

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A mocsári szitakötő (*Libellula fulva* Müller, 1764) populációdinamikája a
Bihari-sík kisvízfolyásaiban**

**Population dynamics of *Libellula fulva* Müller, 1764 in the lowland creeks of
landscape Bihari-sík**

Nagy Henrietta Beáta

Témavezető: Dr. Dévai György



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2010

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A mocsári szitakötő (*Libellula fulva* Müller, 1764) populációdinamikája a
Bihari-sík kisvízfolyásaiban**

**Population dynamics of *Libellula fulva* Müller, 1764 in the lowland creeks of
landscape Bihari-sík**

Nagy Henrietta Beáta

Témavezető: Dr. Dévai György



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2010

1. Bevezetés és célkitűzések

Kevés gerinctelen csoport bizonyul jobb alanynak a kvantitatív ökológiai vizsgálatok terén, mint a szitakötők (Moore 1953). Ezek a nagyméretű nappali ragadozó rovarok viszonylag kis populációkban élnek, ami kedvez a jelölés-visszafogásos vizsgálatoknak, mivel a néhány száz egyedből alkotott állományokban a visszafogási ráta igen magas lehet (Corbet 1999).

A szitakötőket modellorganizmusokként használják a jelölés-visszafogás módszerek kidolgozásában, mivel őket tanulmányozva viszonylag rövid idő alatt nagy adathalmazok nyerhetők. A jelölés-visszafogási adatokat feldolgozó egyik, klasszikusnak számító módszert (Manly és Parr-módszer) éppen az *Ischnura elegans* kisszitakötőfaj túlélési rátájának kiszámítására fejlesztették ki (Parr 1965). A szitakötők esetében előnyt jelent, hogy könnyű őket megfogni, megjelölni, majd a jelölt egyedeket nyomon követni. Az ivarérett és a frissen kirepült egyedek térben jól elkülönülnek egymástól, és az sem elhanyagolható tény, hogy ezek a rovarok gyakran zárt populációkban vannak jelen, ahol a be- és kivándorlás elhanyagolható (Corbet 1999).

A populációökológia egyrészt a populációk méretével és összetételével, másrészt a dinamikájukat befolyásoló folyamatokkal foglalkozik, ezért az egyik legfontosabb feladata a tanulmányozott állati populációk méretének meghatározása vagy becslése (Nichols és mt. 2000). A populációk abundanciája jelentős térbeli és időbeli ingadozást mutathat, a populációökológia ezek közül leginkább az időbeli változásokkal és az ezek háttérében meghúzódó hatásokkal foglalkozik (Cordero-Rivera és Stoks 2008).

Az agresszív viselkedés és a hímek egyedsűrűsége között fennálló kölcsönös függőséget egyes kutatók egy sűrűségfüggő szabályozó folyamat alapjának tekintik (Corbet 1999). A territoriális fajok esetében a nagy egyedsűrűség befolyásolhatja a párválasztás során fellépő intraspecifikus kompetíciót (Metcalfé és Monaghan 2001). Szitakötők esetében a megváltozott egyedsűrűség hatására gyakoribbá válhatnak a territoriális harcok és a párzás utáni párörzés, elterjedtebb lehet az erőltetett kopuláció, vagy éppen csökkenhet a védelmezett territóriumok mérete.

Az egyedsűrűség mellett az időjárás is jelentősen befolyásolja a szitakötők territoriális viselkedését. Ezeknek a rovaroknak a termoregulációs képességét, amely abban

segíti őket, hogy akár kedvezőtlen időjárási körülmények között is aktívak maradjanak, elsősorban a levegő hőmérséklete, a testméretük és a viselkedési típusuk határozza meg (Corbet 1999). Hőmérsékleti optimumuk 30 °C fok körül van, 25 °C foknál alacsonyabb hőmérsékletnél viszont csökken az aktivitásuk (Jacobs 1955). Meleg nyári napokon, amikor szélcsend van, nagy az egyedsűrűség a víz mellett, következésképpen gyakoriak a territoriális harcok is.

A hímek territorialitását befolyásoló és általam szintén tanulmányozott harmadik tényező az állatok mérete. Az utóbbi néhány évtizedben számos olyan vizsgálat látott napvilágot, amely a szitakötők testmérete és egyéb fitnesskomponensei (pl. párzási siker, élettartam) között keres összefüggést (Fincke 1984, Tsubaki és Ono 1987, Fincke 1988, Anholt 1991 stb.). A viselkedésökológiában elterjedt álláspont, hogy az ivari szelekció a nagyobb méretű egyedek kiválogatódásának irányába hat, főleg olyan fajok esetében, ahol a nagy testméret előnyt jelent a hímeknél a párosodásban és a nőstényeknél a termékenységben. Evolúciós szempontból nézve a testméret napjainkban is egyike a legfontosabb mérhető jellegeknek, mivel erősen korrelál számos élettani jelleggel és fitnessmutatóval (Blanckenhorn 2000).

A mocsári szitakötővel végzett kutatómunkám során az alábbi célkitűzések megvalósítására törekedtem.

- A populációk bruttó méretének és a napi populációméreteknek a becslése CJS módszerrel.
- Az egyedsűrűség hatásának tanulmányozása a hím szitakötők territoriális és párzási viselkedésére.
- Annak kiderítése, hogyan hat az időjárás a hímek viselkedésére.
- A hím szitakötők testméretének az egyedsűrűség függvényében történő elemzése, ill. a testméret és a hímek viselkedése közötti kapcsolat feltárása.

2. Mintavételi területek, vizsgált faj, módszerek

Kutatómunkámat a 2002 és 2007 között eltelt öt éves időszakban végeztem, két, egymástól tíz km-re található alföldi kisvízfolyás mentén a Bihari-síkon, Hajdú-Bihar megyében. Az első két repülési időszakban az Ártánd melletti Kutas-főcsatorna mentén tanulmányoztam a mocsári szitakötő populációt, a következő három évben pedig a Bojt határában lévő Kis-Körös mentén.

