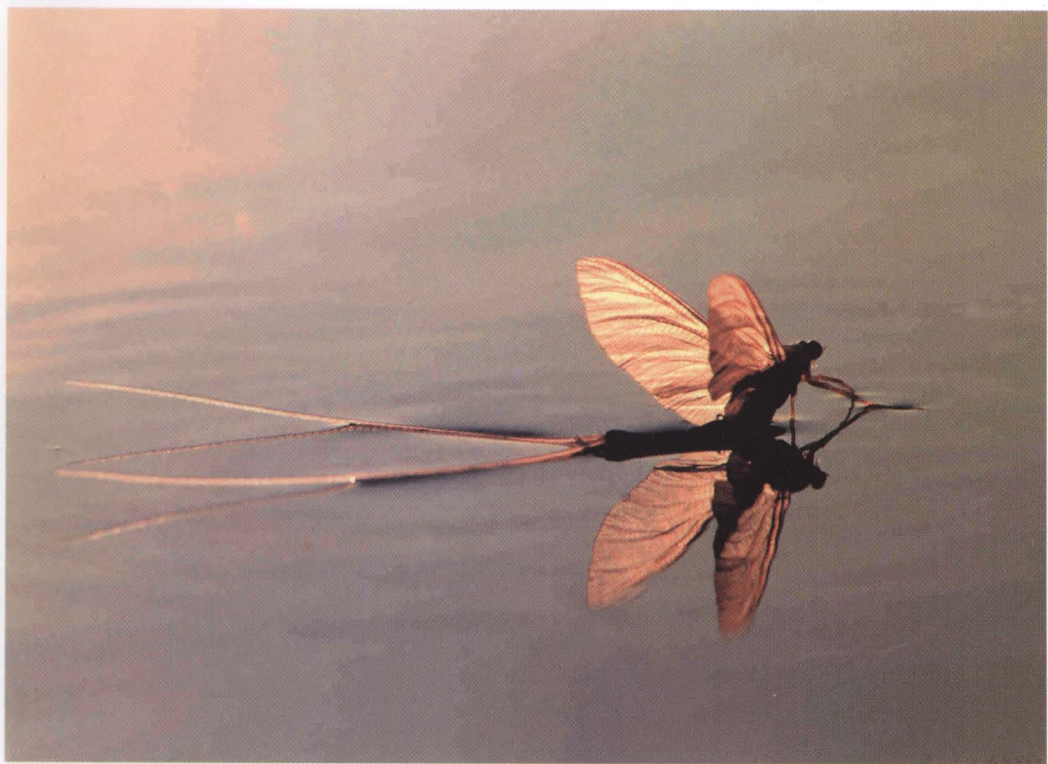


TISZAVIRÁG

Andrikovics Sándor és Turcsányi István





A felvételeket Zsila Sándor fotóművész készítette

TISZAVIRÁG

Andrikovics Sándor és Turcsányi István

Budapest–Eger–Szolnok

2001



A kiadás támogatója:
Környezetvédelmi Minisztérium

A kiadványt lektorálta:
Dr. Harka Ákos és Dr. Uherkovics Ákos

Szerkesztő:
Dr. Hamar József

Tipográfia: Bodolai Mária

Címlapkép: Csend, a nász után
Zsila Sándor fotóművész

Színes fotók: Zsila Sándor, Andrikovics Sándor
és Iván László

Kiadja
a Tisza Klub
Környezet- és Természetvédő Társadalmi Szervezet
5000 Szolnok, Szapáry u. 19.
Levélcím: 5001 Szolnok, pf. 148.
Tel./Fax: 56 375-497
e-mail: tizsaklub@externet.hu
Szolnok, 2001

Felelős kiadó: Dr. Hamar József

ISSN 1215-4180
ISBN 963 00 6827 3

Piremon Nyomda, Debrecen

Tartalom

Előszó	7
Bevezetés	9
Az áramló vizek élettjai és élőlényegyüttese	11
A kérészek és a tiszavirág felfedezésének néhány történeti vonatkozása	19
A tiszavirág (<i>Palingenia longicauda</i>) morfológiája	21
A kérészek (Ephemeroptera) és a tiszavirág (<i>Palingenia longicauda</i>) rendszertani helyéről	27
Magyarországi és más európai lelőhelyek adatai	34
A rajzások meteorológiai adatai és a repülésdinamika	36
A rendkívüli szennyezések utáni rajzás és a telepfelmérések eredményeinek összevetése	38
A rajzások anyagforgalmi vonatkozásai, a tiszavirágtelepek jellege, és a tiszavirág jelentősége	40
A tiszavirág kísérőfaunája	47
A tiszavirág és más gerinctelenek cianidtűréséről	49
A tiszavirág és az ember kapcsolatáról	49
Összefoglalás	51
Irodalom	53
The Tisza Mayfly	58
Táblázatok	61
Fogalomtár	66

Előszó

A tiszavirág rajzása igen látványos és egyedülállóan népszerű jelenség. Nem csoda, hogy ez az állatka egyben a *Tisza szimbóluma* is.

A kérészek között Európa legnagyobb és legszebb faja a tiszavirág (*Palingenia longicauda*), amelynek hossza a 12 cm-t is eléri. Korábban számos európai folyóban előfordult, nagyobb tömegben már csak a Tisza és mellékfolyói alföldi szakaszán él.

A tiszavirág igen érzékeny a környezeti változásokra, különösen a mederben történő folyamszabályozási beavatkozások és a víz szennyezése csökkentik életterét. A faj minden előfordulási formája és élőhelye *természetvédelmi oltalom* alatt áll. Ezért elpusztítása vagy élőhelyének megbolygatása, megszüntetése szigorúan tilos és büntetendő cselekmény!

A könyv tudós szerzői hosszú évek óta tanulmányozzák a tiszavirágot. Számos külföldi kutató, köztük az amerikai Thomas J. Fink, a svájci Michel Sartori és Peter Landolt járult hozzá ismereteink bővítéséhez. A svájci és magyar szakemberek javaslatára a tiszavirágot a Berni Egyezmény listájára való felvételre ajánlották, amely európai szintű védettséget jelentene. A kutatók munkáját szakemberek és amatőr természetbúvárok is segítették, közülük szeretném megemlíteni Lőrincz István hivatásos természetvédőt és Szilágyi Sándor nagyari tanár urat. A Tisza Klub a rajzásfelmérések eredményeivel járult hozzá az információk bővítéséhez. A szakszerű lektorálásért külön köszönetet kell mondanunk Dr. Harka Ákos és Dr. Uherkovics Ákos kollégáinknak.

