

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/282341263>

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

Article · December 2001

CITATION

1

READS

42

3 authors:



Gergely Szövényi

Eötvös Loránd University

59 PUBLICATIONS 277 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ferenc Szentkirályi

Hungarian Academy of Sciences

42 PUBLICATIONS 375 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Barnabas Nagy

Hungarian Natural History Museum

42 PUBLICATIONS 204 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Agroecology [View project](#)



The invasive garden ant, *Lasius neglectus*, in Hungary [View project](#)

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 időjárási 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 egyenes szárnyú 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 középvonalától 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 gyepek 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 platón, részben savanyú, homokkövön 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–tól 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 *Miramella 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*, *Lasiommata*, *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 lombozatára 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.

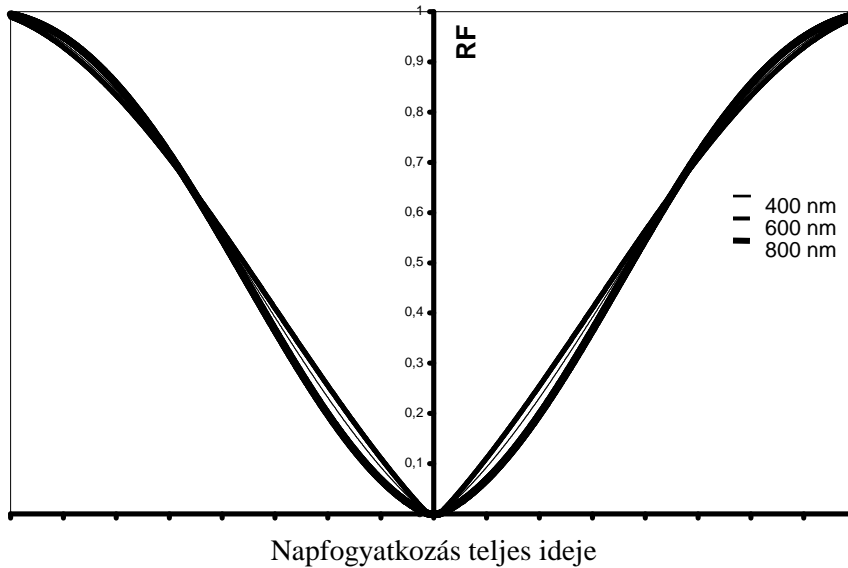
A környezeti abiotikus változók mérése és az alkalmazott statisztikai eljárások

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 gye- és fásvegetáció megvilágított-sága, amelyet 1,5 m magasságban, a gyeprész felé fordulva, Cosilux LM2 digitális fénymérővel mértük (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 (Írány-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 változási menete között milyen mértékű korrelációk vannak, illetve ezen aktivitási változások mennyire szinkronizáltak le. A CCF-eket a napfogyatkozás elejétől végé-

ig, a tízpercenként megállapított ciripelési és repülési aktivitási fokozatok időszora és az ugyanazon időpontokhoz tartozó RF, vagy megvilágítási értékek időszora 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) programcsomag (STATSOFT 2000) használatával végeztük el.