A tanulmányozott faj, a mocsári szitakötő (*Libellula fulva* Müller, 1764), az *Anisoptera* alrendbe, a *Libellulidae* családba, a *Libellula* nembe tartozik. A nőstény és a fiatal hím sárgásbarna, sötét foltokkal, az ivarérett hím potroha hamvas kék, az utolsó három potrohszelvény fekete. Lassan-folyó erek, árkok, kisebb folyók mentén él, rendszerint nagy kolóniákban. Előnyben részesíti a dús emerz növényzettel borított, tápanyagokban gazdag víztereket, kerüli azonban a nagyon árnyékos részeket. Lárvája általában két évig fejlődik, a félig bomlott növényi törmelék között mászkál, vagy a vízi növények szárába kapaszkodik. Szinkronkirepülésű faj, a repülési időszak rövid, májustól július elejéig tart. A fiatal egyedek egy hét alatt válnak ivaréretté. Territoriális viselkedésű, a hím a reggeli órákban foglalja el a területet, amelyet egész nap őriz a betolakodóktól. A párzás általában hosszú, a nőstény a nyíltvízbe rakja ragacsos tojásait, melyek az üledékben maradnak az előlárva kikeléséig. Magyarországon ritka, általában lassú áramlású kisvízfolyásokra jellemző.

Minden vizsgálati szezonban az ér mentén repülő hímeket jelöltem meg, a jobb szárnyakra alkoholos filctollal (Edding 750) írt számokkal. Az öt év során összesen 1484 hím szitakötőt jelöltem meg. Amikor egy szitakötőt befogtam, digitális tolómérővel lemértem a potroh teljes hosszát, emellett 2007-ben az állatok teljes testhosszát is. A jelölést és a jelölt egyedek visszalátását minden nap reggel 9 és délután 15 óra között végeztük, a szitakötők ugyanis ebben a napszakban jellemezhetők a legnagyobb aktivitással. Minden visszalátáskor feljegyeztük a jelölt egyed számát, helyzetét a területen belül, reprodukciós állapotát (egyedül van vagy párzókerékben), viselkedési sajátosságait (harcol, járőröző repülést végez, őrzi a nőstényt tojásrakás közben) és a visszalátás pontos időpontját. Annak érdekében, hogy a szitakötők territóriumtartási szokásait és mozgását

minél pontosabban fel tudjuk jegyezni, minden vizsgálati időszak elején, a vízparton 5-5 méterenként számozott karókat szúrtunk le.

A területhűség vizsgálatakor azokat a hímeket tekintettem területhűnek, amelyek legalább háromszor visszatértek ugyanarra a 15 méteres partszakaszra. Ez a távolság abból adódott, hogy terepi megfigyelések szerint a mocsári szitakötő hímjei ekkora területen tartanak territóriumot. Minden nap feljegyeztem az időjárási viszonyokat, a hőmérsékletet, de az adatfeldolgozásnál a pontosság érdekében az Országos Meteorológiai Szolgálat hivatalos adatait használtam (az OMSZ engedélyével).

A vizsgálat utolsó évében, 2007-ben, végigkövettem a mocsári szitakötő-állomány szinkronizált kirepülését. Ahhoz, hogy később meg tudjam becsülni, hány egyed bújti ki az ér általam vizsgált szakaszán, a hat napig tartó kirepülés minden napján hat 5 méteres partszakaszon összeszedtem a lárvabőröket. Ezeket a szakaszokat úgy választottam ki, hogy hűen képviseljék az egész tanulmányozott vízfolyásszakaszt. A kiválasztott részekről minden kirepülési nap délutánján két személy összeszedte az összes exuviumot, majd ezeket megszámláltuk.

Dolgozatom első részében Cormack-Jolly-Seber (CJS) módszer segítségével megbecsültem minden vizsgálati napra az egyedszámokat, valamint minden repülési időszakra a bruttó populációméretet, annak érdekében, hogy a két terület szitakötő-állományainak méretét össze tudjam hasonlítani. A populációméret-becslés elemzését az R statisztikai nyelv és környezetbe (R Development Core Team 2010) beépített RMark csomag segítségével végeztem, amely a MARK program számításmeneteit használja fel.

Doktori értekezésem második részében arra kerestem választ, hogy miként hat az egyedsűrűség a hímek viselkedésére. Ennek kiderítése érdekében minden vizsgálati napra megállapítottam az egy hímre jutó verekedések és párzások számát, úgy, hogy az egy-egy napon feljegyzett összes párzások és verekedések számát osztottam a becsült napi egyedszámmal, majd az így kapott verekedési és párzási gyakoriságokat az éves bruttó populációméretnek függvényében hasonlítottam össze. Az adatok normalitását Kolmogorov-Smirnov teszt segítségével tanulmányoztam, míg a varianciák homogenitásának elemzésére a Levene tesztet alkalmaztam. A populációméretnek a hímek reprodukciós viselkedésére kifejtett hatását lineáris kevert modellel tártam fel. Az elemzéseket az R statisztikai nyelv és környezetben végeztem (R Development. Core

Team 2010). A területhűség vizsgálata esetében függetlenségvizsgálatot (χ^2 -teszt) használtam, hogy megállapítsam, függetlenek-e a becsült éves populációméretetek a területhű hímek számától, illetve arányától. Spearman-rangkorrelációt használtam annak a kérdésnek az elemzésére, hogy a területhű hímek egyedszáma és aránya hogyan függ az éves populációmérettől.

A dolgozat harmadik részében arra kerestem választ, hogyan hat a hőmérséklet és a csapadék a napi egyedsűrűségre, a hímek verekedési és párzási szokásaira, valamint a területhűségre. Az adatok normalitásának tesztelésére Kolmogorov-Smirnov tesztet, a varianciák homogenitásának vizsgálatára pedig Bartlett-tesztet használtam. Az elemzéseket többszörös általánosított legkisebb négyzetek (GLS) alapú regresszióval végeztem. Egy kovariánsú lineáris kevert modellt használtam annak kimutatására, hogy a hőmérséklet (kovariáns), a terület (rögzített hatás) és az évek (véletlen hatás) együttesen milyen mértékben hatnak az egy hímre eső napi párzásokra és verekedésekre. A hőmérsékleti értékeknek valamint az egy hímre jutó párzásoknak és verekedéseknek a kapcsolatát Pearson-korrelációval tanulmányoztam. A területhűségre gyakorolt hatásokat Spearman-rangkorrelációval elemeztem.

