dráva-menti területek felmérése 1992-ben kezdődött. A kapott eredmények alapján a régió Magyarország egyik legérdekesebb területeként minősíthető. A közönség hallhatott egyes érdekesebb szitakötőfajok megtalálásának részleteiről, lelőhelyeiről.

5. MÁJER JÓZSEF: *Tabanidae kutatások a DDNP területén.* A jelenlegi kutatások egyik fontos célja egy (az Odonata-kéhoz hasonló) területminősítési eljárás kialakítása a Tabanidae fauna alapján. A vizsgált Dráva-szakaszon 42 fajt, a fauna 70%-át sikerült kimutatni. A tervezett drávai erőmű várhatóan ezen a téren is óriási veszteségeket okoz majd. Az eredmények bemutatása magában foglalta a Duna-Tisza-Dráva-Száva-Al-Duna bögölyfaunájának összehasonlító táblázatát is. Három faj szezonális változásai kapcsán megfigyelhető a *Haematopota pluvialis* előretörése a nyári időszakban. Ennek környezeti okait jelenleg vizsgálják. FARKAS JÁNOS azt kérdezte, miért kötődnek a bögölyök folyómenti területekhez? Főleg a petézéshez van vízre szükségük, de egyes fajoknál az aktivitást is a levegő páratartalma határozza meg.

ZÁVOCZKY SZABOLCS zárómondatában köszönetét fejezte ki a kutatóknak a terület felmérésében végzett áldozatos munkájukért.

909. előadónál, 2001. március 7-én

Elnök: GERE GÉZA.

1. NAGY BARNABÁS: *A Poecilimon schmidtii pókszöcske előfordulásának rejtélyei a Kárpát-medencében.* A csoport a balkáni-kisázsiai génközpontból terjedt el, észak felé csökkenő fajszámmal. Magyarországról 3 fajt sikerült kimutatni. A kérdéses fajra főleg a Tisza és a Körösök vidékéről, illet-

ve a Zemplénből állnak rendelkezésre adatok. Tokajból több mint 100 éve ismert, de újabban a Budai-hegységéből és a Dráva mentéről is kimutatták. A rejtélyek: már 115 éve részletes tanulmány született róluk, de a Fauna Regni Hungariae megfelelő kiadványa nem is említi. A határ melletti előfordulás érthető („átsugárzás” Erdélyből), de a Budapest környéki adatok nehezen magyarázhatók. Esetleg behurcolás-betelepítés történhetett? FARKAS JÁNOS a diszjunkt populációk genetikai hasonlóságának felderítése céljából végzett genetikai vizsgálatokról érdeklődött. Az előadó nem tud ilyen vizsgálatokról. GERE GÉZA azt kérdezte, nem lehet-e, hogy régebben összefüggő területen élt. NAGY BARNABÁS szerint lehetséges, hogy így van és napjainkban reliktum-populációk van szó.

2. RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS: *A hazai egyenesszárnyúak életforma-típusai és faunaelemei*. Az előadás szövege a 86. kötetben (2001) olvasható. SZIRÁKI GYÖRGY megjegyezte, hogy a finomabb felosztás szintjén problémás az életformakategóriák és a testalak harmonizációja. Az előadó ezzel egyetértve további vizsgálatok szükségességét hangsúlyozta.

3. ORCI KIRILL MÁRK, NAGY BARNABÁS, SZÖVÉNYI GERGELY, RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS és VARGA ZOLTÁN: *Az Isophya stysi és I. modestior szöcskefajok bioakusztikai és morfometriai összehasonlító vizsgálata*. A közeli rokon fajok elkülönítése morfológiai alapon igen nehéz feladat. A hímek hívóhangja azonban specifikus, bár az emberi hallásérzékelés nagyon hasonlóan érzékeli a két faj hangját. Az egyes sylabus-okon (a szárny nyitása-zárása között kiadott hangegységeken) alapuló, a hangsorok elemzését, lejátszását lehetővé tevő oszcillogramok hasznos eszközt jelenthetnek a fajok elkülönítésében. A hallgatóság ilyen oszcillogramokat tekinthetett meg. Ezek vizsgálata révén, az első 5 pulzus elhangzásának időszükséglete alapján biztosan elválasztható a két faj. Az *Isophya stysi* hangja variábilisabb, akusztikai és morfológiai szempontból egyaránt fenntartható a faji státusz. SZIRÁKI GYÖRGY megjegyezte, hogy a nőtények belső ivarszerve lehetőséget adhat a fajok elkülönítéshez. GERE GÉZA az iránt érdeklődött, kereszteződhet-e egymással a két faj. Vannak adatok arra nézve, hogy laborban keresztezhető a két faj, keletkeznek is szaporodóképes utódok, de a természetben nem ismeretes ilyesmi. Az említett két faj szeparáltan fordul elő.

4. KISBENEDEK TIBOR: *Tartós zavarások hatásai egyenesszárnyú-együttesek szerveződésére*. Egyszer bekövetkezett és utána hatásában tartósan megmaradó tevékenységekre irányult a kutatás. Ilyen volt például az Szigetközt ért beavatkozás. Összesen 26 fajt sikerült kimutatni a hat év alatt (főleg mezofil és xerofil fajokat, a hygrofil kategóriát kevesebb taxon képviselte, utóbbiak aránya azonban növekedett a beavatkozások által kevésbé érintett Ásványráró és Nagybajcs közötti területen). A stabilitás csökkent a Shannon-diverzitás alapján, de a Rényi-diverzitás nem mutatott lényeges különbségeket. Konklúzió: ahol a talajvízszint nem csökkent lényegesen, ott az Orthoptera együttesek stabilak maradtak. SZIRÁKI GYÖRGY szerint a stabilitás oka az is lehetett, hogy az adott területek jellegükben nem változtak az egyszeri drasztikus bolygatás után. Az előadó szerint a tapasztalatok mást mutattak: a bolygatott helyeken nagyobb változások zajlottak. NAGY BARNABÁS, SZENTKIRÁLYI FERENC és RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS szerint egyes rovarfajok atlantikus klíma szerinti besorolása a Kárpát-medencében nem működik; a klimatikus tényezők függvényében megváltozhat egyes fajok „viselkedése”. SZÖVÉNYI GERGELY a bevándorlás esetleges hatásai iránt érdeklődött. Az előadó azt válaszolta, nem valószínű hogy ez a folyamat intenzívebb jellegű lenne az adott területen.

5. SZÖVÉNYI GERGELY: *Szöcskelesen Peruban*. Bevezetesként megismerkedhettünk Peru ökológiai térképével, az ország méreteivel, zonális beosztásával. Az ezt követő diavetítés képet adott az ország élőhelyeinek változatosságáról, flórájának és főleg faunájának sokszínűségéről.

911. előadózás, 2001. április 4.-én

Elnök: VÁSÁRHELYI TAMÁS.

1. SERES ANIKÓ: *Az ugróvillások (Collembola) szerepe az arbuskuláris mikorrhiza terjesztésében*. Bevezetesként megismerhettük a növény-mikorrhiza kapcsolatok előnyeit, az ugróvillás-mikorrhiza interakciók módjait, az arbuskuláris mikorrhiza felépítését és jellemzését. A vizsgálat az alábbi

kérdésekre irányult: fogyasszák-e, képesek-e terjeszteni az ugróvilások (*Folsomia*, *Sinella* fajok) a mikorrhizákat, illetve van-e kapcsolat az esetleges fogyasztás és a terjesztés között? A vizsgált *Folsomia* fajnál nem volt kimutatható a spórafogyasztás, azonban a *Sinella* fajok esetében 30–40%-os értékre derült fény. A *Sinella* fajok terjesztik is a gombákat, de a kolonizációt követően elrágják a hifákat. A *Folsomia* fajok gombaterjesztése nagyobb mérvű. Ennek valószínűleg morfológiai okai vannak (kültakaró felépítése). A növényi gyökerek rágása okozta stressz valószínűleg szintén segít növelni a növények szimbióziskészségét. Összességében azonban valószínűleg nem a táplálékfogyasztással függ össze a terjesztőképesség. ORCI KIRILL MÁRK az iránt érdeklődött, mit lehet tudni a két faj mozgásáról és olyan hasonló kísérletekről, amelyekben más talajállatok szerepelnének. VÁSÁRHELYI TAMÁS a *Folsomia* fajok jellemző táplálékáról, HORNUNG ERZSÉBET pedig a morfológiai különbségekről érdeklődött. Az előadó elmondta, hogy a *Folsomia* fajok különböző spórákat és hifákat fogyasztanak, a *Sinella* fajok pedig mozgékonyabbak, kitűzőreik hosszabbak. Ismeretesek más makrogerinctelenek (például ászkák) mikorrhiza terjesztésére vonatkozó adatok, de az ugróvilások jellemző tulajdonságaik miatt (nagy faj- és egyedszám) valószínűleg különösen fontosak ebből a szempontból. VÁSÁRHELYI TAMÁS köszöntötte az előadót első előadása alkalmából.