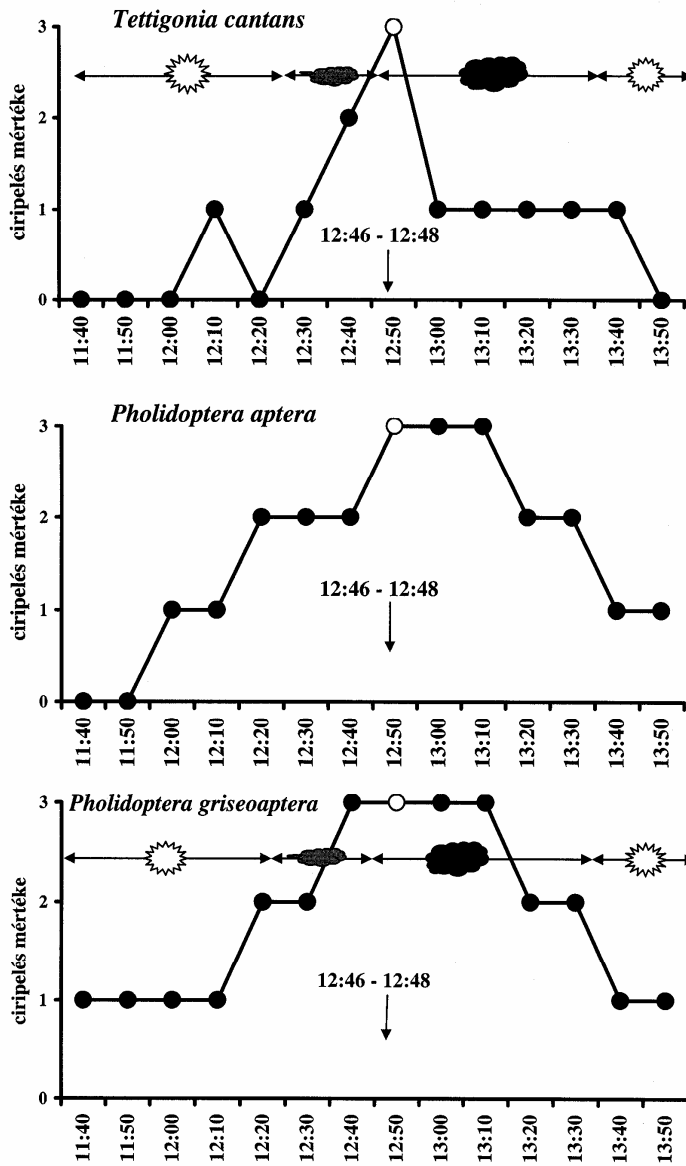
Eredmények

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 1. fokozatban gyengén ciripelni. A *P. griseoptera* hangadásában viszont szünet nem volt. Gyengén ciripeltek a napfogyatkozásnak mind a korai, mind a késői fázisában, ami arra utal, hogy a 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 ciripeltek. 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 1. 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 a 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).

1. 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-Tóserdő, 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	–

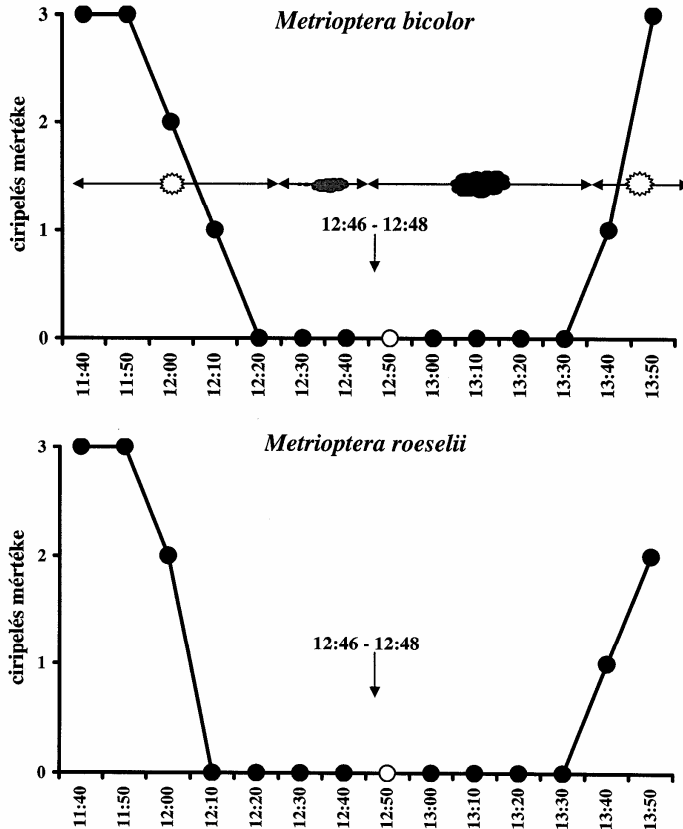
A CCF függvényben az eltolással keletkezett további szignifikáns korreláció értékek aszimmetrikus eloszlása a „0”-eltolás körül szintén rámutatott az intenzívebb ciripelés elhúzóására a teljes fogyatkozás utáni felhős időszak hatására. Az aktivitások interspecifikus összevetésében a statisztikai elemzések 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 sötétségénél 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 sötétségnövelő hatása okozott. A nappal-aktív sáskák ciripelési mintázata hasonlóan alakult az előbbi két szöcskefajéhoz, 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 előbbieken vizsgált szöcskéknél, ami arra utal, hogy a borús idő kisebb mértékben befolyásolta az aktivitás változásának menetét a napfogyatkozás alatt.

