



Planktonikus rák együttesek tér-időbeli dinamikája a budapesti Duna-szakaszon és a Ráckevei (Soroksári)- Dunában

A doktori értekezés tézisei

Vadadi-Fülöp Csaba

ELTE TTK, Biológia Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője: Dr. Erdei Anna, DSc

„Zootaxonómia, Állatökológia, Hidrobiológia” Doktori Program

Programvezető: Dr. Dózsa-Farkas Klára, DSc

Témavezetők:

Dr. Zsuga Katalin, PhD

Dr. Dinka Mária, CSc

2010.

Bevezetés

Magyarországon a Duna-kutatás jelentős múltra tekinthet vissza, mely elsősorban két műhely, az MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás és a VITUKI (Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet) tevékenységével függ össze. Hazánk a Duna menti országok között kiemelkedő helyen áll legnagyobb folyónk kutatottságát illetően. Ugyanakkor az állóvizekhez képest általában a folyóvizek kutatása - s így a potamoplankton kutatása is - kisebb szerepet kapott a hidrobiológiai gyakorlatban, többek között módszertani nehézségei miatt. Bár a magyar Duna-szakasz zooplanktonját sokat vizsgálták, számos munka Göd térségében folyt, rövid időszakot ölelt fel, vagy éppen kis mintavételi gyakoriság jellemezte. A mellékágak közül pedig elsősorban a Szigetköz és Gemenc térsége volt kutatás tárgya, a Szentendrei-ág kevésbé ismert, a Ráckevei (Soroksári)- Duna (továbbiakban RSD) kutatása pedig – jelentőségéhez képest – elmaradott, a mellékágairól szinte semmilyen információval nem rendelkezünk.

A Ráckevei (Soroksári)-Dunával kapcsolatos ökológiai kutatások napjainkban kiemelt figyelmet érdemelnek, mivel a Duna-ág komplex vízminőség javítási programja keretében mintegy 35 milliárd forintból valósulhat meg az a beruházás, melynek célja, hogy javuljon a Duna-ág vízminősége és növekedjen annak vízgazdálkodási, illetve természetvédelmi szerepe. Jelen értekezésben közölt eredmények referenciaként szolgálhatnak az RSD ökológiai állapotának jövőbeli megítélésében. A Csepel északi részén megépült Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep üzembe helyezésével – melyet 2010 nyarára prognosztizálnak – várhatóan a budapesti szennyvizek 95 %-a tisztítva kerül a folyóba. Az új műtárgy üzemeltetéséből fakadó zooplanktonra gyakorolt esetleges (kedvező) hatások felderítése igen izgalmas feladatot kínál a jövőben, melyhez munkámban közölt adatok referenciaként szolgálhatnak.

Két éves kutatásom részeként mintavételre jelöltem ki Budapest felett, valamint Budapest alatt egy-egy keresztszelvényt a Duna főágában és egy további keresztszelvényt a Ráckevei (Soroksári)-Dunában. Ezen kívül mintákat gyűjtöttem az RSD két különböző mellékágában is. A gyűjtések kapcsán több szempontot is szem előtt tartottam, ilyenek a téli mintavételezés és napi minták gyűjtése, melyek igen ritkán valósulnak meg a gyakorlatban. Ugyancsak kiemelt szerepet kapott a keresztszelvények (jobb oldal, sodorvonal, bal oldal) mentén történő mintavétel.

Értekezésem főbb célkitűzései az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A Cladocera és Copepoda állomány szezonális dinamikájának nyomon követése, tekintettel a vízjárásra.

2. A planktonikus rák együttesek térbeli dinamikájának vizsgálata, ezen belül is:
 - 2.1. A főág és a Ráckevei (Soroksári)-Duna planktonikus rák állományának, minőségi és mennyiségi viszonyainak összehasonlítása.
 - 2.2. Keresztszelvények (jobb oldal, bal oldal, sodorvonal) összehasonlítása a Duna főágában és a Ráckevei (Soroksári)-Dunában.
 - 2.3. A Budapest feletti és Budapest alatti szelvények összehasonlítása.
3. Napi mintavétel végrehajtása az egyik kiválasztott helyszínen. A leggyakoribb faj populációdinamikai változásainak elemzése. Az eredmények összevetése az eredeti (kétheti) mintavételi frekvenciával nyert adatokkal. A mintavételi frekvencia hatásának vizsgálata a rákplankton összetételének észlelésére, valamint a mintaméret hatásának értékelése.