Az értekezés negyedik részében azt vizsgáltam, hogy van-e eltérés a kisebb, illetve a nagyobb populációban élő egyedek testmérete között, s hogy milyen összefüggés mutatható ki a testméret és a hímek viselkedése között. A hímek potrohméretének összehasonlításakor három potrohméretcsoportot hoztam létre. Mivel a hímek több, mint 99,19%-ának a potrohossza 25 mm és 30 mm közötti volt, ezt az intervallumot osztottam fel három egyenlő részre. A hármas felbontás révén megfelelő csoportgyakoriságokat kaptam, vagyis egyetlen csoportban sem fordult elő 5-nél kisebb gyakoriság. Az adatok normalitásának tesztelését Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk tesztel végeztem. A varianciák homogenitásának tesztelésére F-tesztet (két minta) és Bartlett-tesztet (>2 minta) használtam. A normalitást feltételező statisztikai tesztek esetében a nem normál eloszlású adatsorokat transzformáltam, illetve az esetleges heterogén varianciákra kontrolláltam. A potrohméreteteknek a területektől és évektől való függését kevert lineáris modellekkel (LMM) elemeztem. A potrohméret-csoport gyakoriságok területektől és évektől való függetlenségének vizsgálatára χ^2 -tesztet használtam.

3. Az új tudományos eredmények összefoglalása

3.1. Populációméret-becslés

3.1.1. A CJS módszer segítségével sikeresen becsültem minden terepi napra a víz mellett lévő egyedek számát, valamint minden évre a bruttó populációméretet.

3.1.2 Az ártándi populációk szignifikánsan kisebbek voltak, mint a bojti állományok. A populációk napi egyedszáma Ártádon mindkét vizsgálati évben 100 körül mozgott, és végig ezen a szinten maradt, a bruttó éves populációméret pedig 220 egyed volt 2002-ben és 213 egyed 2003-ban. Bojton a napi egyedszám fokozatosan csökkent az első két évben 500 körüliről 100 egyed alá, az utolsó évben pedig 350 körüliről 100 egyed alá. Ez utóbbi területen a bruttó populációméret mindhárom évben 650 egyed fölött volt.

3.1.3. Az utolsó vizsgálati évben elvégzett exuviumszámlálás azt mutatta, hogy a Kis-Körös általam tanulmányozott szakaszán 2007-ben nagyjából tízezer mocsári szitakötő repült ki. Ezt az eredményt a jelölés-visszalátás alapján történt populációméret becsléssel összevetve elmondható, hogy az egyedek 90%-a elpusztult, zsákmányul esett vagy elvándorolt a kirepülés után. A nagyobb arányú elhullásnak az lehet a magyarázata, hogy a szinkronizált kirepülés napjaiban igen hideg, csapadékos volt az időjárás, ami nagyon lelassította a frissen kibújt egyedek száradását, így megnőtt annak az időnek a hossza, ami a lárva vízből való kimászása, és az imágó biztonságos helyre történő repülése között eltelt. Ez idő alatt jelentős madarak általi predációt figyeltem meg, és sok félig kibújt egyed pusztulását tapasztaltam.

3.2. Az egyedsűrűség hatása a hím szitakötők viselkedésére

3.2.1. A populációméret nem befolyásolta a hímek agresszióját. Ennek az lehet a magyarázata, hogy nagyon magas egyedsűrűségnél megnő annak az időnek a hossza, amit egy hím felkutató repüléssel tölt, és hosszabb lehet a párzás utáni párörzés is, ami jelentős energiabefektetést igényel (Fried és May 1983).

3.2.2. Nagyobb populációban, vagyis nagyobb egyedsűrűség mellett a mocsári szitakötő hímjei kevesebbet párzanak, mint kisebb egyedsűrűségnél. Lehetséges, hogy a gyakoribb felkutató repülés az intenzívebb párörzés ad erre a jelenségre is magyarázatot.

Ha ugyanis a hímek a párörzésre és/vagy az intenzívebb felkutató és járőröző repülésre fordítják energiájuk nagy részét, kevesebbet tudnak párzani.

3.2.3. A nagyobb populációban kevésbé voltak területhűek a hímek, mint a kisebb populációban. A hímek párzási sikerét jelentősen befolyásoló egyik tényező a területhűség, mivel egy jó minőségű (megfelelő tojásrakóhelyű) territóriumot tartósan birtokló hímnek több alkalma adódik a párzásra, mint egy gyengébb minőségű terület birtokosának (Plaistow és Siva-Jothy 1996), ugyanakkor a hímek területhűségét a párzási siker szintén befolyásolja. Korábbi vizsgálatban Nagy és mtsai. (2008) sikeresen kimutatták, hogy a területhű hímek párzási sikere nagyobb, mint azoké a fajtársaké, akik nem mutatnak területhűséget, s ugyanakkor az is bizonyítást nyert, hogy Ártádon többet párzóttak a hímek, mint Bojton. Elképzelhető, hogy a hímek sikeres kopulációi növelték a területhűségre való hajlamot.

3.3. Az időjárás hatása a hím szitakötők viselkedésére

3.3.1. A párzások és a verekedések napi száma szignifikáns gyenge pozitív korrelációban volt a hőmérséklet napi átlagaival, a csapadékmennyiség hatását viszont nem lehetett kimutatni. A magasabb napi hőmérsékleti értékek több esetben is egybeestek a verekedések és a párzások gyakoriságának maximumával.

3.3.2. A területhű hímek százalékos aránya nem mutatott szignifikáns összefüggést sem a hőmérsékleti értékekkel, sem a csapadékmennyiséggel.

3.3.3. A naponkénti populációméret és a hőmérséklet együttes hatását elemezve a párzások és verekedések naponkénti számára, azt kaptam, hogy a hőmérséklet erősebben befolyásolja a párzások számát, mint az egyedszám, a verekedések számának alakulását viszont csakis a hőmérséklet befolyásolta, az egyedszámnak nem volt rá hatása.