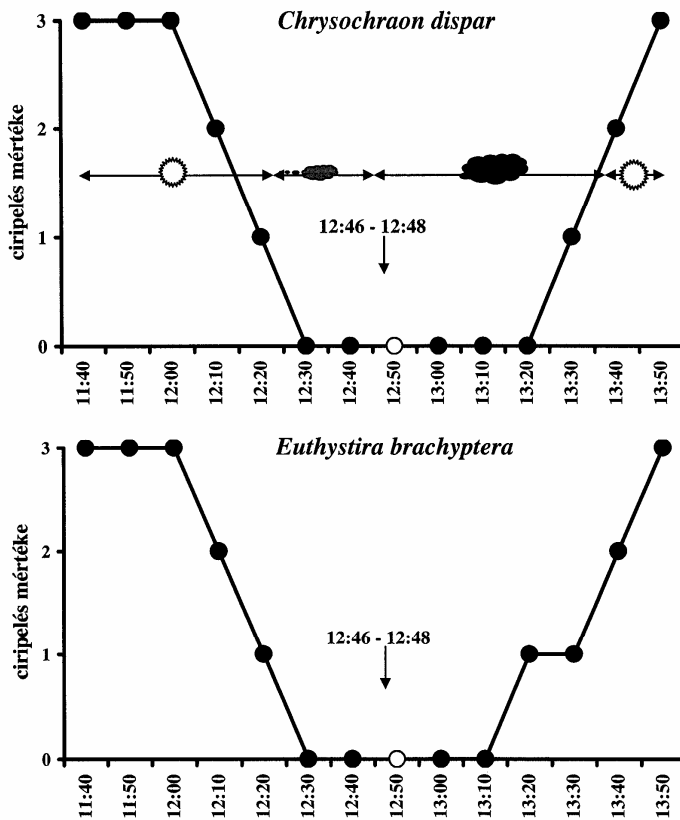
2. táblázat. Alpesi sáska (*Miramella alpina*) megfigyelt viselkedése az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás idején, természetes élőhelyükön (Kőszegi-hegység, Irány-hegy). (Jelölés: a szürke-fekete kiemelések a napfogyatkozás, illetve a felhőborítottság mértékére utalnak)

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	báránnyfelhős	mozdulatlanság
12.40	báránnyfelhős	behúzóadás 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 egyenesszárnyúak 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, $P < 5\%$).

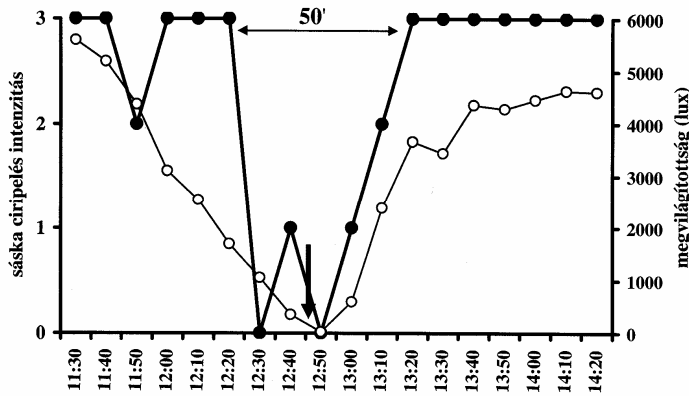
A nappal-aktív, de nem ciripelő alpesi sáska, *Miramella alpina* napfogyatkozás alatt tapasztalt viselkedési változásait a 2. táblázatban foglaltuk össze. A megfigyelt példányok mozgási és táplálkozási aktivitása szoros kapcsolatot mutatott az időjárás által is módosított fényviszonyok változásával. A napfogyatkozás felhőtlen időszakában 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 inaktivitásból 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. Dél előtt 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 gyep-élőhelyének 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 bekövetkeztéig 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 fúj. 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, követvén 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 megvilágítottságnál (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)

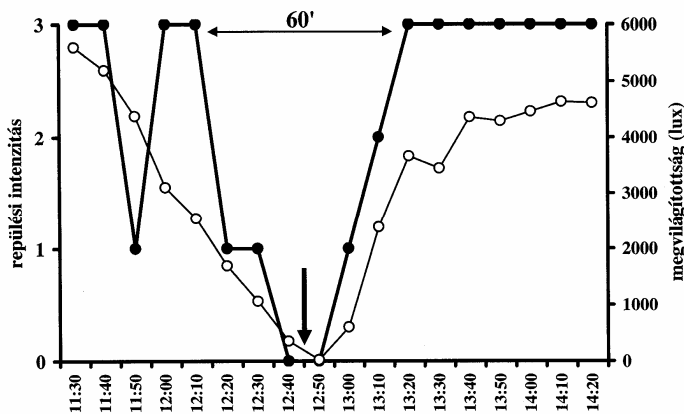
Adatközlő	Hely	Faj	Előtte	Részl. fogy. max.	Utána
			-10'		+10'
HAVASRÉTI BÉLA	Györszentiván- Gönyű	<i>Pieris rapae</i>	repül	nem repül	repül
		<i>Pieris napi</i>			
		<i>Coenonympha iphis</i>			
		<i>Lasiommata megera</i>			
		<i>Erebia aethiops</i>			
			-1'	Részl. fogy. max.	
BUSCHMAN FERENC	Jászberény	<i>Pieris rapae</i>		földön szívogat	
		<i>Macroglossum stellatarum</i>		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 egyenletesen 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 gyep-élőhely 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 Uzsán. (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 (Győrszentiván: 99,6%-os fogatkozás; Jászberény: 98,5%) napfogatkozás területén történtek. Ballószögnél 8–10, Győrszentivánnál 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 szívogatni, 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 átrepülnie.