2. KORSÓS ZOLTÁN, CSÚZDI CSABA, HORNUNG ERZSÉBET és SZLÁVE CZ KATALIN: *Talajlakó gerinctelenek megtelepedése városi élőhelyeken (egy amerikai esettanulmány)*. Az esettanulmány egy hosszútávú program (az úgynevezett Baltimore Ecosystem Studies) részeként készült el. A vizsgált városi talajfauna jelentős részét (Diplopoda, Lumbricidae: 50%, Isopoda: 100%) Európából behurcolt fajok alkotják. Az ászkák és giliszták abundanciája valamint fajszáma a városközeli erdőben általában magasabb, mint egy hasonló, de természetközeli területen. A bevándorláson, dísznövények kereskedelmén kívül a behurcolás egyik érdekes oka volt az úgynevezett hajóballaszt: a gyarmati árukat és szállító kereskedelmi hajókat a visszaúton földdel töltötték fel. Az így áthajózott talajt a kikötő közelében halmozták fel. A behurcolt fajok sikerességét változatos tényezők segítették elő. A geológiai-ökológiai háttér fontosabb elemei: jégkorszak utáni területek visszahódítása, táplálkozási generalizmus, reprodukciós stratégia jellemzői (gyakori parthenogenezis, spermiumok tárolása, magas utódszám). Az emberi tényezők közül kiemelhető az ismételt behurcolás, a terjedés elősegítése talajok és növények szállításán révén. Ez emberi tevékenység kedvező élőhelyeket teremtett a vizsgált fajok számára és a betelepítés folyamatosan zajlik. FARKAS JÁNOS azt kérdezte, pontosabban milyen típusú erdőket vizsgáltak és mennyire vethetők össze a városi és a természetes erdők. KORSÓS ZOLTÁN azt válaszolta, hogy az emberi beavatkozás fokozatai mentén különülnek el az erdők, amelyekben alapvetően őshonos lombhullató fajok, például tölgy, juhar dominálnak. VÁSÁRHELYI TAMÁS az iránt érdeklődött, általában mennyire vizsgálták a talajfaunát ilyen mesterséges faunaváltozások szempontjából? Budapesten zajlottak-e hasonló vizsgálatok? Amerikában szinte egyáltalán nem voltak korábbi hasonló kutatások, ezért is van ott szükség tengerentúli szakemberek közreműködésére. Megtudhattuk, hogy voltak előzetes vizsgálatok, továbbá jelenleg is zajlanak kutatások, amelyek eredményezték már faunára új fajok kimutatását. A faunisztikai vizsgálatok általános konklúziója, hogy főleg szinantrop fajok terjednek ilyen módon, például mediterrán eredetű (házánkban üvegházi) fajok szabadföldi terjedése figyelhető meg. CSÚZDI CSABA gilisztákkal kapcsolatos hazai tapasztalatokat említett.

3. BELLAAGH MÁTYÁS, KORSÓS ZOLTÁN és BAKÓ BOTOND: *A haragos sikló rendszertanának 200 éve Magyarországon*. Bevezetesként az egyre fogyó hazai lelőhelyek említésén kívül történeti-irodalmi áttekintést hallgathatunk meg, különös tekintettel a faj taxonómiajával kapcsolatos tisztázatlanságokra. A jelenleg leginkább elfogadott feltételezés szerint hazánkban a faj törzsalakja (*Coluber caspius caspius*) fordul elő, de ennek megerősítésére genetikai vizsgálatok is szükségesek lennének. A terepi vizsgálatok eredményeinek ismertetését kiegészítette a faj hazai elterjedésére vonatkozó adatok gyűjtésére szolgáló (fontosabb határozóbélyegek rögzítését is megkövetelő) adatlap bemutatása. NAGY BARNABÁS az iránt érdeklődött, mekkora területet reprezentálnak az egyes lelőhelyek? Ezek a területek mindössze néhányszor 10 m²-esek lehetnek mindenhol. VÁSÁRHELYI TAMÁS a jelölési módszerek iránt érdeklődött. Megtudhattuk, hogy a haspajzs bemetszésével illetve chip-ek alkalmazásával jelölték az álla-

tokat. NAGY PÉTER azt kérdezte, hány évesek lehetnek a bőrök, élhetnek-e még az általuk reprezentált populációk? Mivel a talált bőrök legfeljebb 1 évesek, az állatok létezésének közvetett bizonyítékként elfogadhatók. MERKL OTTÓ további élőhelyek iránt érdeklődött. Ismeretesk korábbi (néhány esetben megkérdőjelezhető) irodalmi adatok, például a Bükkből, Zselicből. A Budai-hegység több pontján is éltek, de minden ide vonatkozó adat régebbi 10 évesnél. KORSÓS ZOLTÁN kiegészítésként hozzáfűzte, nem kizárható, hogy a 3 diszjunkt pont eredetileg egy összefüggő területhez tartozott.

VÁSÁRHELYI TAMÁS köszöntötte az előadót első előadása alkalmából.

4. GAZDA ISTVÁN: *PETÉNYI SALAMON JÁNOS emlékezete* (A Magyar Millennium tiszteletére megjelent tudománytörténeti könyvsorozat bemutatása). A kötetek megjelenése annak köszönhető, hogy a millenniumi program része lett a tudománytörténet is. Ezzel végre egy olyan adósság kerülhet törlesztésre, amit a hivatalos kultúrpolitika a hazai tudományosság nagy alakjai felé az utóbbi évtizedekben évszázadokban felhalmozott. A további tervek, újabb kötetek beharangozását követően a megjelentek átvehették a kiadvány 1–1 tiszteletpéldányát. BAKONYI GÁBOR hozzászólásában kifejtette, hogy a kötet megjelenése nagy örömeire szolgál és az iránt érdeklődött, várható-e újabb, zoológusokról szolgáló kiadvány megjelenése ebben az életműsorozatban. FÖLDI JÁNOSRÓL már terveznek egy kötetet, a HERMAN OTTÓRÓL szóló pedig egyelőre javaslat szintjén van.

912. előadóülés, 2001. május 2.-án

Elnök: HORNING ERZSÉBET

1. HORNING ERZSÉBET és TARTALLY ANDRÁS: *A Platyarthus schöbli (Isopoda: Oniscidea) előfordulása Magyarországon*. A fajt először ANDRÁSFALVY találta meg Budatétényben, innen is írták le 1990-ben. Magyarországon eddig 12 kolóniája ismert (ebből 9 Budapestről!). Magyarországon kívüli ismert lelőhelyei Romániában (Herkulesfürdő) és Spanyolországban (Barcelona) található. A faj rendszertani hovatartozása vitatott, hol önálló fajként, hol a *L. turcicus* szinonimájaként kezelik (De: a *L. neglectus* poligin, szuperkolóniát alkot, míg a *L. turcicus* nem). Ugyancsak nem ismert, miként került be a Kárpát-medencébe. Ez utóbbinak eldöntéséhez nyújthat segítséget a fajjal együtt előforduló, vele kommenzalistaként élő ászkafaj. A *Platyarthus schöbli* faj holo-mediterrán elterjedésű, a Pireneusoktól Bulgáriáig, É-Afrika, Marokkó, Kanári szigetek. Sok alfajra bontható, amelyek valószínűleg önálló fajokként is kezelhetők. A *Platyarthus* fajok közül eddig Európából csak a szintén myrmekeofil *P. hoffmannseggii* volt ismert, mint expanzív faj. Ezideig több mint 20 hangyafaj fészkből mutatták ki. Magyarországon is általánosan elterjedt. A faj első regisztrálása után a szerzők elkezdtek az ismert *L. neglectus* fészkek módszeres vizsgálatát, illetve egyéb *Platyarthus* előfordulási adatok gyűjtését. A *P. schöbli* morfológiai jellemzői: bordázottság, konkáv felület, minimalizált víztapadás. A további célok között szerepel a két faj együttes előfordulásának további hazai és külföldi mintákban történő vizsgálata, valamint a fajok terjedésének, illetve annak, hogy az ászka faj megtelepül-e más hangyafajok fészkeiben rendszeres monitorozással történő figyelése. FARKAS JÁNOS azt kérdezte, hogyan szaporodik a faj? Kevés, általában tíznél kisebb számú utód jellemző, azonban az állandó mikroklimatikus körülmények miatt valószínűleg folyamatos a szaporodás.