Anyag és módszer

Mintavételre az alábbi helyeket jelöltem ki:

Dunaharaszti keresztszelvény (44,5 fkm) (RSD)

Sport-szigeti mellékág (RSD) (Egyik végén elzárt mellékág)

Molnár-szigeti mellékág (RSD) (Vize mind a felső, mind az alsó torkolatán keresztül közlekedik az RSD főágával)

Újpest-Békásmegyer keresztszelvény (1657 fkm) (Duna)

Tököl-Százhalombatta keresztszelvény (1623 fkm) (Duna)

A mintavételeket kétheti gyakorisággal (télen havonta) végeztem 2006. október 2. és 2008. november 8. között. Ez idő alatt 522 plankton mintát gyűjtöttem és dolgoztam fel. 2007 nyarán, június 13. és július 21. között, a Sport-szigeti mellékágban minden nap történt mintavétel, azonos időszakban, délután 4 óra körül, hogy ezzel is kiküszöböljem az esetleges napszakos változások hatását. Ez a 39 napos időszak a magas abundancia és annak jelentős ingadozása miatt alkalmasnak látszott a napi változások elemzésére. A Duna főágában és az RSD főágában 100 liter vizet, a Sport-szigeti- és a Molnár-szigeti mellékágban 50 liter vizet szűrtem át 50 µm lyukbőségű planktonhálón, majd a szűrletet *in situ* formalinnal tartósítottam 4-5 %-os végkoncentrációban. A Sport-szigeti- és a Molnár-szigeti mellékágban a mintavétel a nyílt vízből történt, míg a Duna főágában és az RSD főágában a két partról és a sodorvonalból. A Cladocera és Copepoda (Cyclopoida, Calanoida) képviselőit faji szintig határoztam, az Ostracoda és Harpacticoida taxonok identifikálását nem végeztem el. A helyszínen mértem a víz hőmérsékletet, míg a vezetőképesség mérése a VITUKI laboratóriumában történt (HANNA HI 4521 műszerrel). A Dunára vonatkozó vízállás és

vízhozam adatokat a Vízügyi Adatbank (VITUKI) adatbázisából szereztem be. A víz tartózkodási idejét Soballe & Kimmel (1987) formulája alapján számítottam ki. A planktonikus rák együttesek tér-időbeli dinamikájának elemzéséhez többváltozós és klasszikus statisztikai módszereket, illetve a bootstrap módszert alkalmaztam. A diverzitás kiszámításához a Shannon és Berger-Parker mutatókat használtam. Shannon diverzitási t-teszttel hasonlítottam össze páronként a mintavételi helyek diverzitását. Lineáris korrelációval teszteltem a kistrák együttes és a vízjárás közti lehetséges összefüggéseket. A napi minták kapcsán bevezettem egy egyszerű mutatót (Potenciális Dinamikai Információvesztesség; PDI) (Vadadi-Fülöp et al. 2010), mely megmutatja a mintavételi frekvencia csökkentésekor fellépő potenciális információvesztés százalékban.