3.3.4. Az egy hímre eső napi párzási gyakoriságok szignifikáns gyenge pozitív korrelációt mutattak a napi átlaghőmérséklettel. Ahogy az előző fejezetben láthattuk, a bruttó populációméret szintén befolyásolta a hímenkénti napi párzási frekvenciát, ami nagyobb populációban kisebb volt. Megvizsgáltam ennek a két tényezőnek az együttes hatását, és azt találtam, hogy a bruttó populációméret erősebben befolyásolja a hímek párzási rátáját, mint a hőmérséklet. A napi átlaghőmérséklet ugyanakkor szignifikáns, bár

gyenge hatással van az egy hímre jutó napi verekedési rátára is, amit viszont nem befolyásol a bruttó populációméret.

3.3.5. A szitakötők aktivitását a levegő hőmérséklete jelentősen befolyásolja. Termoregulációs képességüket elsősorban a levegő hőmérséklete, a testméretük és a viselkedésük határozza meg (Corbet 1999). Eredményeim szerint a napi átlaghőmérséklet szignifikánsan befolyásolta mind a pázások, mind pedig a territoriális harcok gyakoriságát. A mocsári szitakötő tipikus kiülő (percher) faj, az ilyen fajok termoregulációja elsősorban a naphoz igazított testtartásuktól (May 1976, 1977), a választott mikrohabitatától (Clausnitzer 1996, De Marco 1998) és a fizikai aktivitásuktól függ (De Marco és Resende 2002). Éppen emiatt ezeknek a fajoknak az aktivitása sokkal jobban függ a levegő hőmérsékletétől.

3.4. Testméret és viselkedés

3.4.1. Eredményeim szerint a potroh méretének ismeretében a teljes testhossz 65%-os pontossággal prediktálható. Egyes szerzők szerint (Serrano-Meneses és mtsai. 2007) a potrohméret nem megfelelő fitnessmutató, helyette a teljes testhosszat kell inkább figyelembe venni, ami viszont a torban raktározott zsírmennyiségre utalhat. A szerzők a *Heaterina americana* kisszitakötő hímjeinél mutatták ki, hogy a nagyobb testmérettel rendelkező territoriális hímek több raktározott energiával (zsírral) rendelkeztek, mint a kisebbek.

3.4.2. Eredményeim szerint Bojton sokkal gyakrabban fordultak elő nagy és közepes mérettartományba eső potrohméretű hímek, mint Ártádon, ahol a nagy mérettartomány gyakoriságai közel megegyeztek a kis mérettartomány gyakoriságaival. Ennek oka valószínűleg lárvakorban keresendő, mivel az utolsó stádiumú lárv mérete határozza meg a későbbi imágó méretét. Vizsgálataimból egyértelműen kiderült, hogy Bojton nagyobb méretű mocsári szitakötő-populáció volt jelen, mint Ártádon. Ebből adódóan lehetséges, hogy a lárvakori kompetíció is nagyobb volt Bojton, ami azt eredményezhette, hogy kisselektálódtak a kisebb méretű lárvák, s megmaradtak a közepesek és a nagyobbak.

3.4.3. Eredményeim szerint minél többen voltak a közepes és a nagyobb hímek, annál kevesebbet pázítottak, de ez az összefüggés nem volt szignifikáns.

3.4.4. A hímek közötti interakciók gyakoriságát nem befolyásolta, hogy nagyobb vagy kisebb méretű egyedek alkották-e a populációt.

3.4.5. A nagyobb populációkban, ahol több nagyobb méretű imágó fordult elő, kevésbé voltak területhűek a territoriális hímek. Mivel mind az egyedsűrűség, mind pedig a testméret hatással lehetett a területhűségekre, felmerül a kérdés, hogy valójában mi befolyásolta az egyedeknek a territóriumhoz való ragaszkodását. A mocsári szitakötővel végzett korábbi vizsgálatok során nem találtunk eltérést a területhű és nem-területhű hímek potrohmérete között (Nagy és mtsai. 2008), ami arra enged következtetni, hogy ebben az esetben valódi hatása az egyedsűrűségnek volt, nem a populációk méretbeli összetételének.

4. Summary

4.1. Introduction and aims

In quantitative ecology few invertebrates are better study targets than dragonflies and damselflies (Moore 1953). These large sized predator insects live in relatively small populations, which feature enhances their study with mark-recapture methods, because their recapture rates in populations formed by a few hundred individuals could be relatively high (Corbet 1999).

Dragonflies were used as model organisms in the development of mark-recapture methods, because their study yielded in a relatively short period large amount of data. The Manly-Parr method, which is a classic mark-recapture method, was developed for the estimation of survival probability of the damselfly *Ischnura elegans* (Parr 1965). In the case of dragonflies it is an advantage that they can be caught, marked and resighted easily. Adult and freshly emerged individuals are well separated in space, and another, not negligible characteristic of their populations is that they are often closed (Corbet 1999).

Population ecology on one hand deals with the size and composition of populations, on the other deals with those factors that influence their dynamics. Therefore, one of its major goals is the estimation and determination of the size of studied animal populations (Nichols et al. 2000). There is a large variation in the abundances of animal populations in space and time. Population ecology studies cover mostly changes in population size in time, and the mechanisms behind them (Cordero-Rivera and Stoks 2008).

The reciprocal dependence between aggressive behaviour and density of males is considered by several authors the foundation of a density dependent regulatory process (Corbet 1999). In the case of territorial species the high density of individuals can influence the intraspecific competition during mate finding (Metcalf and Monaghan 2001). In dragonflies, as the result of density changes territorial fights, mate guarding, and forced copulations may become more frequent, or even there may be a decrease in the size of the defended territories.

Besides density of individuals weather may be another influencing factor upon the territorial behaviour of dragonflies. The thermoregulatory abilities, which help these insects in staying active even in unfavourable weather conditions, are mainly determined by air temperature, body size and behavioural pattern (Corbet 1999). Their optimal ambient temperature is around 30 °C, while below 25 °C their activity decreases (Jacobs 1955). On warm summer days, when the wind is calm the density of individuals around the water body is high, and, as consequence, territorial fights are frequent.