2. MOLNÁR VIKTÓRIA és NOVÁK JUDIT: *Poszméh fajok elterjedése alapján kialakított területértékelési pontrendszer*. Az adatok begyűjtésének ismertetése után az UTM térképek segítségével megjelenített fontosabb elterjedési trendek kerültek bemutatásra. FARKAS JÁNOS a gyűjtési módszerek iránt érdeklődött. Megtudhattuk, hogy az egyes területek nem egyforma mértékben kutattak, ami okozhat torzulást a fauna feltérképezettségében. A gyűjtés módszerét pedig általában nem tartják számon a múzeumi címkék.

HORNING ERZSÉBET köszöntötte az előadókat első előadásuk alkalmából.

3. KUN ANDRÁS, PEREGOVITS LÁSZLÓ és RONKAY LÁSZLÓ: *Hurrá, Tajvan! A Szakosztály közönsége tanulságos, érdekes, lelkes hangvételű bemutató előadást hallhatott a Távol-keleti szigetország fekvéséről, helyzetéről, földrajzi, természeti értékeiről egy rovarász gyűjtőexpedíció útja kapcsán*.

913. előadózás, 2001. szeptember 5-én

Az előadózást az Állattani Szakosztály választmányának ülése előzte meg.

Elnök: VÁSÁRHELYI TAMÁS.

1. GIDÓ ZSOLT és LAKATOS GYULA: *Adatok a Jósua-patak hyporrhikus kistrákfaunájához, különös tekintettel a Fabeaformiscandona wegelini és Cryptocandona matris első hazai előfordulására.* Az adott területen a vizsgált állatsoportot tucatnál is több faj képviseli. A folyóvízi üledékek faunagazdaságának okai közül említésre került az (ideális esetben) jó oxigénellátottság és a könnyű átjárhatóság. A folyók és talajvizek határterületein élő, úgynevezett hyporrhikus fajok 3 fő típusa: folyóvízi-benthikus faunaelemek, a kizárólag a talajvízben előforduló fajok és a határzóna specifikus fajai. A fellelt fajok többnyire epigeikusak voltak. Érdekességként hangzott el 3 Ostracoda faj elbukkanása, amelyek a talajvizek jellemző lakói, például a címben említett két faj. A héjak bizonyító szerepe kapcsán (FARKAS JÁNOS kérdésére) elhangzott: nem mindegy, hogy héjat vagy élő állatot talál-e az ember, mert előbbieket esetleg más helyről sodródhattak a területre.

2. GERA PÁL: *A Szamos és a Tisza folyókat ért ciánszennyezés utáni vidraállomány kutatásának eddigi eredményei.* A bevezető kitekintésből kiderült, hogy a vidra Európa szinte minden országában védett, általában visszaszorulóban lévő faj. Hazánk az 1–2 kivételes példa közé sorolható. Az ország 1256 településére vonatkozóan sikerült adatokat gyűjteni. A ciánszennyezést követő 1 évben minden eddig ismert élőhelyen sikerült újra megtalálni a vidraállományt. A vidra védelme konfliktusokkal jár. Sokan – főleg halastavak környékén – sürgetik a faj újbóli vadászhatóságát. Lehetséges megoldásként például a tudatformáló kampányok szervezése, a kártalanítási lehetőségek előmozdítása jöhet szóba, illetve a gazdálkodók érdeklteté tétele a vidra biztos hazai fennmaradásában. Ennek érdekében a tiltás mellett juttatásokkal is kell operálni. FARKAS JÁNOS azt kérdezte, minek tulajdoníthatók az adatokban megfigyelt jelentős különbségek a megyék között? A magyarázat az önkéntesek különböző mérvű vállalkozó kedvében keresendő. A megoldást egységes működésű országos rendszer kiépítése jelenthetné. GIDÓ ZSOLT a létszámnövekedés viszonyítási alapját igyekezett tisztázni. Az előadó az újabb keletű adatokat a korábbi felmérések eredményeihez hasonlította. BAKONYI GÁBOR a faj szigetközi helyzete iránt érdeklődött. Megtudhattuk, hogy ott is jelen van a vidra, az 1998–99-es kemény telet követően újabban sikerült ismét megfigyelni. NAGY BARNABÁS a hód visszatelepítésének idevágó fejleményei iránt érdeklődött. Az előadó erre vonatkozóan nem rendelkezik adatokkal. A ciánszennyezést követően azonban a Tisza-tónál megfigyelték a két faj együttlakását egy hódvárban.

3. A National Geographic: A világ képekben című fotókiállítás megtekintése. VÁSÁRHELYI TAMÁS bevezetőjében elhangzott, hogy a kiállítás a magazin kb. 30 év alatt megjelent fotóinak javát tartalmazza, a National Geographic és a National Geographic Channel összeállításában. Várható egy magyar nyelvű album megjelentetése és a jövő évtől kezdve a magazin magyar nyelvű kiadása is napvilágot lát a tervek szerint. A képanyag mellett a kiállítás bemutatott néhányat a National Geographic Society támogatásával lezajlott fontosabb kutatási programok közül, ismertetve ezek vezető személyiségeinek életpályáját is.

A hazai felsőoktatási intézményekben, a zoológia szakterületén készített doktori (Ph.D.) disszertációk és szakdolgozatok jegyzéke

2001.

Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Állattani Tanszék
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. Tel: 94 313 892

Szakdolgozatok:

- GUITPRECHT GÁBOR (2001): Két kiszáradó láprét talajfelszíni pókfaunájának felmérése a Dunántúlon. p. 56. (Témavezető: Szinetár Csaba)
- JENEY ATTILA (2001): A foltos szalamandra biológiája a Kőszegi-hegységben. p. 37. (Témavezető: Szinetár Csaba)
- MÓRK GYÖNGYI (2001): Barátposzáta vonulási dinamikája, szárnyormorfológiája és zsírraktározása kor és ivar szerint. p. 51. (Témavezető: Gyurácz József)
- NÉMETH TÍMEA (2001): A madarak élőhely-választása az őszi vonulási időszakban. p. 33. (Témavezető: Gyurácz József)
- RAGATS ZSÓFIA (2001): A gyurgyalag 2000. évi fészkelő állományának felmérése Győr-Moson-Sopron megyében. p. 59. (Témavezető: Gyurácz József)

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A. Tel.: 1 209 0555

Szakdolgozatok:

- BÍRÓ JUDIT (2001): A Heteroptera és az Enchytraeida fajok vizsgálata a Balaton vízrendszerében. p. 54. (Témavezetők: Dózsa-Farkas Klára, Hufnagel Levente)
- SCHÖLL KÁROLY (2001): A hansági Fehér-tó együttese, figyelemmel az ökológiai adottságokra. p. 42. (Témavezető: Berczik Árpád)
- HANYUS ERIK (2001): Költő madárfajok abundanciájának összefüggése a környezeti és földhasználati faktorokkal: országos elemzés a fontos madárélőhelyek és a Corine Land Cover adatbázisok alapján. p. 53. (Témavezetők: Báldi András, Török János)
- SCHERER ZOLTÁN (2001): Dél-Zala nappalilepke-faunájának (Lepidoptera: Diurna) alapfelmérése. p. 62. (Témavezető: Gere Géza)

Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Alkalmazott Ökológiai Tanszék
4032 Debrecen, Egyetem tér 1. Tel.: 52 512 932

Szakdolgozatok:

- KAVRÁN VIKTÓRIA (2001): A cianid szennyezés hatása a Tisza és mellékfolyóinak makroszkopikus gerinctelen élővilágára. p. 62. (Témavezetők: Lakatos Gyula, Juhász Péter)

- MOLNÁR PÉTER (2001): Magyarországi alpesi göte (*Triturus alpestris* LAURENTI, 1768) populációk morfológiai és élőhelypreferencia vizsgálata. p. 47. (Témavezetők: Lakatos Gyula, Puky Miklós) ifj. OLÁH JÁNOS (2001): Vízimadár anyagforgalmi guildek. p. 53. (Témavezető: Lakatos Gyula)
- PATAKI ZSOLT (2001): A karika keszeg (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) populációbiológiai vonatkozásai alföldi vízfolyásokban, különös tekintettel a populációk növekedésére. p. 41. (Témavezető: Kovács Béla)
- TAKÁCS PÉTER (2001): Halfaunisztikai és ökológiai kutatások a Keleti-főcsatorna eltérő vízhozamú szakaszain. p. 34. (Témavezető: Kovács Béla)

Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Ökológiai és Hidrobiológiai Tanszék
4032 Debrecen, Egyetem tér 1. Tel.: 52 512 900 / 2602

Szakdolgozatok:

- ESTOK PÉTER (2001): A Bükk denevérfaunisztikai feltárása és a denevérfauna összetételének vizsgálata. p. 58. (Témavezető: Dévai György)
- FARKAS SZABOLCS (2001): A gyöngybagoly (*Tyto alba* Scop. 1769) monitorozása és védelme a MME Helyi Csoportjának működési területén. p. 49.
- JERKOVICH GERGELY (2001): Kisemlős-közösségek vizsgálata mozaikos jellegű vizes élőhelyeken. p. 39. (Témavezetők: Farkas János, Szabó László József)
- MÓRA ARNOLD (2001): Tegzeslárvák (Trichoptera) összehasonlító vizsgálata Tisza-menti holtmedrek különböző növényállományaiban. p. 36. (Témavezető: Dévai György)

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet
9400 Sopron, Ady E. u. 5. Tel.: 99 518 350

Szakdolgozatok:

- ALI TAMÁS GÁBOR (2001): Vadgazdálkodási és vadbiológiai kutatási célú térinformatikai rendszer készítése a HM Budapest Süttői Erdészetének területén. p. 44.
- BÉKEFI ANRÁSNÉ (2001): Természeti állapotfelmérések a Visegrádi-hegységben. p. 91.
- BELEZNAI EMŐKE (2001): A Lábod Rt. nagyvadgazdálkodásának értékelése. p. 49.
- DOMBI IMRE (2001): Gemenc és Béda-Karapancsa tájegységek denevér (Chioptera) faunájának vizsgálata. p. 41.
- ÉZSÖL TIBOR (2001): Az erdőfelújítási módszerek és a nagyvad rágásának kapcsolata, valamint ennek természetvédelmi vonatkozásai a Zemplén-hegységben. p. 44.
- FÓNYAD ÁBEL (2001): A muflon állományszabályozása a születési arányszám, felnevelt szaporulat, korosztályonkénti hasznosítás becslésével. p. 38.
- FÜLÖP GÁBOR (2001): A Len-hegyi vadaskert vizsgálata. p. 37.
- GERZSEI GÁBOR (2001): A vándorsólyom tenyésztése importált madarakkal.
- HORVÁTH GÁBOR (2001): A Szentendrei-sziget természetvédelmi célú élőhelyfejlesztési lehetőségei. p. 61.
- HORVÁTH ZOLTÁN (2001): A gímszarvas szaporodásbiológiai vizsgálata a HM Süttői Erdészet területén. p. 40.
- HORVÁTH ZOLTÁN ISTVÁN (2001): A Darányi Nagyberék vízimadár állománya, védelmi helyzete és az élőhelyfejlesztés lehetőségei. p. 43.

- ISTVÁNFY ALEXANDRA (2001): A mezei nyúl állomány-dinamikáját alakító tényezők és a gazdálkodás fejlesztésének a lehetőségei a Kisalföldön. p. 65.
- JAKUS LÁSZLÓ (2001): A vaddisznó szaporodásbiológiai vizsgálata a SEFAG Rt. vaddisznóskertjeiben. p. 50.
- KERESZTESI ZOLTÁN (2001): A Váci Erdészet muflonos kertjének működési terve. p. 63.
- KISS NORBERT (2001): A gímszarvas bögő- és telelőhelyeinek eltérő gazdálkodási feltételeiből adódó aránytalanságok csökkentése körzetszintű terheléssel. p. 77.
- LÁSZLÓ PÉTER (2001): A Zirci Erdészet gímszarvas állományának értékelése, élőhelyfejlesztésének lehetőségei. p. 42.
- MÁRFÖLDI GABRIELLA (2001): A természetvédelem és a vadgazdálkodás érdekeinek összehangolása a Hortobágyi Nemzeti Park területén. p. 58.
- MEZEI ERVIN (2001): A Gyékényesi Kavicsbánya-tó vízimadár-állománya, vadászati helyzete és az élőhelyfejlesztés lehetőségei. p. 47.
- MURAVAI LÁSZLÓ (2001): Dám zárttéri tartásának lehetőségei Rőjtökmuzsaj térségében. p. 69.
- MÜLLER SZABOLCS (2001): A muflonállomány szabályozása a Pilisszentkeresztesi Erdészet területén. p. 49.
- PATONAI MIHÁLY (2001): Az élőhely gazdálkodás értékelése és jövőbeni lehetőségeinek feltárása a KEFAG Rt. Bugaci Erdészetének területén. p. 39.
- PERJÉSI TAMÁS (2001): Egy közép-magyarországi szarka (*Pica pica*) populáció vizsgálata. p. 30.
- PIGNITZKY BORBÁLA (2001): A vadállomány összetételének változása a turizmus hatására a Pilisi Parkerdő Rt. területén. p. 57.
- SELMECZI KOVÁCS ÁDÁM (2001): A Dunakanyar vízimadár állományának változásai az ökológiai viszonyok függvényében az elmúlt évtizedben. A Hanság halfaunisztikai felmérése és az adatok revizionálása. p. 119.
- SIPOS ELVIRA (2001): Egy térségi szarvaspopuláció vadászati értékének alakulása a Gyótai Vt. Környezetében.
- SÜTŐ BÉLA (2001): Egy új halastó hatása az Ürböpuszta környéki vízivad állományra és a vadászati célú fejlesztés lehetőségei. p. 64.
- ZOLNAI ZSUZSANNA (2001): Vad és gépjármű ütközése, jogi következményeinek vizsgálata Hajdú-Bihar megyében.

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Faanyagvédelmi Intézet
9400 Sopron, Ady E. u. 5. Tel.: 99 518 230

Szakdolgozatok:

- BENKE ATTILA (2001): Izeltlábú közösségek vizsgálata a Soproni Erdőrezervátum talajszintjében, különös tekintettel az ugróvillás (*Collembola*) faunára. p. 65.
- KNAPP JÓZSEF (2001): Fenyő és tölgy állományok összehasonlító madárcönológiai vizsgálata soproni és csákvári mintaterületeken. p. 74.
- KOLENCSEK ATTILA (2001): A Fertő-tó halfaunájának vizsgálata, különös tekintettel az idegen fajok betelepítésére. p. 80.
- KOZMA TERÉZIA (2001): A Gerecse-hegység ragadozó madár állományának felvételezése és természetvédelmi értékelése. p. 51.
- PÁLINKÁS ÁKOS (2001): A bükk fiatalosokban jelentkező pusztulás okainak vizsgálata a Zalai Erdészeti és Faipari RT. Letenyei Erdészetének területén. p. 31.
- SZTASKÓ EDINA (2001): A hód (*Castor fiber*) visszatelepítése Nyugat-Magyarországra. p. 55.
- VARGA EMESE (2001): Összehasonlító madárcönológiai és madárcönológiai vizsgálatok a Ropolyi Erdőrezervátum területén. p. 56.