A könyv elsősorban szakembereknek készült, de a *-gal jelölt szakkifejezések értelmezése megtalálható a csatolt *Fogalomtár*-ban.

Dr. Hamar József
ökológus

Bevezetés

Századunkat az ember mellett a rovarok századának is tartják. Mellettünk szinte az egyetlen élőlénycsoport, amely hosszú távú túlélésre aspirálhat, azaz igen sikeres élőlénycsoport. Ismeretesek azonban olyan vízirovar-csoportok is, melyek áldozatul estek a fokozódó vízszennyeződésnek, partrendezésnek, illetve rendkívül kis egyedszámban népesítik be a vizeket. A Tisza rovarvilágával kapcsolatos ökológiai tevékenységet is a folyóvizek zonációjának elve, illetve a folyóvízi kontinuitás* teóriája alapozza meg. Sajnos a csak egy-egy rovarrenddel foglalkozó specialisták az általános helyzetről nem tudnak képet adni, ezért igen fontos lenne a több csoportra is kiterjedő monitorozás*.

A rovarokra gondolva még a biológusok is gyakran csak a kártevőkre gondolnak. Tételeken sorolják őket a humánorvosi, állatgyógyászati kézikönyvek. Valóságban azonban a rovarfajoknak mindössze 0,1%-a okoz kárt, és ezt is inkább csak akkor, ha túlszaporodik. A kontinentális belvizekben élnek olyan rovaragyüttesek, amelyek rendkívül érzékenyen reagálnak az emberi települések által okozott hatásokra. Az érzékeny rovaragyüttesek eltűnésének veszélyes következményeit a következőkben próbáljuk összefoglalni:

- Folyóvizekben és az amerikai Nagy-tavakban (talán az árkos vetődésű afrikai tavakban és a Bajkál tóban is) a természetes tisztulás jelentősen csökken, amint az ásó típusú kérészek és más érzékeny ősi rovarcsoportok eltűnnek ezekből a vizekből.
- Párhuzamosan ezzel a folyamattal a kereskedelmileg legértékesebb halpopulációk is eltűnnek
- A kérészek, álkérészek és tegzesek hiánya drasztikusan visszaveti a sporthorgászatot.

A bizonyított fenti három gyakorlati hatáson túl a Tiszában élő érzékeny rovar-társulások eltűnésének következményei még nem teljesen láthatók előre. Az esztétikai értéken túli veszteség mellett elmondható, hogy ezeknek a fajoknak az ökológiája még hiányosan ismert, és elvesztésük visszafordíthatatlannak tűnik az ökológikus gondolkodás és a környezettudomány szempontjából egyaránt. A vízirovarok helye a táplálékláncban a növények és a halak között van. A folyóvizekben élő rovarlárvák nagy része igen érzékeny az ipari vízszennyeződésre. Együtteseik ezért kitűnő (igen gyakran oligoszaprob) vízminőség-indikátorok.

Történeti szempontból érdekes, hogy a halászok és a horgászok ismeretei a vízirovarokról igen precízek. A hagyományos eszközökkel dolgozó felső- és közép-tiszai halász vagy az angol csalizó folyóvízi horgász ökológiai ismeretei a vízirovarok populációdinamikájáról, a lárvák etológiájáról* szinte mindenben helytállóak.

A hatalmas tömegben rajzó kérészekről már Hammurabi és Arisztotelész idejéből is vannak adataink. Tudjuk, hogy ezek a fajok a közép-európai Duna- és Tisza-szakaszokon mintegy 12 halfaj táplálkozásában döntő szerepet játszanak, és egykor egész Európában gyakoriak voltak. A tiszavirágról egy népies műdal is szól, amelynek angol fordítása egy igen szép amerikai kézikönyv bevezető mottója.

A vízirovarok ökológiájának tanulmányozása a természetvédelemmel is szoros kapcsolatot mutat. Folyóvizek esetében a vízminőség-védelemnek a bennük élő szervezetek biológiáján kell alapulnia.

A magyarországi Tisza-szakasz jellegzetes, ősi, berni vörös könyvesnek felterjesztett védett faja a tiszavirág (*Palingenia longicauda*). Az 1992-ben megjelent „Tiszavirág monográfia”, a maga idejében korszerű és egyedülállóan részletes ismeretanyagot tárt róla az érdeklődők és a szakemberek elé. A Tisza Klub úttörő vállalkozása nyomán – az általunk összegyűjtött biológiai ismeretek segítségével – a tiszai embereknek is segített ennek a „titokzatos élőlénynek” a megismerésében. A munka – az igen szerteágazó és sokszor nehezen hozzáférhető szakirodalom felkutatása mellett – sok új tereptapasztalatot is közreadott, amit akkor foglaltunk először össze.

A későbbiek során vizsgálatainkat évenként megismételtük, és a kérészek vízetektálásával* kapcsolatban újabb figyelemre méltó eredmények is születtek. Megállapítottuk, hogy a kérészek a poláros fény percepciójára* is képesek (Kriska et al. 1998). Ugyancsak érdekes, hogy feltehetőleg a páratartalmat külön is detektálják a vízközelben az állatok, mint ahogy azt a *P. longicauda* és a *P. fuliginosa* szárnyain megfigyelt elektronmikroszkópos struktúrák sugallják (Fink–Andrikovics 1997).

A monográfia megjelenése utáni tíz év alatt a tiszai vízrendszerben is jelentős változások következtek be. A nagyipar tönkrement, a környezetszennyező mezőgazdaság is takarékosabbá vált, ezzel párhuzamosan a korábban csak a Felső- és a Közép-Tiszán szinte csak Csongrádig előforduló tiszavirág újra visszatelepült a Tisza lejjebb eső szakaszaira és mellékfolyóiba, illetve megmaradt populációi megerősödtek. Öröndöletes, hogy megjelent a Keleti-főcsatornán is. Jelentések érkeztek a Dráva és a Rába folyókban való előfordulásáról is, sőt még az Ipolyban is jelezték. (Ez utóbbi előfordulás azonban már biztosan tévesnek bizonyult.)