A third variable which may affect the territorial behaviour of males and it is also subject of several studies is the body size of these males. Several studies which attempted to describe the relationship of the body size with other fitness components such as mating success or longevity appeared in the last decades (Fincke 1984, Tsubaki and Ono 1987, Fincke 1988, Anholt 1991). The opinion that sexual selection favours larger body size is widespread in behavioural ecology, especially for species in which larger body size is advantageous. In the case of males yields higher mating success, while in the case of females higher fecundity. From the point of view of evolutionary studies, body size is one of the most important measurable characters, because it is in strong correlation with physiological traits and fitness indices (Blackenhorn 2000).

During my studies regarding the *Libellula fulva* I aimed to achieve the following objectives:

- Estimation of yearly and daily population sizes at the two study sites with the CJS method.
- Analysis of the effect of male density on males' territorial and mating behaviour.
- How and to what extent do certain weather conditions affect the males' behaviour?
- Examination of the relationship between the body size and behaviour of males; analysis of the males' body size in the function of their density.

4.2. Study sites, surveyed species and methods

I carried out my studies on two sites located near two lowland creeks, with a distance of 10 km between them, in the Bihar Plain, Hajdú-Bihar County, Hungary between 2002 and 2007. In the first two years I studied a *Libellula fulva* population along the Kutas-Main Channel near village Ártánd, while in the next three years along the Kis-Körös creek in the vicinity of village Bojt.

The studied species, the scarce chaser (*Libellula fulva* Müller, 1764), belongs to the suborder *Anisoptera* (dragonflies), family *Libellulidae* and genus *Libellula*. The female and the freshly emerged male's abdomen are yellow-brown with patches of black. The mature male has a bright blue abdomen, with the last three segments black. It lives usually in greater colonies along slowly flowing lowland streams, floodplains, marshes and smaller rivers. Prefers water bodies covered with dense vegetation characterized by abundant nutrients, but avoids shady places. Its larvae usually develop through two years. Larvae are searching for prey among decaying debris or rest on the underwater stems of the aquatic vegetation. This species emerges synchronized, the flying period is short, and lasts between May and July. Freshly emerged adults mature during a week. The males are territorial, they occupy the territories during the morning hours and defend them whole day long against any kind of intruders. Mating is usually long; the female oviposits on clear water surfaces. The sticky eggs remain in the debris until the prolarvae hatches. It is a rare species in Hungary, usually is characteristic to slowly flowing small water bodies.

In each study season and site I marked the males with consecutive numbers on their right wings with a permanent marker (Edding 750). During the five years I marked a total number of 1484 males. I measured each marked male's abdomen length with a digital calliper. Besides the abdomen length, in 2007 I measured the total body length too. The mark and the resight of the marked individuals were carried out between 9.00 AM and 3.00 PM, because dragonflies are the most active in this period of the day. At each resight I noted the number of the marked individual, its exact place in the study site, mating status (alone or in mating wheel), behavioural characteristics (in fight, patrolling flight or mate guarding) and the exact time. I began each year of study with placing numbered sticks

along the creek every 5 meters in order to achieve precise data regarding territorial habits and exact movement patterns of the dragonflies.

When studying site fidelity of males I considered a male faithful to a defended site when it returned at least three times to the same 15 meter long shore section. This latter distance was based on field observations, namely that scarce chaser males hold territories with this size on the study sites. I recorded each day the weather conditions and the temperature, but for enhanced precision data analysis I used the data provided by the Hungarian Meteorological Service.

In the last year of the study, in 2007, I monitored the synchronized emergence of the *Libellula fulva* population. During each day of the 6 day long emergence I collected the larval cases on six different shore sections. I choose these six sections to represent the whole studied water body.

In the first part of my dissertation I estimated the population sizes for each study day and year with the Cormack-Jolly-Seber (CJS) method, for the comparison of the two populations studied at the two sites. The estimation of population sizes was made with ‘RMark’ package incorporated into the R language and environment for statistical computing (R Development Core Team 2010) which uses custom scripts to call program MARK.

In the second part of the dissertation I analysed the effect of males’ density on their mating behaviour. For this analysis I determined the number of assessed matings (mating frequency) and fights (fight frequency) per individual from the daily number of matings which was divided by the daily estimated population sizes. Then I compared the mating and fight frequency in the function of the yearly population sizes between the two sites. Normality of data was assessed trough Kolmogorov-Smirnov tests. Homogeneity of variances was analysed with Levene test. The effect of population density on the mating behaviour was analysed with linear mixed models. For the data analysis I used the R language and environment for statistical computing (R Development Core Team 2010). For the analysis of site fidelity, for determining if the number and ratio of site faithful males are independent of population densities, I used chi-square test for independence. To answer the question regarding the correlation between the yearly population size and number of site faithful males I used Spearman-rank correlation.

In the third part I studied how the temperature and rainfall affected daily male density, their fight and mating habits and site fidelity. Normality of data was surveyed with Kolmogorov-Smirnov tests. Homogeneity of variances was verified with Bartlett test. Analyses were carried out with Generalised Least Squares (GLS) regressions. I used a linear mixed effect model with one covariate to examine whether temperature (covariate), sites (fixed effect) and years (random variable) altogether to which degree could affect the mating and fight frequency of males per day. For the analyses of correlations of temperature with mating and fight frequency I used Pearson correlation coefficient, while with site fidelity I used Spearman rank correlation coefficient.

In the fourth part of the dissertation I analysed whether there could be a discrepancy between the body size of males in the smaller and larger populations; and whether there could be any correlation between the body size and behaviour of males. For the comparison of the abdomen length I divided all studied males in three groups, based on their abdomen length. Because more than 99.19% of the males were between 25 mm and 30 mm, I divided this range in three equal parts. As the result of this division I obtained three groups with proper frequencies, namely all three groups had no frequencies below five. Normality of data was assessed through Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk-tests. Homogeneity of variances was verified with F-tests for comparison of two variances and Bartlett-tests for comparison of more than two variances. For the statistical analyses which assume normal distribution of data, I used transformations in the case of deviation from normality, and in the case of heteroscedasticity I controlled on heterogenic variances. The relationship of abdomen length with sites and years was analysed with linear mixed effect models (LMM). The independence of the abdomen-size group frequencies from sites and years was analysed with chi-square test.

4.3. Results and discussion

4.3.1. Population size estimation

4.3.1.1. I estimated successfully the *Libellula fulva* population along the creek sections for each day and year by applying the CJS method.