ZSIRAI PÉTER (2001): A gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) gradációs viszonyainak feromon csapda segítségével való vizsgálata a TAEG Rt. Iváni Erdészeti területén. p. 42.

**Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet,
Zootaxonómiai és Szünzoológiai Tanszék**
7624 Pécs, Ifjúság útja 6. Tel.: 72 327 622 / 4115

Diplomadolgozatok:

- GÁBORIK ÁKOS (2001): A mozgás- és búvóhelymintázat elemzése egy Quercus-robore-Carpinetum habitat rágeszáló populációjánál. p. 47. (Témavezető: Horváth Győző)
- KÁRPÁTI ZSOLT (2001): A rovarok viselkedése kémiai kommunikációs szempontból. p. 41. (Témavezető: Szöcs Gábor, Horváth Győző)
- KNISZ JUDIT (2001): A törpeegér kisméltóságokban elfoglalt helyének vizsgálata, valamint fészkeinek és a pészmapocok várainak denzitásbecslése a Kis-Balaton területén. p. 39. (Témavezető: Horváth Győző)
- MÉSZÁROS OTTÓ (2001): Veszélyeztetett madarak zárttérű tartása és mesterséges termékenyítési lehetősége a tűzok (*Otis tarda*) példáján. p. 36. (Témavezető: Horváth Győző)
- MOLNÁR DÁNIEL (2001): A gyöngybagoly, *Tyto alba* (Scopoli, 1769) táplálékából kimutatott kisméltóságok összehasonlító vizsgálata a vadászterületek földminta alapján. p. 41. (Témavezető: Horváth Győző)
- NYISZTOR ZSOLT (2001): A gyöngybagoly, *Tyto alba* (Scopoli, 1769) populációjának regionális monitorozása és védelme Baranya megyében. p. 31. (Témavezető: Horváth Győző)
- ORBÁN LÁSZLÓ (2001): Populációdinamikai és biometriai vizsgálatok egy barkóscinege (*Panurus biarmicus*) populáción. p. 32. (Témavezetők: Gyurácz József, Horváth Győző)
- SZABADI MÓNIKA (2001): Isopoda populációk szünbiológiai vizsgálata a Dráva ártéren. p. 37. (Témavezető: Farkas Sándor)
- SZATYOR MIKLÓS (2001): Európa denevérei. p. 142. (Témavezetők: Horváth Győző, Bihari Zoltán)

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1. Tel.: 28 522 085

Diplomadolgozatok:

- DOBOS JÓZSEF (2001): A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer beporzó komponensének felvételezéséhez szükséges módszerek tesztelése. p. 26. (Témavezető: Sárospataki Miklós)
- KIS JÁNOS (2001): Nehézfém szennyezés akut hatásainak laboratóriumi tesztelése *Panagrellus redivivus* fonalférgen. p. 29. (Témavezető: Nagy Péter)
- HECKER KRISTÓF (2001): A magyarországi pelefafajok (Myoxidae) elterjedése és monitorozása. p. 59. (Témavezető: Bakó Botond)
- MOLNÁR VIKTÓRIA, NOVÁK JUDIT (2001): Természetvédelmi területértékelési pontrendszer kidolgozása poszméh-fajok alapján. p. 31. (Témavezető: Sárospataki Miklós)
- KOSZTRA BARBARA (2001): A magyarországi pelefafajok (Myoxidae) egyes populációbiológiai jellemzőinek vizsgálata. p. 40. (Témavezető: Bakó Botond)

Szent István Egyetem, Ökológiai Tanszék
1077 Budapest, Rottenbiller u. 50. Tel.: 1 4784 233

Szakkolgozatok:

- CZUPPON BALÁZS (2001): Denevérlegyek (Nycteribiidae) populáció-ökológiai elemzése (Témavezető: Rózsa Lajos).
- FAJCSIK VIKTÓRIA (2001): Néhány Diptera faj lábszerkezetének fény-és elektromikroszkópos anatómiai vizsgálata (Témavezető: Papp László, Halasy Katalin).
- FEKETE SÁNDOR RÓBERT (2001): A státuszjelzés és a csapatosság közötti kapcsolat összehasonlító vizsgálata magevő madaraknál (Témavezető: Liker András).
- HERCZEG GÁBOR (2001): A pannongyík elterjedése és ökológiai viszonyai Magyarországon (Témavezető: Korsós Zoltán).
- KASSAI FERENC (2001): Jelölés-visszafogás vizsgálat a szürkés hangyaboglárka (*Maculinea alcon*) nagy-szénási populációján (Témavezető: Peregovits László)
- KOCSIS MÁRTA (2001): A földön fészkelő vándorló madarak szerepe a róka (*Vulpes vulpes*) és borz (*Meles meles*) kotorékválasztásában, és a róka táplálkozásában (Témavezető: Szemethy László).
- MÁRKUS MÁRTA (2001): A fészekpredáció hatása a gulipán (*Recurvirostra avocetta*) fészkelési sikerességére (Témavezető: Szemethy László).
- TÓTH CSABA (2001): Befolyásolja-e a hím házi verebek státuszjelzése a nőtények agresszív viselkedését a hímek elleni küzdelemben? (Témavezető: Liker András).

Doktori (Ph.D.) disszertációk:

- DOMBOS MIKLÓS (2001): Biotikus és abiotikus hatások szerepe az ugróvillás (*Collembola*) közösség degradációjában. (Témavezető: Gallé László).

Szent István Egyetem , Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék
2103 Gödöllő, Péter Károly u. 1. Tel.: 28 522 086

Diplomadolgozatok:

- GULYÁS ZOLTÁN és VITÁLIS SZABÓ, LACS (2001): Ragadozó emlősök megjelenése Gödöllő belterületén. p. 48. (Témavezető: Heltai Miklós)
- GUTH OTTÓ és JOÓ MIKLÓS (2001): Bugac és Salgótarján ragadozó emlős populációjának összehasonlító vizsgálata. p. 41. (Témavezető: Heltai Miklós)

Szakmérnöki diplomadolgozatok:

- POLLÁK BARNABÁS (2001): A Pilisi Parkerdő Rt. postaréti vadaskertjének fejlesztési lehetőségei. p. 49. (Témavezető: Csányi Sándor)
- POLONKAI LÁSZLÓ (2001): A mezőgazdasági szerkezetváltás és a vadgazdálkodás kapcsolata Hajdú-Bihar megyében. p. 54. (Témavezető: Heltai Miklós)
- SURÁNYI PÉTER (2001): A vadászgörény. p. 58. (Témavezető: Szemethy László)
- SZABÓ ATTILA (2001): Emlős ragadozók előfordulásának felmérése Hollókön. p. 30. (Témavezető: Szemethy László)
- SZABÓ ÁDÁM (2001): Az egyes visszatelepülő nagyragadozók országos helyzetének felmérése. p. 37. (Témavezető: Szemethy László)
- TÓTH LÁSZLÓ (2001): Három, vadgazdálkodási szempontból is fontos nappali ragadozó madár faj költésbiológiai és táplálkozásökológiai vizsgálata. p. 33. (Témavezető: Csányi Sándor)
- TÓTH PÉTER (2001): Gímszarvas élőhely-preferencia vizsgálatok lokalizációs magterületek kijelölésével. p. 29. (Témavezető: Szemethy László)

Veszprémi Egyetem, Állattani Tanszék
8201 Veszprém, Pf. 158. Tel.: 88 422 022 / 4436

Szakkolgozatok:

- RASZTOVICS GIZELLA (2001): Példatár és feladatgyűjtemény tanárok számára Zobory Erzsébet: Ember és környezet című tankönyvének tanításához. p. 191. (Témavezető: Cserépné Bendik Ildikó)
- KÜNSZTLER ANITA (2001): A Velencei tó bemutatása környezettan tanári szemszögből. p. 54. (Témavezető: Cserépné Bendik Ildikó.)
- KÖVÁRI KATALIN (2001): A környezeti nevelés lehetőségei 3-18 éves korig. p. 62. (Témavezető: Cserépné Bendik Ildikó)
- SLEZÁK PATRÍCIA (2001): A környezeti nevelés – az erdei iskola, mint tanulásszervezési forma. p. 58. (Témavezető: Cserépné Bendik Ildikó)

ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

Az Állattani Közlemények célja az állattan szakterületeivel kapcsolatos hazai és a nemzetközi természettudományos eredmények bemutatása az állattani tudományok magyar nyelven történő művelésének fenntartása és fejlesztése érdekében.