2000 telének végén azonban Románia felől hatalmas méretű cianidszennyezés érkezett, nyomában döbbenetes halpusztulás jelentkezett. Majd kora tavasszal jelentős nehézfémterhelés érte a Tiszát. A katasztrófák után rekordmagasságú árvíz vonult le a folyón, ami több héten keresztül mind anyagiakban, mind emberi helytállás tekintetében hősies erőfeszítésre készítette a tiszai embereket és az egész lakosságot.

A katasztrófák elhárításában a vízügyi szakemberek, a természetvédő szervezetek aktivistái mindent megtettek a károk mérséklésére. Az első, érthetően pesszimista első reagálások után a hidrobiológusok* vizsgálatai azt jelezték, hogy a Tisza élővilága talán rövidebb idő alatt is képes lesz a károk egy részét kiheverni. Most, 2001 februárjában az látjuk, hogy a magyar emberek egyik legkedvesebb folyója, a Tisza, halottaiból feltámadt. Jó esély van arra, hogy ez a táj továbbra is a természetszerető emberek büszkesége maradjon. Nem pusztult ki a Tisza szimbóluma, a tiszavirág sem. Ami ugyan nem virág, és nem is bogár, hanem egy meglehetősen titokzatos kérész faj. Populációi régen szinte egész Európában előfordultak a nagy folyókban, de fennmaradásra képes pópusulációi napjainkban csak a Tisza vízrendszerében vannak (Andrikovics et al. 1992).

A jelenlegi örvendetes visszatelepülést még a döbbenetes cianid- és nehézfém-szennyezés sem tudta megállítani. Ebből azonban nem szabad azt a következtetést levonnunk, hogy a szolnoki hídon álló és a Tiszába a kegyelet virágait szóró néma tömegnek alaptalan volt a féelme. Ahogy a katasztrófa első évfordulóján megjelent gyönyörű fotóalbum címe sugallja: A Tisza sírt. A folyó azonban megrázta magát, és haragos amazonként begyógyította sebeit, hogy édesanyja, a Duna tisztán és egészségesen ölelhesse keblére. Szeressük a Tiszát, nem lesz hálátlan. Ha élni hagyjuk és óvjuk, kegyeret és vizet, azaz biztos megélhetést ad az ott lakóknak.

Tudnunk kell azonban azt is, hogy a Tisza nemcsak a magyaroké. Olyan kincseket rejteget, és néha meg is mutatja azokat a természetszerető embereknek, amelyekre egész Európa büszke lehet. A tiszai ökológiai rendszer egyik alappillére a tiszavirágtelepek zavartalan működése.

Prof. Andrikovics Sándor

Budapest–Eger, 2001. február. 25.

Az áramló vizek élettájai és élőlényegyüttesei

A földre jutó csapadék igen kis része jut a folyóvizekbe. Paradox módon viszont ezek jelentősége az ember számára is igen fontos. A folyóvizek medrét maga az áramló víz alakítja ki. Medrük állandóan mélyül, tehát a tavakkal szemben itt ellentétes folyamatok lépnek fel. A folyó hosszát és egyes pontjainak az erózióbázishoz való viszonyát (a gravitáció és a súrlódási erő adott területre jellemző értékét) koordinátarendszerben ábrázolva az esésgörbét kapjuk. Az esésgörbe tendenciájában a forrástól kezdve a felső, középső és alsó szakasz jelleget* mutatja, és egyben kifejezi a folyóvíz munkavégző képességét is.

A görbék azonban a szabályostól kismértékben mindig eltérnek, mert a meder esése nem egyenletes. A század eleje óta ismeretes a folyók zonációjának elmélete, amely a víz munkavégző képességének és az elvégzendő munka viszonyának kifejeződése. A felső szakaszon a folyók esése nagy, áramlási sebessége jelentős. Munkavégző képessége nagyobb, mint amennyi a hordalék elszállításához szükséges. A felső szakaszra ezért a nagy szemcseméretű, durva üledék, a kavicsos, sőt köves aljzat a jellemző. A nagyméretű köveket a víz csak árvizek idején képes tovább görgetni.

A középszakasz jellegű folyókban az áramló víz munkavégző képessége éppen annyi, mint amennyi a hordalék elszállításához szükséges. A folyónak nem marad felesleges energiája a medermélyítéshez. Ezen a szakaszon a folyó kanyargós. Amelyik part irányába a sodorvonal kitér a meder középvonalától, azt a partot a víz alámossa, és itt a meder mélyül. Az innen elszállított hordalékot a vízfolyás továbbszállítja, és ott rakja le, ahol a folyó sodra átlendül a másik partra. Idővel a kanyarulat egyre keskenyebbé válik, és az árvizek alkalmával a kanyar átvágódik.

Ennek a dinamikus folyamatnak az előkészítésében az ásó típusú kérészeknek, köztük a tiszavirágnak is jelentős szerepe van. A kanyarogva feltöltődő folyók már a következő szakasz felé mutatnak átmenetet, míg a kanyarogva bevágódó középszakasz jellegű részek a felső szakasz felé mutatnak kapcsolatot. A folyók alsó szakaszára a kis munkavégző képesség, az alacsony áramlási sebesség a jellemző. Ezen a szakaszon a folyó hordalékának egy részét lerakja. Ez a sodorvonal közelében zátonyok és szigetek kialakulásához vezet. Majd a sziget mellett két ágra bomlott folyó az új medreit is feltölti, újabb és újabb zátonysziget rendszereket alakítva ki. Ha a zátony nem pontosan a meder közepén van, akkor fő- és mellékágak keletkeznek. A mellékágakban a vízsebesség lecsökken, és főleg szerves anyagban gazdag lágy üledék alakul ki, amelyen a szubmerz* és emerz* növényzet között változatos élőhely típusok alakulnak ki.

A fent vázolt hidrológiai folyamatok alapján igaz, hogy a heterotróf élőlények számára az oly fontos oldott oxigén mennyiségét a felső szakaszokon fizikai tényezők, az alsóbb szakaszokon a biológiai folyamatok határozzák meg elsősorban. Már több mint száz évvel ezelőtt, a fenti összefüggéseket is figyelembe véve a német kutatók a következő szinttájakat különböztették meg Európa folyóin: pisztráng, pénzes pér, márna és dévér szintje.