4.3.1.2. The populations near Ártánd were significantly smaller than the populations near Bojt. The daily estimated population sizes near Ártánd varied around 100 individuals, though it didn't exceed this number in years. In 2002 the yearly population consisted of 220 individuals while in 2003 included 213. At the site near Bojt the estimated daily population sizes gradually decreased below 100 during the first two years (500, and 350 males initially). At the site near Bojt the yearly population exceeded 650 individuals during all three years.

4.3.1.3. When examining the larval cases in the last year of the study (2007) I have found that the scarce chaser population at the creek section included approximately 10,000 individuals. Comparing this value with the population size estimation it can be concluded that 90% of the emerged individuals died, became prey or dispersed after emergence. Considering this high percent of loss I have presumed that, at the time of the synchronized emergence, the maturing of freshly emerged individuals was considerably slowed down by the daily low temperatures and the rainy weather, which thus lengthened the period between emergence and arrival to a secure place for maturation. During this period I observed both significant bird predation and loss among the partially emerged individuals.

4.3.2. Effects of density on male's behaviour

4.3.2.1. The density of males did not affect their intraspecific aggression. The explanation may be due to the lengthening of the period spent by a male on patrolling and mate guarding at higher individual densities, which assumes also a higher energy investment and involves the decrease of fight frequency, as compared to lower densities (Fried and May 1983). This way the fight frequencies in the case of both high and low densities will have similar/equal values.

4.3.2.2. At higher population densities males mate less than at lower ones. This phenomenon may be due to both the increase in frequency of the patrolling flights and to the intensity of mate guarding. Males will mate less if they invest more energy in more intensive mate guarding and/or in patrolling flights.

4.3.2.3. In the case of the larger population the site fidelity of males decreased as compared to the smaller population. Site fidelity is one of the main factors influencing the mating success of males, because a male defending a better territory (with adequate

oviposition sites) for a longer period has more opportunities to mate than another male defending a territory with inferior qualities (Plaistow and Siva-Jothy 1996). At the same time, the site fidelity of males is also influenced by their mating success. In a previous study, Nagy *et al.* (2008) demonstrated that the mating success was higher in the case of site-faithful males in the case of those which did not show site fidelity at all. Furthermore, they gave evidence of the fact that at the site near Ártánd males mated more than on the site near Bojt. It can be supposed that the successful copulations of males increased their inclination to site fidelity.

4.3.3. Effects of weather conditions on the behaviour of *Libellula fulva* males

4.3.3.1. The frequencies of matings and fights showed a weak significantly positive correlation with the daily mean temperatures; there was no significant correlation with rainfall. In many cases, the daily mean temperature values coincided with the maxima of frequencies of mating and fights.

4.3.3.2. The percentage of site-faithful males did not show significant correlations with neither daily temperature values nor with rainfall quantity.

4.3.3.3. Analysing the joint effect of the daily estimated population sizes and the mean temperatures on the mating and fight frequencies, I have found that temperature had a higher impact on mating frequency than population size. In the case of fights only the temperature showed a significant effect, while population size didn't matter.

4.3.3.4. Mating frequency per one male also showed weak but significant positive correlation with daily mean temperatures. As presented in the previous section, the yearly population size also affected the mating frequency per one male, which was lower in the larger population. When analysing the joint effects of these both factors I found that mating frequency per one male is more influenced by yearly population size than by temperature values. Furthermore, the daily mean temperature has a weak, but significant effect on the fight frequency per one male, while the yearly population size has no effect at all in this regard.

4.3.3.5. The activity of dragonflies is considerably affected by the air temperature. Their thermoregulation depends on air temperature, their body size and behaviour (Corbet 1999). According to my results, the daily mean temperature had a significant effect on the

frequencies of mating and territorial fights. The scarce chaser is a typical percher dragonfly species; as such, its thermoregulation depends the following: their sun position-related body posture (May 1976, 1977), the occupied microhabitat (Clausnitzer 1996, De Marco 1998) and the intensity or frequency of moving activities (De Marco and Resende 2002). Because of these factors, the activity of the species depends on the air temperature to a greater extent.

4.3.4. Body size and behaviour

4.3.4.1. According to my findings the abdomen size predicts the whole body length with a 65% precision. Regarding Serrano-Meneses *et al.* (2007) the abdomen length is not an adequately measurable fitness component. Instead of abdomen length, they propose the total body length, which may point to the thoracic fat reserves (energy resources). They showed that in the case of the damselfly *Heaterina americana* larger territorial males have more fat reserves than smaller ones.

4.3.4.2. The number of larger and medium sized males was higher in the site near Bojt than near Ártánd, where the frequency of larger males corresponded with the frequency of smaller ones. The reason for this difference may be due to the fact that the body size of the adults is defined by those of the last instar larvae. Based on my studies it is obvious that the site near Bojt consisted of a larger *Libellula fulva* population than the site near Ártánd. The difference may be due to the fact that the competition between larvae at the site near Bojt favoured the selection of larger and medium sized males. This is the reason why we found so few smaller sized adults on site.

4.3.4.3. With regard to the effect of body size on male behaviour I have found that the size had a negative but not significant correlation with mating frequency.

4.3.4.4. With regard to abdomen-size group frequencies, body size did not alter the frequency of intraspecific interactions.

4.3.4.5. Territorial males were less site-faithful in the larger populations, where larger males occurred. Because both male density and body size may have an effect on site fidelity, the question is which of the factors may have a bigger influence on site fidelity. Previous studies revealed no discrepancies between the abdomen size of site-faithful and

unfaithful males (Nagy *et al.* 2008); this leads us towards the conclusion that in the actual study density may have a higher impact than the body size composition of the populations.