Az Állattani Közleményekben tudományterületi áttekintések (review), közlemények és rövid közlemények, valamint könyvismertetések, illetve a szakterületen dolgozók tájékoztatását szolgáló információs anyagok jelennek meg. Tudományterületi áttekintések írására a szerkesztőbizottság esetenként kér fel szerzőt.

A folyóirat elsősorban olyan eredeti (máshol még nem publikált) dolgozatokat közöl, melyek anyagai az Állattani Szakosztály ülésain elhangzottak. A szerkesztőbizottság döntése alapján anyagok előadás nélkül is megjelenhetnek.

A kéziratok tagolása

Cím és szerző(k). A cím legyen rövid, lényegre törő. A szerző(k) neve alatt pontos postai és e-mail címe is szerepeljen.

Összefoglalás. A legfontosabb eredmények bemutatása, legfeljebb 200 szóban. Az összefoglalásban nem szerepelhetnek irodalmi hivatkozások.

Kulcsszavak. Legfeljebb öt szó vagy kifejezés.

Bevezetés. A témához tartozó legfontosabb publikációk eredményeinek áttekintése annak megjelölésével, hogy milyen új tudományos kérdés(ek) megválaszolását tűzi ki célul.

Módszerek. A dolgozatban alkalmazott eljárások leírása olyan módon, hogy az elegendő információt tartalmazzon egy zoológus számára a közleményben leírtak megisméltéséhez.

Eredmények. A kapott eredmények világos és lényegre törő leírása. Eredményeit táblázatban vagy grafikonon közölje aszerint, hogy melyik megjelenítési mód informatívabb az eredmények dokumentálása és megértése szempontjából. Alapadatok terjedelmes közlése nem javasolt, amennyiben nem ez a cél, illetve ha grafikus feldolgozásuk is szerepel a dolgozatban.

Értékelés. A célkitűzésekben megfogalmazott kérdésekre adott válaszok a saját és a szakirodalmi eredmények tükrében. Világosan derüljön ki, hogy milyen új tudományos megállapításokat tartalmaz a dolgozat.

Köszönetnyilvánítás. Legfeljebb 10 sor hosszúságú lehet.

Irodalom. A dolgozatban hivatkozott irodalmakat szoros ábécérendben, ezen belül időrendben, sorszámozás nélkül az alábbiakban következő minták szerint kérjük közölni.

Idegen nyelvű cím és összefoglaló. Legfeljebb 20 sorban foglalja össze a legfontosabb eredményeket. Elsősorban angol nyelvű összefoglalókat várunk. Ezek nyelvi lektoráltatása a szerző feladata. Egy közleményhez csupán egy idegen nyelven csatolható összefoglaló.

Futó fejléc. Kérjük, adjon javaslatot 5-6 szóból álló rövidített címre a futó fejléchez.

Előadás időpontja. Kérjük adja meg annak az Állattani Szakosztály ülésnek a sorszámát és pontos dátumát, amikor a most leadott kéziratának anyagából előadását megtartotta.

A rövid közlemények tagolása a következő: cím, rövid összefoglalás, a munka leírása a közlemények tagolásának megfelelően (de a fejezetek címeinek kiírása nélkül), irodalom. A rövid közlemény teljes hosszúsága nem haladhatja meg a 6 gépelt oldalt.

Az irodalomjegyzék összeállítása és a hivatkozások módjai

Folyóiratban megjelent közlemény:

- FÁBIÁN GY. (1938a): Rendszertani tanulmány a Haplothrips genusról (Thysanoptera). – Folia Ent. Hung. 4: 7–36.
- FÁBIÁN GY. (1938b): Rojtos szárnyú rovarok Kőszeg vidékéről. – Vasi Szemle 5: 346–349. (A Kőszegi Múzeum Közleményei [Publ. Mus. Ginsiensis] 1: 1–4.)
- SEY O. (1979): Life cycle and geographical distribution of *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Trematoda: Paramphistomata). – Acta Vet. Acad. Sci. Hung. 27: 115–130.
- VÁNGEL J. (1905a): Adatok Magyarország rovarfaunájához. I. Odonata. Szitakötők. – Rovartani Lapok 12: 12–14.
- JENSER G., MESZLENY A. & SZALAY-MARZSÓ L. (1980): Study on the flight activity of aphid vectors of plum pox virus. – Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 15: 397–401.

Könyv, könyvrészlet:

- MÓCZÁR L. (1969): Állathatározó I–II. – Tankönyvkiadó, Budapest.
- BENEDEK P (1967): Poloskák VII. Heteroptera VII. (In: Magyarország Állatvilága 177 p. 86). – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- LOKSA I. (1988): Ikerszelvényesek - Diplopoda. – In: JERMY T. & BALÁZS K. (szerk.). A növényvédelmi állattan kézikönyve 1. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 183–187.
- WILSON E. O. & WILLIS E. O. (1975): Applied biogeography. – In: CODY M. L. & DIAMOND J. M. (eds.). Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 523–534.

Egyéb helyen megjelent dolgozat, számítógépes program:

- CZÓGLER K. (1927): A szegedvidéki kagylók. Faunabiológiai tanulmány. – Szegedi Áll. Baross Gábor Reáliskola 1926–27. évi értesítője, pp. 3–29.
- CZÓGLER K. (1951): Életrajzi és irodalmi munkásság jegyzéke. – Kézirat.
- KESSELYÁK A. (1946): A Tisza természettudományi monográfiájának tervezete. – Az Alföldi Tudományos Intézet Évkönyve, Szeged, pp. 309–320.
- STUMPF I. (1981): Vízcsigákából származó trematoda-cerkáriák fénymikroszkópos vizsgálata. – Doktori értekezés, JATE, Szeged.
- VITUKI (1978): Tisza 1. Vízrajzi atlasz. – Vízgazdálkodási Tud. Kutató Központ, Budapest.
- STATSOFT Inc. (1995): STATISTICA for Windows (Program manual), Tulsa.

A **szöveg közben** TÓTH (1998), illetve TÓTH (1998, 1999), kettőnél több szerző esetén TÓTH et al. (1999), illetve (TÓTH & SZABÓ 1998, TÓTH et al. 1999) formában kell hivatkozni. Ha ugyanazon szerzők egyazon évben megjelent cikkére hivatkoznak, akkor az „a, b, c” stb. betűkkel különböztesse meg azokat, például: TÓTH (1998a), TÓTH (1998b,c,d). A „nyomatás alatt” kifejezés csak elfogadott kéziratok esetében használható.

A kéziratok benyújtásának módja

A kéziratot két példányban nyomtatva, valamint IBM-kompatibilis lemezen (floppy disc) mindenféle szerkesztés (sorkizárás, vastagítás, aláhúzás, tabulátorjelek, címsorszámozás, oldalszámozás, futó fejléc, stb.) nélkül kérjük beküldeni. Kizárólag a faj és genus tudományos elnevezéseket kell a szövegben (irodalomjegyzékben nem) dőlt (kurzív) betűvel, illetve a szövegben, irodalomjegyzékben

bárhol előforduló személyneveket kell „kiskapitális – small caps” betűvel írni. Ez alól csak a fajok leíróinak neve képez kivételt. A nyomtatott, valamint az elektronikus formában beküldött anyagnak teljesen egyezőnek kell lennie. A lemezen külön könyvtárba (file) mentse a szöveget, az ábrákat és a táblázatokat, valamint azok címét. Lehetőség szerint a Microsoft Word és Microsoft Excel programokat használja. Tüntesse fel a használt program verziószámát is.