Hasonló osztályozás ismert Lengyelországból is. Ezután már megszülettek azok az úttörő munkák, melyek az egyes zónák fizikai-kémiai paramétereit és a további gerinctelen együttesek hozzárendelését hivatottak elvégezni. A korai hidrobiológiai tárgyú kézikönyvekben – 1925 körül – Európában 6 egymás után következő folyóvízi zónát említenek. A síkvidéki folyók problémakörét először a brit-welszi Carpenter tárgyalta részletesebben, felhasználva jellemzésükhöz a halakat és a bentoszban* élő jellegzetes gerincteleneket is. A 20. század közepén az ún. Huet-féle 5-ös tagolású zonáció terjedt el. A neves szerző leírta az egyes zónák alaktani paramétereit, de kiemelte az egyes zónák közötti gradiensek fontosságát is.

Az amerikai kontinensen az 1900-as évek elején a gradiensek, a folyószélesség és a halfauna zonációját hangsúlyozták. Európában Illies és Botosaneanu a hegyvidéki patakok és folyók zónáját ritron, a következő alsóbb szakaszt pedig potamon néven vezették be a szakirodalomba. Közben számtalan esettanulmány azt mutatta, hogy a zónákat nem szabad mereven kezelni, nincs éles határ az egyes szakaszok között. Ennek alapján az amerikai kontinensen kidolgozták az ún. folyóvízi kontinuitás elméletét (Vanotte et al. 1980).

A teória lényege röviden a következő: A fizikai és biológiai tényezők nem lépcsőzetesen, hanem folytonosan változnak a vízfolyások mentén. A patakból kis folyó, majd hatalmas folyam lesz. Az elmélet 3 alapteórián nyugszik:

1. Az egyes folyóvízi társulások (együttesek, guildek) eredendően megfelelnek a fizikai-kémiai tényezőknek, az eredettől a torkolatig menő változási tendenciának. Nem diszkontinuus* szakaszok alkotják.
2. A folyó nem válik el a parti vegetációtól.
3. A lenti részeken a felső hatások összegződnek.

A felső részen az aprítók* és a gyűjtögetők mennyisége és diverzitása a legnagyobb. Itt a folyó még 1–3. rendű* (a rendüségéről lásd lentebb!), mert benne a fotoszintézissel

termelődő és a biológiai oxidáció folyamatában lebomló szerves anyag mennyiségének hányadosa, a Produkció/Respiráció értéke kisebb, mint egy: $P/R1$. A lehullott lomb-levelekből sok nagyméretű, formált szerves anyag kerül a vízbe. A kaparók és ragadozók – kis faj és egyedszámban – a sodrás által kerülnek a rendszerbe.

A következő 4–6. rendű részeken a finom szemcsés szerves anyag, elterjedt angol rövidítéssel FPOM már jóval több, a $P/R1$, és a finoman felaprított szerves anyagnak megfelelően dominánsak a gyűjtögetők és a kaparók.

A 7–12-es rendnél a P/R 1, és megjelenik a folyóvízi (potamo) plankton*, amelyben algák és kistrákok dominálnak. A bentoszban uralkodnak az árvaszúnyogok, valamint a csővájó férgek és a puhatestűek, mint gyűjtögetők. Ezek mellett szinte csak a ragadozók (predátorok) a jellemzők.

A folyóvizek kontinuitási elméletének (River Continuum Concept, RCC) legnagyobb hiányosságai a legfelső szakaszokon, a nagy folyók szintjén, valamint itt Közép-Európában a kis vízhozamú folyókon jelentkeznek, ezért sokan inkább a szakaszosságot fogadják el, de a két felfogás között nincs kibékíthetetlen ellentét.

A nagy folyókból eltávolították a zátonyokat, gátak közé szorították, tározókat építettek, s mindezek eredményeképpen csökkent a folyókban a sekély vízi kemény üledék mennyisége, amely megváltoztatta a bentikus rovarok társulásszerkezetét és a halfaunát egyaránt.

Nagy probléma, hogy a nagy folyókat valamiféle kvázi állóvízi rendszereknek fogják fel, ezért ezekhez hasonló fizikai és kémiai viszonyokat tételeznek fel bennük. Valóságban az áramló vizekben nincs a tavakra jellemző hőváltó réteg, és a fotikus* zóna is igen vékony. A folyóvizek közé – a kis pataktól a nagy folyamokig – az áramló vizek megannyi típusa tartozik. Ezekben a gravitációs erő és a súrlódási erő hatására vízáramlás jön létre, amely az állóvizeknél kedvezőbb oxigénellátást, irányított és facilitált* anyag- és energiaáramlást hoz létre.

A folyóvizek is lehetnek állandóak és időszakosak. A folyó, folyam, patak, csermely, séd kifejezések nem mindig pontosak. A patak–folyó–folyam átmenet napjainkban leginkább elfogadott mutatója az áramló vizek rendűségének. Növekvő rendűséggel 1-től 12-ig nő a folyók vízhozama és nagysága. Az elsőrendű kis patak a forrásból közvetlenül kiömlő kisvíz. Ha két ilyen víz összefolyik, akkor létrejön a másodrendű, és amikor 2 másodrendű víz ömlik egymásba, akkor harmadrendű patakról beszélünk. A folyók eróziós zónája az a szakasz, ahol a víz sebessége elég nagy ahhoz, hogy kisebb részecskéket szuszpenzióban szállítson. A feltöltő szakaszban viszont az áramlási sebesség viszonylag alacsony, s így a részecskék leülepedhetnek az aljzatra. A feltöltődő szakaszok gyakoriak a nagy folyókban.