Tézisek

1. 2006. október 2. és 2008. november 8. között összesen 40 Cladocera és 16 Copepoda faj került elő a budapesti Duna-szakaszon és a Ráckevei (Soroksári)-Dunában. A magyarországi Duna-szakasz faunájára nézve 1 új faj jelenlétét rögzítettem (*Diacyclops crassicaudis*), míg a *Diaphanosoma mongolianum* és a *Pleuroxus denticulatus* fajok első ízben kerültek elő az RSD-ből. 20 faj csak az RSD-ből (mellékágakkal együtt) került elő, csupán 1 faj (*Diacyclops crassicaudis*) volt jelen a Duna főágában, amely nem volt megtalálható az RSD-ben. A tichoplanktonikus elemek száma az RSD-ben volt a legmagasabb (71 %) és a Dunában a legalacsonyabb (58 %), a Sport-szigeti mellékágban és a Molnár-szigeti mellékágban ezek rendre 59-, illetve 68 %.
2. Első alkalommal került sor a Sport-szigeti és Molnár-szigeti mellékágak vizsgálatára, ahol 39, illetve 40 kistrák faj - köztük a *Diaphanosoma mongolianum*, *Alona intermedia*, *Paracyclops affinis*, *Eurytemora velox* - jelenlétét mutattam ki.
3. A *Thermocyclops crassus* előtérbe kerülése és a *Cyclops* fajok visszaszorulása, továbbá az *Eurytemora velox* terjedése mind a Duna főágában, mind pedig az RSD-ben megfigyelhető volt.
4. A Duna főága - és a Szentendrei-ág - meglehetősen plankton-szegénynek bizonyult, ennél jóval magasabb denzitást és fajszámot mértem az RSD-ben, míg annak mellékágaiban a fajgazdagság mellett néhány faj erős dominanciája volt jellemző.
5. Szignifikáns különbséget mutattam ki az RSD, annak mellékágai és a Duna planktonikus rák együtteseinek diverzitásában. Az RSD főága a planktonikus rák együttes alapján nagyobb diverzitással jellemezhető, mint mellékágai, ahol ugyan

hasonlóan magas fajszámot mértem, ugyanakkor néhány faj dominanciája miatt a legkisebb volt itt az egyenletesség. A Duna az RSD főágához hasonló dominancia értékekkel és kisebb diverzitással jellemezhető.

6. A planktonikus rák együttesek minőségi és mennyiségi jellemzői alapján jelentős különbség volt a Duna és az RSD között, azonban az RSD sodorvonalbeli mintái mennyiségi viszonyaikat tekintve a Duna főágbeli mintáihoz voltak hasonlóak.
7. A Dunában és az RSD-ben a sodorvonal egyaránt kisebb denzitással és taxonszámmal volt jellemezhető, mint a part menti minták.
8. A Duna főágában negatív összefüggést mutattam ki a kistrák denzitás és víz a tartózkodási ideje között és pozitív összefüggést találtam a denzitás és vízhozam között.
9. Szignifikáns különbséget találtam az egyes csoportok (adult Copepoda, copepodit, nauplius, Cladocera) és domináns fajok (*Thermocyclops crassus*, *Bosmina longirostris*, *Moina micrura*) denzitásában a Budapest feletti- és alatti szelvények, sodorvonal és part, a jobb oldal és bal oldal, valamint a Duna és az RSD között, azonban a különbség csoportonként eltérő volt.
10. Szezonális mintázatokat figyeltem meg a planktonikus rák együttesek struktúrájában, azonban ez élőhelyenként (Duna, RSD, RSD mellékágai) kissé eltérő volt. Szignifikáns különbséget találtam a főbb planktonikus rák csoportok denzitásában adott éven belül (szezonálisan) és évek között is minden vizsgált élőhelyen. Azonban ez a különbség taxononként, fejlődési alakonként eltérő volt. A 2008-as évben magasabb denzitást mértem minden élőhelyen, jöllehet ez a Duna főágában nem volt jelentős.
11. A Sport-szigeti mellékágban 39 napon keresztül gyűjtöttem plankton mintákat. Rámutatam a denzitás jelentős ingadozására, a naponta és havonta vett minták diverzitásbeli különbözőségére, valamint nyomon követtem a *Thermocyclops crassus* populációjának ivarbeli, termékenységbeli és fejlődési alakbeli változásait.
12. A Sport-szigeti mellékágban - esettanulmány - naponta gyűjtött plankton minták alapján két módszerrel teszteltem az optimális mintaméretet, mely jóval nagyobbnak bizonyult (1000, illetve 300 l), mint a folyóvízi plankton kutatásban általánosan használt mintaméret.
13. A mintavételi gyakoriság hatásának vizsgálatához bevezettem egy egyszerű mutatót (PDI), mely megmutatja a mintavételi frekvencia csökkentésekor fellépő potenciális információvesztéget. Ez rámutatott, hogy már 1 hét leforgása alatt is jelentős

változások zajlanak az abundanciában, taxonszámban, diverzitásban és az adult/lárva egyedek arányában is, így kétheti mintavételi frekvencia esetében számos változás rejtve marad.