Kérjük, hogy a kéziratot fogalmazza lényegre törően, világos magyar nyelven. A nyelvhelyességet ellenőrizze a számítógépes programmal is. A tudományos neveket, idegen szavakat, személyek neveit ne ragozza. A nyomtatott példányokat Times New Roman betűtípussal, 12-es betűnagysággal, kettes sorközzel, oldalanként 25 sorral gépelve, legalább 3 cm széles margókkal küldje el a szerkesztőnek. Az ábrák és táblázatok 2 másolt példányán kívül mellékelje azok nyomdai munkákhoz felhasználható eredeti példányait is. A közlemény teljes terjedelme nem haladhatja meg a 20 oldalt (kb. 40 000 leütés).

Az ábrák (térkép, habituskép, grafikon, fotó) és táblázatok maximális mérete 13x18,5 cm lehet. Teljes méretű, feles vagy negyed-es nagyságú ábrákat és táblázatokat fogadunk el. Az ábrák, táblázatok legyenek egyszerűek, áttekinthetőek, nyomdai sokszorosításra alkalmas minőségűek, amelyeket keretezni nem kell, háttérmintázatokat ne alkalmazzon. A táblázatokat úgy készítse el, hogy azokban csak vízszintes vonalak szerepeljenek. A táblázatokat a „Word” táblázatszerkesztőjével készítse el, ne használjon tabulátor-behúzásokat és szóközöket a táblázatszerű megjelenítéshez. A táblázatokat és ábrákat olyan formában kérjük lemezen küldeni, hogy a megfelelő program használatával azok szűkség esetén módosíthatók (méret, tagolás, minták, feliratok), tehát ne csupán olvashatók legyenek. A táblázatokat, ábrákat „scannelt” formában küldve nem kérjük. Az ábrákon ne szerepeltesse azok sorszámát és címét, kizárólag olyan jelöléseket alkalmazzon, amelyek Times New Roman szabványbetűvel készültek. Fontos, hogy ábrái körül szerkesztéssel ne hagyjon üres teret, közvetlenül a hasznos ábrarész szélén adja meg a határát, mert ellenkező esetben a szöveg közé illesztés gondot jelent. Amennyiben az ábrát, táblázatot különleges okok miatt a megadott méretre nem tudja elkészíteni, akkor figyeljen arra, hogy olyan méretű betűket, jeleket alkalmazzon, melyek a kicsinyítést követően még jól olvashatók (minimum 8 pontos) lesznek. Javasoljuk, hogy ábráit, táblázatait próbaként helyezze el egy 13x18,5 cm szövegtükör méretű word-munkalapon, ekkor látni fogja, hogy hol kell változtatni. Amennyiben az ábra terjedelme olyan nagy, hogy lemezen nem küldhető, akkor előzetes megbeszélés alapján lehetőség van FTP-serveren keresztül történő átküldésre.

A nyomtatott példányban a szöveg után következzenek a táblázatok és ábrák külön lapokon. Adja meg az összes ábra és táblázat aláírását együtt egy külön lapon. Az ábrák és táblázatok címét (a jelmagyarázattal együtt) az összefoglalónak megfelelő idegen nyelven is készítse el. Az ábrákban és táblázatokban azonban csak magyar nyelvű feliratok legyenek. A táblázatokat és ábrákat ne illesse a szövegbe. Mindegyik ábra és táblázat nyomtatott változatának hátoldalára ceruzával írja fel annak sorszámát. Fénykép fekete-fehérben történő közlésére indokolt esetben lehetőség van, ehhez kitűnő minőségű fekete-fehér vagy színes fényképet kérünk. Színes képek közlésére csak abban az esetben van lehetőség, ha a felmerülő nyomdai többletköltségeket a szerző kifizeti. A mértékegységeket az SI-rendszer szerint kell alkalmazni. Nyelvhelyesség tekintetében „A magyar helyesírás szabályai” című könyv legutolsó kiadása az irányadó.

A bírálórendszer

A beérkezett kéziratokat két lektor bírálja el. A megjelenésről a lektori vélemények alapján a szerkesztőbizottság dönt. Az el nem fogadott kéziratokat a szerzőnek visszaküldjük. Az elfogadott, de módosításokat kívánó kéziratokat és a számítógépes lemezt javításra, a lektorok és a technikai szerkesztő véleményével együtt, átdolgozásra visszaküldjük a szerzőnek.

A javítást igénylő kéziratok átdolgozása

Az átdolgozott, javított, végleges kéziratokat egy példányban nyomtatva, valamint lemezen (vagy elektronikus úton)– a korábbiakban már megadott szempontoknak megfelelően kérjük beküldeni a technikai szerkesztőnek.

Egyebek

Nyomtatás előtt korrektúrára küldjük vissza a szerkesztett kéziratot az első szerzőnek. Ekkor már csupán apró javításokra van lehetőség. Több, egész mondatot, ábrát vagy táblázatot érintő változtatást csak a szerző költségére tudunk elvégezni. A szerkesztőnek jogában áll a kéziratban változtatásokat végezni. A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig őrizzük meg. A szerző (több szerző esetén az első szerző) részére 25 különlenyomatot küldünk. A kézirat szerkesztésével kapcsolatban a technikai szerkesztőhöz, egyéb kérdésekben a szerkesztőhöz fordulhat felvilágosításért.

Az Állattani Közleményeknek az eddigi hagyományoknak és az anyagi feltételekhez igazodva évente egy kötete jelenik meg. A meghatározott terjedelmi korlátokon belül megjelenő cikkek kéziratát folyamatosan lehet leadni, és azok folyamatosan kerülnek elfogadásra, feldolgozásra. A Szakosztály ülésein előadott anyagok kéziratai a kötetbe soroláskor elsőbbséget élveznek a más módon megjelentetni kívánt kéziratokkal szemben.

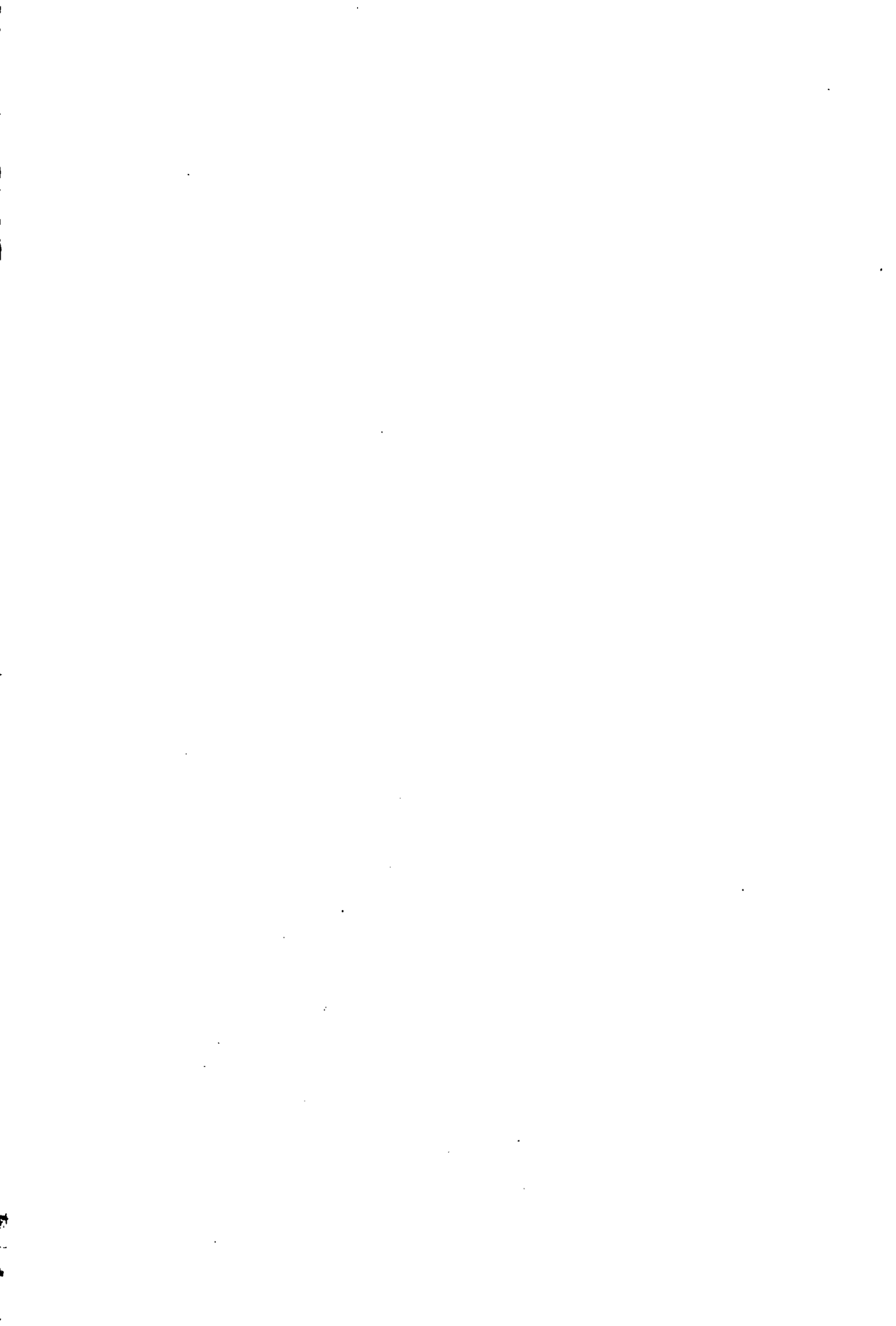
Amennyiben a szerző számára igen fontos lenne a leadott kézirat mielőbbi megjelenése, akkor erre lehetőséget biztosítunk gyorsított lektorálás, szerkesztés révén. Az így leadott kéziratok szerzőire, a megjelentetés feltételeire ugyanazok az előírások vonatkoznak, mint a hagyományos esetben. A kötet megnövelt terjedelme és a többlet szervezési feladatok miatt felmerülő költségeket azonban a szerző viseli. Az ilyen módon elfogadott kéziratok kizárólag a lezárt kötet terjedelmén felül jelennek meg, a szokásos eljárásban beküldött kéziratok megjelenését nem befolyásolja.