Ha más faktorok ideálisak, akkor a feltöltődő szakaszokon kevesebb vízirovar várható, mint a gyorsfolyású részeken. Munkánkban kb. 1–5 cm nagyságú gerinctelen szervezetekkel, közülük is főképpen a tiszavirággal foglalkozunk, melyek az ún. makrozoobentost alkotják. Rendszertanilag ezt az élőlényegyüttest a vízirovarok, felemás rákok, ászkák, puhatestűek, valamint a kevés- és soksertéjű férgek képviselik. A Tisza vízrendszerében is élesen eltér a folyóvízi és az állóvízi bentosz. Bár mindkét víztípusban a bentosz azonos ökológiai szerepet tölt be, a funkcionális elemek viszont eltérőek. Mind az állóvízben, mind a folyókban a bentosz fajegyüttese a bioturbáció révén közvetlenül

vagy bakteriális közreműködéssel jelentékeny mennyiségű szerves anyagot égetnek el. A bentosz vízirovar-együttese kirajzásukkor szerves anyagot emelnek ki a vízből. Méretüktől és egyedsűrűségüktől függő mértékben ugyan, de mindegyikük jelentős haltáplálék, egyben a víz és az üledék minőségének is kitűnő indikátorai. A vízirovarok, melyek közé a tiszavirág is tartozik a folyó- és állóvizekben egyaránt kiemelkedő jelentőségűek. Szerepüket az folyó folytonossági*-konceptió (RCC) anyagforgalmi vonatkozásainak részletezésén keresztül a következőkben mutatjuk be.

A vízirovarok jellegzetes és általánosítható tulajdonsága, hogy legérzékenyebb ősi csoportjaik elsősorban a felső patakszakaszokat népesítik be. A folyóvízi kontinuitás szerinti alsóbb részekben a rovarok már csak kisebb diverzitásban fordulnak elő, inkább a fejlettebb holometaból* rovarok élnek a tengeri eredetű gerinctelenek (főleg puhatestűek) mellett. A felső patakszakaszokon a szerves anyag szárazföldi eredetű. A fotoszintetikus eredetű produkció kicsi vagy teljesen hiányzik. Domináns fogyasztók ebben a zónában a vízirovarok. Ezek táplálkozási típusuk szerint aprítók, vagy gyűjtögetők. A folyók kezdeti szakaszának (1–3-as rendűségig) anyagforgalmi rendszere a következő összefüggéssel jellemezhető:

durvaszemcsés* szerves anyag – baktérium – aprítók – finomszemcsés szerves anyag* – baktériumok – gyűjtögetők

A közepes méretű folyóvizek már kevésbé függenek a szárazföldtől. A fotoszintézis és a közösségi légzés* aránya itt nagyobb, mint 1. A domináns rovarcsoportok a borotváló* és a gyűjtögető táplálkozási csoportba tartoznak. A közepes folyóvizek anyagforgalmi lépcsői a következők:

vízinövények – borotválók – finomszemcsés szerves anyag – baktérium – gyűjtögetők

A nagy folyók hatalmas mennyiségű finom detrituszt szállítanak. A potamoplankton már kialakul, a rovarok a gyűjtögető típusba tartoznak. A nagy folyókat a következő rendszer írja le:

finomszemcsés detritusz – baktériumok – gyűjtögetők

A halpopulációk a hidegvízi rovarévóktól a melegvízi rovarévókön át a halevők, majd a planktonevők sorrendje szerint változnak a kontinuitás mentén.

Folyóvizek és az állóvizek teljesen eltérő fizikai és biológiai rendszerek. Az elsők jóval nagyobb energiatartalmúak, és bár a biológiai folyamatok alapszabása hasonló, de az ökológiai nichek minősége teljesen eltérő a két vízi rendszerben.

Az utóbbi évtizedekben a potamobiológusok és halászati szakemberek egyre gyakrabban hangsúlyozták, hogy a nagy folyókra – így már a Dunára és a Tiszára is – az RCC-konceptió (hasonlóan a zonációs elképzelésekhez) csak megszorításokkal alkalmazható, és a folyók osztályozásánál figyelembe kell venni azok rendszeres szezonális áradásait is.

Eszerint a folyóknak a következő egységeit különíthetjük el (Roux, 1982):

1. Az eupotamon* zónában a meder köves, kavicsos, helyenként homokos, a víz sótartalma a vízgyűjtőben itt a legalacsonyabb, oxigénrétegződés nincs. A száras növényzet hiányzik. Ez a folyó főmedre és az állandó átfolyású oldalágak területe.
2. A parapotamonra jellemző a köves, homokos, de már néhol iszapos aljzat, a nagyobb sótartalom, a gazdag fito*- és zooplankton*. Ez a főággal kapcsolatos oldalágak területe.
3. A plesiopotamonban* a meder homokos, agyagos, dús makrofita állományok jellemzők. Ez már a lefüződött oldalágak területe.
4. Végül a parapotamon következik, ahol már az állóvízes élőhelyek lépnek előtérbe, a víz sótartalma jelentős lehet. A rétegződés jelentős. Morfológiailag a főmedertől hosszú ideje leszakadt kanyarulatok és holtágak zónája.

A Tisza hazai szakaszán az átalakulási sorrend folyamatai a jellemzőek:

eupotamon* $\Rightarrow$ (meander*) $\Rightarrow$ parapotamon* $\Rightarrow$ paleopotamon*
 $\Rightarrow$ teresztrikus* ökoszisztéma

Az Északkeleti-Kárpátok hegyvidéki vízfolyásainak gerinctelen makrofaunája* kevésbé kutatott életközösség, pedig rendkívül sok és sokféle élőhelyet biztosítanak számukra Kárpátja egyedülálló földrajzi adottságai, amelyek röviden így foglalhatók össze: a Kárpátok koszorújának legkeskenyebb, legalacsonyabb, mégis legcsapadékosabb szakasza, kiváló lehetőséget nyújtva a Kárpát-medence és a Podóliai-hátság közti faunisztikai kapcsolat fenntartására.

A terület gerinctelen makrofaunájáról igen kevés irodalmi adat áll rendelkezésre. Az 1993-as, a Keleti-Kárpátok faunájával foglalkozó ungvári nemzetközi konferencia is csak érintőlegesen említi ezt az élőlénycsoportot, a kérészeket teljesen kihagyva belőle. A Tisza forrásvidékének kérészeiről a közelmúltban jelent meg tanulmány (Galdean, 1999).

Az ukrán–román alacsonyabb térszinteken viszont az eupotamon – parapotamon – plesiopotamon – teresztrikus ökoszisztéma vízből induló időben gyorsabb szukcessziósorai* fedezhetők fel. Ezeket a természetes folyamatokat változtatják meg a tározó létesítések és a stabilizáló partrendezések (Ward és Stanford 1995).