Szitakötők, poszméhek aktivitás-változásai a napfogatkozás alatt

Az uzsai táborhelyen a nappali rovarok közül megfigyeltük még a gyep felett repkedő szitakötőket, valamint a hártványászárnyúak rendjéből a lágyszárú növényzeti szintben a táplálékukat keresgélő poszméheket. Aktivitási szintjük becslése a 10 percenkénti 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 gyep 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 ciripelt a legintenzívebben, a fogatkozás egyéb szakaszaiban (55-től 70% RF-ig) csak gyenge hangadás volt a jellemző rá. A *Pholidoptera* szöcskefajok majdnem az egész napfogatkozás 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 fogatkozás alatt, valamint az ezt követő 20 perces időszakban volt a legintenzívebb. Még a fogatkozás vége felé is (85% RF) sporadikus gyenge ciripelés volt rájuk jellemző. Az aktivitási görbék időbeli lefutásában, a teljes fogatkozáshoz 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 fogatkozáskor az égbolt jelentősen befelhősödött, ami a napfogatkozás 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 napfogatkozás kezdetétől a teljes fogatkozás bekövetkeztéig jelentős globálisugrási 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 napfogatkozás 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 fogatkozás körül, legfeljebb 10 perces fáziskésést mutattak a globálisugráshoz képest (MAKRA et al. 1999, VÉRTES 2000, WEIDINGER et al. 2001), míg a 80%-os felhőborítottság a teljes fogatkozás után a fényhiányos időszakot meghosszabbította mintegy 30 perccel, amelyet párhuzamosan követett a szöcskék ciripelési intenzitása is. Így a teljes fogatkozás 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 fogatkozással kapcsolatos elsötétetés (kisebb részben a hőmérséklet csökkenés) váltotta ki. Az *O. pellucens* esetében tekintetbe kell vennünk azt, hogy a ciripelése függ a vegetációs időszaktól, a tücsök életkorától, és a hőmérséklettől is. Ennek részletezését elkerülendő csupán arra utalunk, hogy a nyár vége felé (a tücsök 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 fogatkozás előrehaladtával fokozatosan gyengült, a teljes fogatkozás előtt és után – fajra jellemző módon – rövidebb-hosszabb ideig szünetelt, végül a megvilágítottság növekedésével fokozatosan erősödött. A ciripelés leállása a teljes fogatkozás előtt fajonként változott. A felhőmentes, napsütéses időjárás esetében (Uzsa) a csökkent szintű aktivitás időbeni megoszlása a teljes fogatkozás 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 újakezdése) 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 menetről 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 szólalt 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 kőszegi-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-éjjel 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 megkezdhetik 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 megvilágítottság 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 e 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 hőszugárzásban 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 folyamatossá 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*, *Iphiclidés*, *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 (*Iphiclidés 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 aktívak 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 fogyatkozáskor (BERNÁTH et al. 2001). Ez utóbbi, fényvel 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), hártványúak (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 kőszegi megfigyelések elvégzésében nyújtott segítségéért, DR. SZENTESI ÁRPÁDNNAK (ELTE, Állatrendszertani és Állatökológiai Tanszék) az uzsai környezet megvilágítottóságának méréseiért, DR. LESKÓ KATALINNAK (ERTI, Erdővédelmi Osztály) az uzsai megfigyelő tábor létrehozásáért és a terepi megfigyelésekben nyújtott segítségéért, KADÁR FERENCNEK a statisztikai vizsgálatokban való közreműködéséért. Köszönet illeti még a szövegben idézett rovarász szakembereket az észlelések 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 (Kétéltűek 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, I–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.
- VÉRTESE 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 időjárás 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.