5. Hivatkozott irodalmak jegyzéke

- Anholt, B. R. (1991): Measuring selection on a population of damselflies with a manipulated phenotype. *Evolution* 45(5): 1091–1106.
- Blanckenhorn, W. U. (2000): The evolution of body size: what keeps organisms small? *The Quarterly Review of Biology* 75(4): 385–407.
- Clausnitzer, V. (1996): Territoriality in *Notiothemis robertsi* Fraser (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 25: 335–345.
- Corbet, P. S. (1999): *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester.
- Cordero-Rivera, A., Stoks, R. (2008): Mark–recapture studies and demography. *In*: Córdoba-Aguilar, A. (eds): *Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research* ed. Oxford University Press, Oxford.
- De Marco Jr., P. (1998): The Amazonian Campina dragonfly assemblage: Patterns in microhabitat use and behavior in a foraging habitat. *Odonatologica* 27: 239–248.
- De Marco Jr., P., Resende, D. C. (2002): Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. *Odonatologica* 31: 129–138.
- Fincke, O. M. (1984): Giant damselflies in a tropical forest: reproductive biology of *Megaloprepus coerulatus* with notes on *Mecistogaster* (Zygoptera: Pseudostigmatidae). *Advances in Odonatology* 2: 13–27.
- Fincke, O. M. (1988): Sources of variation on lifetime reproductive success in a nonterritorial damselfly (Odonata: Coenagrionidae). *In*: Clutton-Brock, T.H. (eds): *Reproductive success: studies of individual variation in contrasting breeding systems*. University of Chicago Press, Chicago.
- Fried, C. S., May, M. L. (1983): Energy expenditure and food intake of territorial male *Pachydiplax longipennis* (Odonata: Libellulidae). *Ecological Entomology* 8: 283–292.
- Jacobs, M. E. (1955): Studies on territorialism and sexual selection in dragonflies. *Ecology* 36: 566–586.
- May, M. L. (1976): Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs* 46: 1–32.

- May, M. L. (1977): Thermoregulation and reproductive activity in tropical dragonflies of the genus *Micrathyria*. *Ecology* 58: 787–798.
- Metcalf, N. B., Monaghan, P. (2001): Compensation for a bad start: grow now, pay later? *Trends in Ecology and Evolution* 16: 254–260.
- Moore, N. W. (1953): Population density in adult dragonflies (Odonata-Anisoptera). *Journal of Animal Ecology* 22 (2): 344–359.
- Nagy, B. H., Szállassy, N., Dévai, Gy. (2008): Site fidelity, satellite tactics and mating success in *Libellula fulva* Müller (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 37(3): 203–211.
- Nichols, J. D., Hines, J. E., Lebreton, J. D., Pradel, R. (2000): Estimation of contributions to population growth: a reverse-time capture–recapture approach. *Ecology* 81(12): 3362–3376.
- Parr, M. J. (1965): A population study of a colony of imaginal *Ischnura elegans* (Vander Linden) (Odonata: Coenagrionidae) at Dale, Pembrokeshire. *Field Study* 2: 237–282.
- Plaistow, S. J., Siva-Jothy, M. (1996): Energetic constraints and male mate-securing tactics in the damselfly *Calopteryx splendens xanthostoma* (Charpentier). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B* 236: 1233–1239.
- R Development Core Team (2010): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Serrano-Meneses, M. A., Córdoba-Aguilar, A., Méndez, V., Layen, S. J., Székely, T. (2007): Sexual size dimorphism in the American Rubyspot: male body size predicts male competition and mating success. *Animal Behaviour* 73(6): 987–997.
- Tsubaki, Y., Ono, T. (1987): Effects of age and body size on the male territorial system of the dragonfly, *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata: Libellulidae). *Animal Behavior* 35:518–525.

6. Tudományos tevékenység jegyzéke

6.1. Az értekezés témakörében megjelent referált publikációk jegyzéke

- Szállassy, N., Szabó, D. Z., **Nagy, H. B.** (2009): Survival of dragonfly *Libellula fulva* males according to their mating status: a four year study. *Entomologica Romanica* 14: 13–17.
- Nagy, H. B.**, Varga, Z. Á., László, Z., Szállassy, N., Dévai, Gy. (2009): Impact of different population sizes on male behaviour in *Libellula fulva* (Odonata: Libellulidae). *Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology* 30(8): 1242–1244.
- Nagy, H. B.**, Szállassy, N., Dévai, Gy. (2008): Site fidelity, satellite tactics and mating success in *Libellula fulva* (Müller, 1764) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 37(3): 203–211. IF: 0,551
- Nagy, H. B.**, Varga, Z. Á., László, Z., Dévai, Gy. (2007): Populációméret-becslés különböző módszerekkel a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) Kis-körös menti állományánál. *Hidrológiai Közlöny* 7: 100–101.
- Nagy, H. B.**, Szállassy, N., Tóth, G., László, Z., Székely, A., Dévai, Gy. (2006): Az egyedsűrűség növekedésnek hatása a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) hímjeinek viselkedésére. *Hidrológiai Közlöny* 86(6): 79–81.
- Nagy, B.**, Székely, A., Szállassy, N., László, Z., Dévai, Gy. (2005): A kondíció hatása a stressztűrésre a mocsári szitakötő (*Libellula fulva* Müller, 1764) hímjeinél. *Hidrológiai Közlöny* 6: 100–101.
- Nagy, B.**, Székely, A., Szállassy, N. (2005): Site fidelity and fluctuating asymmetry in males of *Libellula fulva* (Odonata: Libellulidae). *Entomologica Romanica* 8: 119–124.
- Nagy, B.**, Szállassy, N., Székely, A., Dévai, Gy. (2004): A mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) hímek territóriumtartó képessége. *Hidrológiai Közlöny* 84: 92–93.

Szállassy, N., **Nagy, B.**, Szabó, D. Z., Bárdosi, E., Dévai, Gy. (2003): Territorialitás és párzási siker a mocsári szitakötőnél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). Hidrológiai Közlöny 83: 161–163.

6.2. Az értekezés témakörében közlésre benyújtott publikációk jegyzéke:

Nagy, H. B., László, Z., Kövér, Sz., Szállassy, N., Dévai, Gy. Population size effects on the behaviour of *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae) males, a five year study. North-Western Journal of Zoology

6.3. Egyéb referált publikációk jegyzéke

Gyulavári, H. A., **Nagy, H. B.** (2007): A vitatott taxonómiai helyzetű *Chalcolestes viridis* (Van der Linden, 1825) egyik magyarországi populációjának jellemzése. Hidrológiai Közlöny 7: 100–101.