A Tisza és mellékfolyóinak sebessége az Alföldön a kis szintkülönbség miatt erősen visszaesik, s ezt a duzzasztóművek még tovább csökkentik. A folyó sebessége Tisza-becsnél kb. 1,5 m/sec, Vásárosnaménynál 1 m/sec, Dombrádnál 0,7 m/sec. Kiskörénél igen változó, de Szegednél már csak 0,4 m/sec körül van alacsony víz mellett. A vízhozam is igen változó. A kisvíz és a nagyvíz között százszoros eltérés is lehet.

Az év elején a vízhozam kicsi, majd február végén a hegylábi olvadás következtében 1–3 méteres a vízszintemelkedés, ez után vagy apadás, vagy újabb emelkedés következik. Az első nagy áradás április elején indul, amikor a magas hegyekben is olvad a hó, a síkon már zöldbe borul a táj. Ez a tavaszi zöldár, amely két-három hétig tart. Megtelnek a hullámterek, lerakódik az üledék, majd a fokokon lerakja az üledékét és a melegebb szegélyvíz a főmederbe áramlik. A zavaros áprilisi nagyvíz májusra letisztul, és kialakul a Tisza szőke színe. A harmadik, ugyancsak nagy árhullám júniusban következik be. Ennek során a hullámtér ismét víz alá kerülhet. Július közepétől októberig egy kisvízes

időszak következik. Végül a őszi végi–téli eleji csapadék hoz vízszintemelkedést, amelyet ismét tartós téli kisvíz vált fel.

A Tisza-tó területén a víz be- és kiengedését az ember szabályozza. A tiszalöki és a kiskörei erőmű az esti csúcstermelés előtt vizet gyűjt, ezért a felvízen az áramlás lelassul, a folyó vízszintje emelkedik. Az energiatermelési szakaszban a víz felgyorsul. A duzzasztóművek alatt az energia termelés gyorsulást okoz. Az 1977-ben létrehozott Tisza-tó a folyó 447 és a 404-es fkm közötti szakaszán terül el. Ez mederátfolyósos jellegű, 127 km² kiterjedésű, változó vízborítású, sekély hullámtéri víztároló, amelynek az ökológiai viszonyai végtelenül változatosak. A tározóba, illetve a fölötté húzódó duzzasztott Tisza-szakaszba ömlik a Sajón kívül a Hejő, a Rigós, a Csincse, a Laskó és az Eger-patak. A tározótérben a folyóvízi jelleg teljesen megszűnt, egyes víztereit nádasok-gyékényesek és hatalmas sulymosok, tündérfátyol-állományok borítják. A hullámtéri tározó kialakításának elsődleges célja az Alföld középső, aszályos területein a víz megfogása öntözés céljára, de mellette egyéb hasznosítási lehetőségekkel is számoltak. A kialakítás után Kisköre fölött a Tisza a védőtöltések közötti hullámtéren széles tóvá tágult, így alakult ki a tiszavalki, a poroszlói, a sarudi medence és az abádszalóki öblözet.

A magyarországi folyószakasz esetében a Felső-Tisza szakasza Tiszabecstől Dombórig, az ún. Közép-Tisza Dombrádtól Kisköréig – benne a 120 fkm-nek megfelelő Tiszával és a Tisza-tóval –, az Alsó-Tisza pedig Kiskörétől a déli magyar határig tart. Az egész kárpát-medencei vízgyűjtőt is figyelembe véve, a Keleti-Kárpátokban eredő Tisza ugyancsak három nagy szakaszra tagozódik.

Az folyó egész hosszát vizsgálva a hegyvidéki jellegű Felső-Tisza a Szamos torkolatáig tart. A Közép-Tisza a Szamos beömlésétől a Maros torkolatáig számít, ez kapja a vízgyűjtő legtöbb vizét. Levezeti az Erdélyi-medence vizeit a Körösökön és a Maroson keresztül. Az Alsó-Tisza a Maros-torkolattól Titelig, a folyó Dunába ömléséig tart. Jelen tanulmányban a Tisza szakaszolásában a csak a magyar részre vonatkozó első beosztást követjük. Tekintettel arra, hogy a felső és az alsó szakaszok legnagyobb része Ukrajnában, illetve a jugoszláv Vajdaságban folyik, és ezeket kevésbé vizsgáltuk, bár a tiszavirág a Vajdaságban a jugoszláv szakaszon is megtalálható.

A következőkben a Magyarországon használt beosztás (Lászlóffy 1982 és Zabos 1983) szerint tekintjük át az egyes szakaszokat. Hangsúlyozva azt, hogy ezek igen kis átmenetek, és a hazai viszonyok szerves folytatását képezik az ukrán–román „szakaszoknak”.

Felső-Tisza

A 742. folyamkilométertől (továbbiakban fkm) 150 km megtétele után az 592. fkm-ig terjed. A Felső-Tisza hét főág vizét szedi össze, és vízminőségét leginkább a Vásárosnaménynál beömlő Szamos változtatja meg. Ezen a részen az 1 km-re jutó esés még 0,2 m/km, a kanyarulatok kavicsosak, gyakori a köves partvédelem. A Tiszabecstől Vásárosnaményig terjedő 58 km-es szakaszt, a 2000. januári cianidszennyeződés szerencsére elkerülte, de a márciusi – szintén romániai eredetű – nehézfém-szennyezés sajnos érintette.

A tiszavirág első foltszerű előfordulásai Tiszabecs és Tivadar között, Szatmárcsétől lefelé jelennek meg. Tivadar és Vásárosnamény között a folyó tovább lassul, ezért Tiszakóród körzetében már nagyobb tiszavirágtelepekkel is találkozhatunk. Vásárosnamény és Dombrád között a folyó először ÉNy-ra fordul, majd Záhonytól DNy-ra kanyarog. Az éles kanyarokat a külső ívben mindenütt kövezéssel védik. Ezeken a részeken a víz igen mély. A belső ívben viszont finom homoklerakódásokat találunk. A Felső-Tisza az 592-es fkm-nél, Cigánd-Dombrád vonalában ér véget.

Közép-Tisza

A Közép-Tiszán a természetes esés 0,069 m/km, amit a tiszalöki és kiskörei duzzasztás mesterségesen módosít. Tokajnál a Bodrog, Tiszaújvárosnál a Hernádot is magába fogadó Sajó ömlik a Tiszába. Mindkét utóbbi folyó jóval nagyobb esésű, mint az őket befogadó Tisza. Továbbhaladva, Tiszavalk és Kisköre között (442–404 fkm) találjuk az általunk részletesebben is vizsgált Tisza-tavat.