Lehetőség van konferenciák, szakmai találkozók anyagának megjelentetésére is. Ilyen esetben azonban, a megnövelt oldalszám kapcsán felmerülő többletköltségeket biztosítani kell. Lehetőség van arra is, hogy teljes kötetet kitöltő szakmai rendezvények anyagai jelenjenek meg, ekkor a kötet előállításának teljes költségét a rendezvény szervezői kell biztosítsák.

Szerkesztő: dr. Bakonyi Gábor

Technikai szerkesztő: dr. Kiss István

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék - H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Telefon: (28) 522 085, Fax: (28) 410 804 E-mail: bakonyi@fau.gau.hu / istkiss@fau.gau.hu



Nyomdakészre szerkesztette

DR. KISS ISTVÁN

Szent István Egyetem, Állattani és Ökológiai Tanszék, H-2103 Gödöllő, Péter Károly u. 1.

Nyomdai munkálatok

KISVÁROSI KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

H-1141 Budapest, Gödöllői u. 42.

Megjelent

B/5 méretben, 150 példányban

2002. szeptember

Contents

Original papers:

JENŐ PONYI: An outline of the faunal research of Lake Balaton and the composition of its fauna.....	3
GYÖRGY KRISKA & SÁNDOR ANDRIKOVICS: New interpretation of the case-building strategy of the <i>Potamophylax nigricornis</i> (PICT.) and <i>Potamophylax rotundipennis</i> (Brauer) (Trichoptera, Limnephilidae).....	15
ISTVÁN ANDRÁS RÁCZ: Change in the life-form spectra of Orthoptera-communities regarding to the structure of dry and semi-dry grasslands in Hungary.....	29

Total solar eclipse of 11 August 1999 and its possible zoological implications:

TAMÁS WEIDINGER, KRISZTINA PINTÉR, TAMÁS HIRSCH & RÓBERT MÉSZÁROS: The weather situation and the meteorological elements during the total solar eclipse of 11 August 1999 in Hungary.....	59
ZOLTÁN TÓTH: Change in intensity of solar radiation reaching the Earth's surface in different spectral ranges based on measurements made during the solar eclipse of 11 August 1999.....	75
BALÁZS BERNÁTH, ISTVÁN POMOZI, JÓZSEF GÁL, GÁBOR HORVÁTH & WEHNER RÜDIGER: Skylight polarization during the total solar eclipse of 11 August 1999 and its possible biological implications.....	81
GERGELY SZÖVÉNYI, FERENC SZENTKIRÁLYI & S BARNABÁS NAGY: Change in the activities of orthopterans and other diurnal insects during the total solar eclipse of 11 August 1999.....	93
FERENC SZENTKIRÁLYI & LÁSZLÓ SZALAY: The impact of the total solar eclipse of 11 August 1999 on behaviour and foraging activities of honeybees.....	115
LÁSZLÓ BALDAVÁRI: Effects of the total solar eclipse of 11 August 1999 on behaviour of honeybees, recorded in an apiary.....	137
TIBOR CSÖRGŐ, GYÖRGY MIKLAY, GERGŐ HALMOS, ZSOLT KARCZA, LÁSZLÓ BANK, ÁKOS NÉMETH & SÁNDOR PALKÓ: Changes in daily activity of Passerine birds during the total solar eclipse of 11 August 1999.....	145

PÉTER NAGY: Activity of the Zoological Society (from 11. October 2000 till 05. September 2001)..... 153

List of the Ph.D. dissertations and thesis works related to zoology written in the year of 2001..... 161

Guide to the Authors..... 167

Tartalom

Tudományos közlemények:

PONYI JENŐ: Áttekintés a Balaton faunisztikai kutatásáról és faunájának összetételéről.....	3
KRISKA GYÖRGY és ANDRIKOVICS SÁNDOR: A <i>Potamophylax nigricornis</i> (Pict.) és a <i>Potamophylax rotundipennis</i> (Brauer) (Trichoptera, Limnephilidae) lakócsőépítési stratégiája	15
RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS: Egyenesszárnyú együttesek életforma-spektrumának változása a száraz és félszáraz gyeppek struktúrájának függvényében.....	29

A 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás és zoológiai hatásai

WEIDINGER TAMÁS, PINTÉR KRISZTINA, HIRSCH TAMÁS és MÉSZÁROS RÓBERT: Az időjárás helyzet és a meteorológiai elemek változása az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozás során.....	59
TÓTH ZOLTÁN: A földfelszínre érkező napsugárzás intenzitásának változása különböző spektrum tartományokon az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt történt mérések alapján	75
BERNÁTH BALÁZS, POMOZI ISTVÁN, GÁL JÓZSEF, HORVÁTH GÁBOR és RÜDIGER WEHNER: Égbolt-polarizáció az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáskor és lehetséges biológiai vonatkozásai.....	81
SZÖVÉNYI GERGELY, SZENTKIRÁLYI FERENC és NAGY BARNABÁS: Egyenesszárnyúak és egyéb nappali rovarok aktivitásainak változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás alatt	93
SZENTKIRÁLYI FERENC és SZALAY LÁSZLÓ: Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatása a háziméhek viselkedésére és gyűjtési aktivitására	115
BALDAVÁRI LÁSZLÓ: Méhek viselkedésének változása az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás hatására egy méhészetben	137
CSÖRGŐ TIBOR, MIKLAY GYÖRGY, HALMOS GERGŐ, KARCZA ZSOLT, BANK LÁSZLÓ, NÉMETH ÁKOS és PALKÓ SÁNDOR: Madarak napi aktivitásának változásai az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás alatt.....	145
NAGY PÉTER: Az Állattani Szakosztály ülései (2000. október 11. – 2001. szeptember 5.)	153
A hazai felsőoktatási intézményekben, a zoológia szakterületén 2001. évben készített doktori (Ph.D.) disszertációk és szakdolgozatok jegyzéke.....	161
<i>Útmutató a szerzők részére</i>	167