6.4. Az értekezés témakörében elhangzott előadások jegyzéke

Nagy, H. B., Kövér, Sz., Peregovits, L., Szállassy, N., László, Z. (2007): The impact of population size on behaviour of males of *Libellula fulva* (Odonata: Libellulidae). 8th Behavioral Ecology Meeting (Cluj Napoca) 8-11 November 2007.

Szállassy N., Szabó, D. Z., **Nagy, H. B.** (2005): Differences in survival in mated and unmated males of *Libellula fulva*: a four year study. 4-th WDA International Symposium of Odonatology, 2005. 07. 25-31. Pontevedra, Spain.

Nagy, H. B., Tóth, G., László, Z., Székely, A., Dévai, Gy. (2005): Populációbiológiai jellemzők összehasonlítása a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) két állományánál. XLVII. Hidrobiológus Napok, 2005. október 5-7. Tihany.

Nagy, B., Székely, A. (2003): Területhűség és fluktuáló aszimmetria a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*) hímeknél. VI. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia, 2003. december 5-6. Kolozsvár.

- Nagy, B.**, Szállassy, N., Székely, A., Dévai, Gy. (2003): A mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) hímek territóriumtartó képessége. XLV. Hidrobiológus Napok, 2003. október 1-3. Tihany.
- Nagy, B.**, Szállassy, N., Székely, A., Dévai, Gy. (2003): A mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) hímek territóriumtartó képessége. Erdélyi Múzeum Egyesület Természettudományi és Matematikai Szakosztályának 2003. Évi Tudományos Ülésszaka, 2003. október 25. Kolozsvár.
- Nagy, B.**, Szállassy, N., Szabó, D. Z. (2003): Területhűség és párválasztás a mocsári szitakötő hímeknél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). IV. Kolozsvári Biológus Napok, 2003. március 28-29. Kolozsvár.
- Székely, A., Szállassy, N., **Nagy, B.**, Szabó, D. Z. (2003): A fluktuáló aszimmetria és a testméret hatása a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*) hímek párzási sikerére. Erdélyi Múzeum Egyesület Természettudományi és Matematikai Szakosztályának 2003. Évi Tudományos Ülésszaka, 2003. október. 25. Kolozsvár.
- Szállassy, N., **Nagy, B.**, Szabó, D. Z., Bárdosi, E., Dévai, Gy. (2002): Territorialitás és párzási siker a mocsári szitakötőnél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). XLIV. Hidrobiológus Napok, 2002. október 2-4. Tihany.
- Szállassy, N., **Nagy, B.**, Szabó, D. Z., Bárdosi, E., Dévai, Gy. (2002): Fitness és testméret a mocsári szitakötő hímeknél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). Kvantitatív Ökológiai Szimpozium (KÖSZI), 2002. október 23-24. Debrecen.
- Szállassy, N., **Nagy, B.**, Szabó, D. Z., Bárdosi, E., Dévai, Gy. (2002): Fitness és territorialitás a mocsári szitakötő hímeknél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). Erdélyi Múzeum Egyesület éves felolvasó ülései, 2002. október 25. Marosvásárhely.
- Szállassy, N., **Nagy, B.**, Bárdosi, E. (2002): A mocsári szitakötő (*Libellula fulva*) és a kék pásztor (*Orthetrum coerulescens*) párzási és territoriális viselkedésének aspektusai. III. Erdélyi Biológus Napok, 2002. április 12-13. Kolozsvár.

6.5. Egyéb előadások jegyzéke

László, Z., Nagy, B. (2003): Cynipidae gubacsok életközösségeinek vizsgálatában használatos módszer tesztelése és adatok két gubacs életközösségéhez. IV. Kolozsvári Biológus Napok, 2003. március 28-29. Kolozsvár.

6.6. Az értekezés témakörében készült poszterelőadások jegyzéke

Nagy, H. B., Varga, Z., László, Z., Szállassy, N., Dévai, Gy. (2007): Impact of different population sizes on male behaviour in *Libellula fulva* (odonata: Libellulidae). 30th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, (SIL) 12-18 August 2007, Montreal, Canada.

Nagy, H. B., Varga, Z. Á., László, Z. (2006): Populációméret-becslés különböző módszerekkel a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) Kis-Körös menti állományánál. XLVIII. Hidrobiológus Napok, 2006. október 4-6. Tihany.

Nagy, H. B., László, Z., Dévai, Gy. (2006): A mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae) Kis-Körös-menti populációjának vizsgálata. „7. Magyar Ökológus Kongresszus – Ökológia: XXI. Század értékörző tudománya” a Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet Tanszékeinek szervezésében. 2006. szeptember 4-6. Budapest, Poszterverseny II. díj.

Nagy, H. B., Dévai, Gy. (2006): Comparative study on the size of two populations of *Libellula fulva* (Odonata: Libellulidae). I. European Congress of Conservation Biology, 22-26 August 2006, Eger, Hungary.

Nagy, H. B., László, Z., Szállassy, N., Székely, A., Dévai, Gy., (2005): Site fidelity, mating success and reproductive strategies in males of *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae). 4-th WDA International Symposium of Odonatology, 25-31 July 2005, Pontevedra, Spain.

Nagy, B., Székely, A., Szállassy, N., László, Z., Dévai Gy. (2004): A kondíció hatása a stressztűrésre a mocsári szitakötő (*Libellula fulva* Müller, 1764) hímjeinél. XLVI. Hidrobiológus Napok, 2004. október 6-8. Tihany.

Szállassy, N., Bárdosi, E., Szabó, D. Z., **Nagy, B.**, Dévai, Gy. (2002): Survivor and mating success in males of *Libellula fulva* Müller, 1764. 21. Jahrestagung der deutschsprachigen Odonatologen, 2002. 03. 22-24. Worms, Germany.

6.7. Egyéb poszterelőadások jegyzéke

Gyulavári, H. A, **Nagy, H. B.** (2008): The characterization of one hungarian population of *Chalcolestes viridis* possessing a controverse taxonomical status. 27. Jahrestagung der GDO, 2008 März 7-9. Potsdam, Germany.

Gyulavári, H. A, **Nagy, H. B.** (2007): A vitatott taxonómiai helyzetű *Chalcolestes viridis* (Van der Linden, 1825) egyik magyarországi populációjának jellemzése. XLIX. Hidrobiológus Napok, 2007. október 3-5. Tihany.