Alsó-Tisza

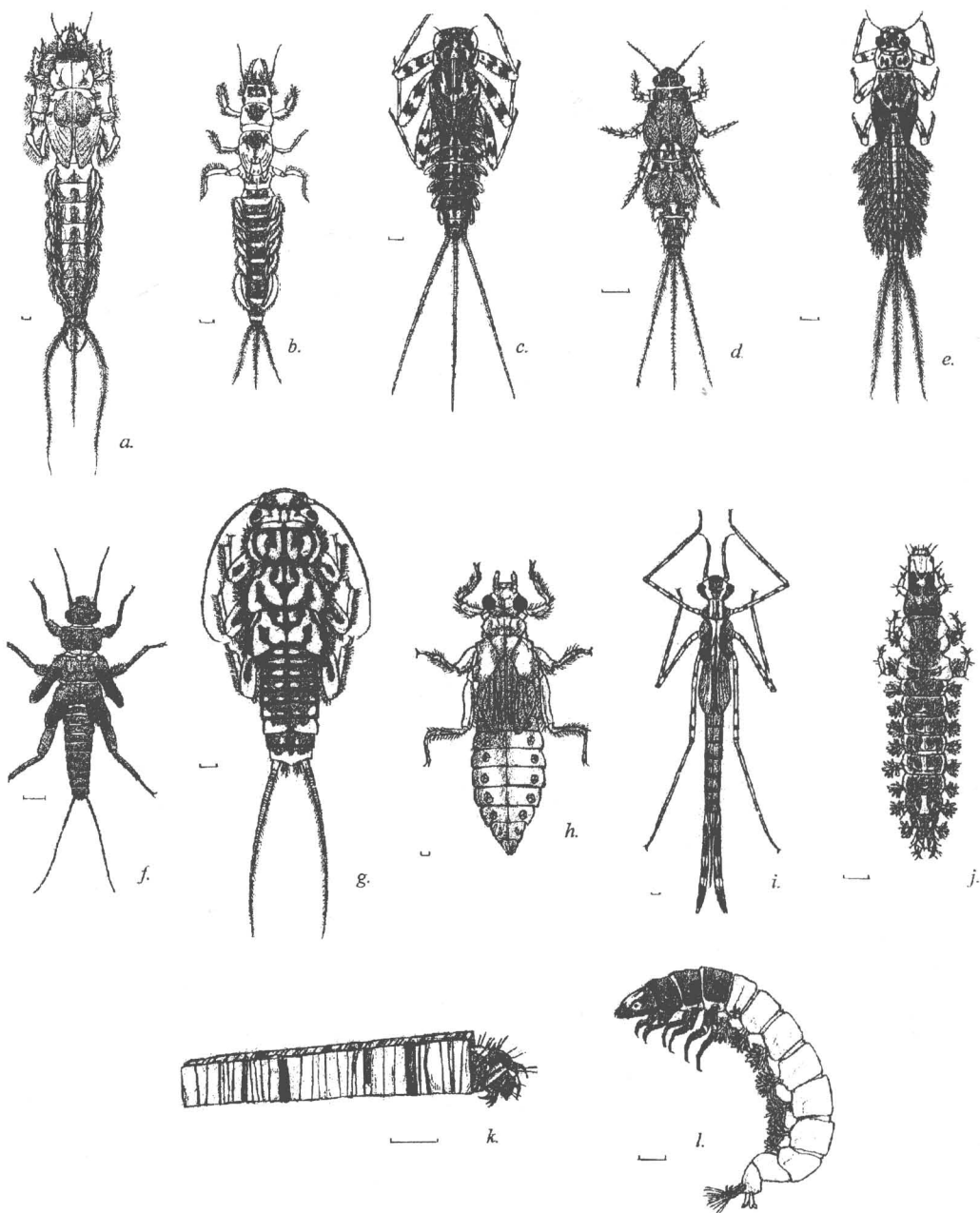
Ez a szakasz ismét két részre bontható. Kiskörétől Csongrádig, a Hármaskörös beömléséig igen kis esésű a folyó. Szolnokig a kanyarok külső ívén hatalmas kérésztelepeket találunk.

A másik vízrajzi terület a Csongrádtól Szegedig terjedő, ill. Tiszaszigetnél az országot elhagyó folyószakasz, ahol az esés közel azonos a Kisköre-Csongrád közötti szakasszal: alig lejt. Szegednél a Maros ömlik a Tiszába.

2000. február 1-jén, a Szamoson keresztül 32,6 mg/l maximális koncentrációjú cianidszennyezést kapott a folyó. A 100.000 m³ cianidtartalmú vízzel mintegy 100–120 tonna cianid érkezett Románia felől. Az cianidkoncentrációk a következőképpen alakultak a magyar Tisza-szakaszon. A Felső-Tiszán 12,4 mg/l, a Közép-Tiszán 4,9–3,9 mg/l, majd az Alsó-Tisza mentén Szolnoknál 2,85, Csongrádnál 2,9, Szegednél 2,2 és a határzónában, Tiszaszigetnél 1,49 mg/l értékeket mértek. Az első felmérések (VITUKI) és elméleti feltételezések szerint nemcsak a halak, hanem a haltáplálék, azaz a folyóvízi bentosz-szervezetek is jelentősen károsodtak. A cianidszennyezés előtt a nagy folyóinkra jellemző kérész-szitakötő-álkérész-tegzes lárvákat az 1. ábrán mutatjuk be (Andrikovics–Kiss 2000).

A taxonómus* és ökológus szakemberek egyaránt (főleg irodalmi tapasztalatokra és a vizuálisan megfigyelt döbbenetes halpusztulási adatokból következtetve) igen nagy pusztulást feltételeztek (Varga Z., Dévai Gy., Andrikovics S. szóbeli nyilatkozatai). Ugyanakkor a szakemberek hangsúlyozták azt is, hogy a károk részletes felmérése többéves kutatómunkát, intenzív monitoringozást igényel. Szerencsére a Tisza-tó öblítő-csatornáit sikerült időben elzárni, így a tó 90%-a nem sérült.