Következtetések

A Duna főágában talált domináns fajok (*Acanthocyclops robustus*, *Bosmina longirostris*) megegyeznek Bothár (1975, 1985, 1988, 1994) és Gulyás (1994a, 1994b, 1995, 2002) eredményeivel, azonban a *Thermocyclops crassus* és a Harpacticoida Copepodák viszonylag nagy részesevé újdonságnak tekinthető. Az *Eucyclops serrulatus* és főleg a *Cyclops vicinus* nem voltak domináns, igazán gyakori fajok ellentétben Bothár (1985, 1988) és Bothár & Kiss K. T. (1990) megfigyeléseivel, jóllehet Bothár (1996) szerint az *Acanthocyclops robustus* dominanciája nőtt a korábban tipikus planktonalkotó *Eucyclops serrulatus* rovására. Igen figyelemreméltó a *Cyclops vicinus* és *Mesocyclops leuckarti* fajok viszonylagos ritkasága.

Az RSD-ben sem az átlagos, sem a maximális egyedszámok nem változtak számottevő mértékben a 70-es évektől napjainkig (Bothár 1973, Just et al. 1998). A fajösszetételbeli változások az *Eurytemora velox* megjelenésében, illetve gyakoriságának növekedésében, valamint a *Thermocyclops crassus* és *Acanthocyclops robustus* fajok domináns voltában nyilvánulnak meg.

A sodorvonalban tapasztalt kisebb fajszám az eltérő hidrológiai, áramlási viszonyokkal magyarázható, a part menti területek kedvezőbb feltételeket nyújtanak a planktonikus rákoknak (lassabb áramlás, part menti növényzet stb.). Ugyanez nem tükröződik a diverzitásban, mivel a sodorvonalban ugyan kisebb a fajszám, de nagyobb az egyenletesség. A planktonrákok mennyiségi eloszlása is hasonló okokra vezethető vissza, a mellékágakban mért magas denzitás oka pedig az állóvíz jelleg lehet.

A Duna főágában negatív összefüggést mutattam ki a kistrák denzitás és a víz tartózkodási ideje között és pozitív összefüggést találtam a denzitás és vízhozam között, vagyis nem akkor mértem a legnagyobb denzitást mikor alacsony volt a vízállás (nagy tartózkodási idő, kis vízhozam), hanem többnyire éppen fordítva. Ebből - Reckendorfer és munkatársaihoz (1999) hasonlóan - arra a következtetésre jutottam, hogy a zooplankton produkció a főágban elhanyagolható mértékű, az árterek és a főághoz kapcsolódó mellékvizek sokkal fontosabb plankton források (Saunders & Lewis 1989, Kiss 2006, Schöll et al. 2006). A kistrák denzitás vízállással kimutatott pozitív összefüggése, illetve a tichoplanktonikus elemek viszonylag nagy részesevé is alátámasztja ezt a hipotézist.

Jelentős különbséget találtam a víztípusok között a kistrákok mennyiségi és minőségi viszonyait tekintve egyaránt, ugyanakkor érdekes, hogy a Szentendrei-ágban gyűjtött plankton minták nem mutattak lényeges eltérést a Duna főágbeli mintáitól. Véleményem szerint ennek oka, hogy a Szentendrei-ág partvonal struktúrája és vízjárása igen hasonló a főághoz. Az RSD planktonikus rák együtteseinek mennyiségi és minőségi szempontból mutatott gazdagsága a mellékág lassabb áramlási viszonyaival, élőhelybeli heterogenitásával és a makrovegetáció jelenlétével magyarázható.

Bár szignifikáns különbséget mutattam ki a Budapest feletti (Újpest-Békásmegyer) és Budapest alatti (Tököl-Százhalombatta) Duna-szelvényekben mért denzitás közt néhány csoport esetében, összességében nem volt számottevő különbség a planktonikus rák együttesek mennyiségi és minőségi összetételében a két szelvény között. Ebből arra következtek, hogy a főváros, illetve a fővárosi szennyvízterhelés hatása a planktonikus rákokat kevésbé érinti, valószínűleg a nagy víztömeg okozta felhígulás miatt.

A Sport-szigeti mellékágban végzett napi mintavétel eredményei rámutattak, hogy a mintavételi erőfeszítés és mintavételi gyakoriság jelentős hatással lehet a planktonikus rák együttes minőségi és mennyiségi összetételének észlelésére, legalábbis az esettanulmány keretein belül. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a Sport-szigeti mellékág állóvíz jellegű, így az eredményeket - további vizsgálatok, referencia hiányában - nem lehet kritika nélkül kivetíteni a Duna főágra, továbbá azok egy 39 napos időszakban gyűjtött minták elemzésén alapulnak, ami inherens módon nem veszi figyelembe a szezonális dinamikai folyamatokat.

A két éves teljes vizsgálati időszak eredményei rámutattak, hogy a kétheti mintavételi frekvencia nem mindig kielégítő. Ez valószínűleg, részben a Cladocera relatíve gyors generációs idejének tudható be. A módszer érzékenysége nagyban függ attól, hogy mekkora annak az időszaknak a hossza, amikor naponta gyűjtünk mintát. Ideális esetben az év minden napján, vagyis 365 napon keresztül kellene mintát vennünk ahhoz, hogy teljesen pontos képet kapjunk az információvesztésről és a szezonális változásokat is figyelembe vehessük. Jelentősen növelhetik a módszer hibáját a gyors populációs változások, melyek nem a napi mintavétel idején történtek.

Irodalom

Bothár, A. 1973. Crustacea-Planktonuntersuchungen im Donauarm von Soroksár. Danubialia Hungarica LXV. Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis Sectio Biologia 15: 129-144.

- Bothár, A. 1975. Die Änderungen der Crustacea-Gemeinschaften des Planktons aufgrund der im Donauabschnitt von Göd (Stromkm 1669) durchgeführten Untersuchungen. *Danubialia Hungarica* LXXVIII. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis Sectio Biologia* 17: 137-146.
- Bothár, A. 1985. Die qualitative und quantitative Verbreitung der planktonischen Crustaceen im ungarischen Donauabschnitt von 1965-1985. 25. Arbeitstagung der IAD, Bratislava, *Wissenschaftliche Kurzreferate* 283-287.
- Bothár, A. 1988. Quantitative und qualitative Zooplanktonuntersuchungen im Donauabschnitt oberhalb und unterhalb von Budapest I. J. 1987. 27. Arbeitstagung der IAD, Mamaia/Romania, *Wissenschaftliche Kurzreferate* 179-182.
- Bothár, A. 1994. Qualitative und quantitative Planktonuntersuchungen in der Donau bei Göd/Ungarn (1669 Strom km) II. Zooplankton. 30. Arbeitstagung der IAD, Zuoz/Schweiz, *Wissenschaftliche Kurzreferate* 41-44.
- Bothár, A. 1996. Die lang- und kurzfristigen Änderungen in der Gestaltung des Zooplanktons (Cladocera, Copepoda) der Donau – Probeentnahmestrategien. 31. Arbeitstagung der IAD, Baja/Ungarn, *Wissenschaftliche Referate* 1: 201-206.
- Bothár, A. & Kiss, K. T. 1990. Phytoplankton and zooplankton (Cladocera, Copepoda) relationship in the eutrophicated river Danube. (*Danubialia Hungarica* CXI.) *Hydrobiologia* 191: 165-171.
- Gulyás, P. 1994a. Studies on the Rotatorian and Crustacean plankton in the Hungarian section of the Danube between 1848,4 and 1659,0 riv. km. In: Kinzelbach, R. (ed.) *Biologie der Donau*: 49-61. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Gulyás, P. 1994b. Hydrobiological research of the Danube between Rajka and Budapest. II. Rotatorian and crustacean plankton. XVIIth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Budapest, 1994, pp. 721-725.
- Gulyás, P. 1995. Rotatoria and Crustacea plankton of the River Danube between Bratislava and Budapest. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 10: 7-19.
- Gulyás, P. 2002. A Rotatoria és Crustacea plankton minőségi és mennyiségi vizsgálata a Dunán. *Vízügyi Közlemények* 84: 601-620.
- Just, I., Schöll, F. & Tittizer, T. (eds.) 1998. Versuch einer Harmonisierung nationaler Methoden zur Bewertung der Gewässergüte im Donauarm am Beispiel der Abwasser der Stadt Budapest. *Umweltbundesamt, Berlin*, pp. 65.

- Kiss, A. 2006. Cladocera, Ostracoda and Copepoda assemblages in different side-arms of the Danube in Gemenc floodplain (Danube-Dráva National Park, Hungary). Proceedings 36th International Conference of IAD. Limnological Reports 36: 250-254.
- Reckendorfer, W., Keckeis, H., Winkler, G. & Schiemer, F. 1999. Zooplankton abundance in the River Danube, Austria: the significance of inshore retention. Freshwater Biology 41: 583-591.
- Saunders, J. F. & Lewis, W. M. 1989. Zooplankton abundance in the lower Orinoco River, Venezuela. Limnology and Oceanography 34: 397-409.
- Schöll, K., Dinka, M., Berczik, Á., Kiss, A., Ágoston-Szabó, E., Schmidt, A., Fehér, G. 2006. Hydrobiological differences in the Danubian water system with periodically connections with the Danube (Gemenc floodplain, Danube-Dráva National Park, Hungary). Proceedings 36th International Conference of IAD. Limnological Reports 36: 338-342.
- Soballe, D. M. & Kimmel, B. L. 1987. A large-scale comparison of factors influencing phytoplankton abundance in rivers, lakes, and impoundments. Ecology 68: 1943-1954.

A dolgozat témájában megjelent közlemények

- Mészáros, G., **Vadadi-Fülöp**, Cs., Udvari, Zs. & Hufnagel, L. 2007. Analysis of spatial and temporal changes of the zooplankton fauna in the Ráckeve-Soroksár Danube arm. Tájökológiai Lapok 5: 333-345.
- Vadadi-Fülöp**, Cs. & Mészáros, G. 2007. A Ráckevei-Soroksári Dunával kapcsolatos zooplankton és makrogerinctelen kutatások áttekintése. Hidrológiai Közlöny 87 (3): 60-63.
- Vadadi-Fülöp**, Cs., Mészáros, G., Jablonszky, Gy. & Hufnagel, L. 2007. Ecology of the Ráckeve-Soroksár Danube - a review. Applied Ecology and Environmental Research 5 (1): 133-163.
- Vadadi-Fülöp**, Cs. 2008. Planktonikus rák vizsgálatok a Ráckevei (Soroksári)-Duna felső szakaszán. Hidrológiai Közlöny 88 (3): 49-51.
- Vadadi-Fülöp**, Cs., Mészáros, G., Jablonszky, Gy. & Hufnagel, L. 2008. The zooplankton of the Ráckeve-Soroksár Danube: spatio-temporal changes and similarity patterns. Applied Ecology and Environmental Research 6 (4): 121-148.
- Vadadi-Fülöp**, Cs. 2009. Zooplankton (Cladocera, Copepoda) dynamics in the River Danube upstream and downstream of Budapest, Hungary. Opuscula Zoologica Budapest 40 (2): 87-98.

Vadadi-Fülöp, Cs., Hufnagel, L., Jablonszky, Gy. & Zsuga, K. 2009. Crustacean plankton abundance in the Danube River and in its side arms in Hungary. *Biologia* 64: 1184-1195.
Impakt faktor: 0,406

Vadadi-Fülöp, Cs., Zsuga, K. & Hufnagel, L. 2009. Mintavételi gyakoriság hatása a rákplankton közösségi összetételének észlelésére: dunai esettanulmány. *Hidrológiai Közlöny* 89 (6): 72-75.

Vadadi-Fülöp, Cs., Hufnagel, L., Zsuga, K. 2010. Effect of sampling effort and sampling frequency on the composition of the planktonic crustacean assemblage: a case study of the river Danube. *Environmental Monitoring and Assessment* 163: 125-138. Impakt faktor: 1,035

Előadás és poszter kivonat

Vadadi-Fülöp, Cs., Hufnagel, L. & Mészáros, G. 2007. Planktonikus rák fajgyűttesek kompozíciós viszonyai különös tekintettel a Ráckevei-Soroksári Dunára. XLIX. Hidrobiológus Napok, Tihany, Absztrakt: 49.