Alig távozott a cianiddugó, március 10-én újabb, mintegy 20.000 t nehézfémeket tartalmazó zagy került a romániai Novac patakba, amely a Visón keresztül már az ukrán



1. ábra: Nagyobb folyóink jellegzetes vízirovar lárvái

és a magyar Tisza-szakaszt is elszennyezte. Így a cianidtól érintetlen felső rész is jelentős mennyiségű ólommal, cinkkel és rézzel szennyeződött. Az 50–70 km hosszú csóva 1200–1500 mg/l lebegőanyagot és az erősen szennyezett (V. osztályú) vízminőséget meghaladó mértékű cinket, ólmot és rezet tartalmazott. Míg a cianid jelentősen felhígulva elhagyta az országot, addig a nehézfémek beépülhetnek a táplálékláncba, és az üledékszemcsékből hosszú időn át mérgezhetik a víz ökológiai rendszerét.

A szennyezések után az ökológiai katasztrófát hatalmas árhullám követte, amely hősiess helytállásra készítette szinte az egész országot. Sikerült megakadályozni egy hatalmas árvíz pusztító hatását. A folyóvízi ökoszisztéma regenerációja szempontjából ennek azonban jelentős pozitív hatása is volt, nevezetesen: átöblítette a folyórendszert.

A rendkívüli szennyezések után a vizsgálataink célja a Tisza-tó nagy folyószennyezések utáni bentonikus makrofaunájának felmérése, a magyar Tisza egyik jellegzetes szervezetének, a tiszavirág állományának feltérképezése (telepek elhelyezkedése, hozzávetőleges nagysága), és a cianid-szennyezés hatásának vizsgálata volt. A célkitűzést az magyarázza, hogy a szóban forgó állat, amely a történeti időkben az európai nagy folyók jellemző kérészfaja volt, a XX. század eleje óta szinte mindenhol kipusztult (Soldán 1978, Russev 1987, Andrikovics et al. 1992). Joggal merült fel, hogy az élővilág – köztük a tiszavirág állománya is – érzékeny károkat szenvedett a 2000 tavaszán bekövetkezett szennyeződések hatására.

A kérészek és a tiszavirág felfedezésének néhány történeti vonatkozása

A kérészekről már az ókorban említést tesz Arisztotelész (Kr. e. 384–322), aki magyarázattal is szolgál az elnevezésről (Illies, 1968). Később Plinius és Aelianus is tanulmányozta ezeket az állatokat, és különféle neveket adtak nekik: Hemerobius, Ephemerus, Diaria – ezekről nem tudjuk pontosabban megmondani, mely kérészek közül valók. Clutius (1834) bemutat egy ábrát a holland folyókban nagy tömegben élő Hemerobius lárvájáról, bábjáról(?) és az imágóról. A bábról később kiderült, hogy az a lárva levedlett bőre. Több neves szerző szerint (lásd. Illies) ez a Palingenia longicaudaval azonosítható. Újabb történeti tanulmány szerint egy szintén a Palingenidae családba tartozó Mortogenesia mesopotamica nevű fajt már a görögöket megelőzve a sumérok is ismerték, de a vízi szöcskének nevezett állatról nem tudták, hogy a kérészek közé tartozik (Soldán, 1997). A cseh specialista meggyőző érveléssel bizonyította, hogy a Tigris és az Eufrátesz folyók mentén hatalmas tömegrajzást mutató rovar a mi tiszavirágunk közeli rokona, amelyet a helybeli lakosok már a görögök előtt, több ezer évvel ezelőtt is sok vonatkozásban jól ismertek.

Swammerdam (1675) írta le először a tiszavirág fejlődését, és rajzot is közölt a lárv külső és belső anatómiájáról. Swammerdam leírását a holland kiadású Bijbel de Nature (1737) is tartalmazza, amit – nagyjelentőségű mű lévén – 1752-ben németre, 1758-ban

pedig angolra is lefordítottak. Marsigli volt az első, aki magyarországi – a Tisza feletti – megfigyeléseit rögzítette.

A faj elnevezése a következőképp alakult:

Ephemera longicauda Olivier, 1791

Ephemera flos-aquae Illiger, 1802

Semblis marginata Panzer, 1904

Ephemera swammerdiana Latreille, 1805

Palingenia longicauda Burmeister, 1839

A tiszavirág tömeges rajzása és rövid élete Magyarországon közismert, ám ez csak a kifejlett állatra, az imágóra jellemző. Egyedfejlődése ugyanis kb. 3 évig tart, s közben mintegy 20-szor vedlik. A hímek az utolsó lárvastádiumot követően nehezebben repülő szubimágókká válnak, amelyek a partra repülnek. Egy újabb vedlés után kezdik meg néhány órás (akár félnapos) imágóéletüket. (A nőstényeknek nincsen szubimágó formája.) Szépen szól a rajzásról a magyar – népdalnak tartott – ének: „Temető a Tisza, mikor kivirágzik”.

E nagyszerű természeti jelenség pontosabb tudományos feldolgozása a XIX. és XX. században is jelentősen haladt előre. Vannak munkák, melyek a kérészekkel (*Ephemeroptera**) foglalkoznak, és érintik a tiszavirágot is, ilyenek pl. a kérészek genealógiáját tárgyaló művek (Eaton, Banks, Klapálek, Edmunds, Traver, Demoulin, Landa, Soldán és mások), állatföldrajzi* (pl. Soldán) és összehasonlító anatómiai kutatások (pl. Landa) stb.

A *Palingenia longicauda*ról szóló egyik legelső összefoglaló mű Eaton (1888) monográfiája. Az újabb keletű irodalom főleg szünökológiával, a biotikus és abiotikus tényezők hatásával foglalkozik (pl. Csoknya és Ferencz, 1972, Csoknya és Halasy, 1975); Russev (1987) munkája pedig egy kisebb összefoglaló az ökológiájáról, fejlődéséről, életkörülményeiről, valamint elterjedéséről.

A kilencvenes évektől a tiszavirágra vonatkozó vizsgálatok újabb fordulatot vettek. 1991-ben a Közép-Tiszán végzett többhónapos rendszeres (naponkénti) mérések, lárvagyűjtések és a rajzás vizsgálata történt meg. Ezekkel a magyar–amerikai vizsgálatokkal párhuzamosan – ismerve egymás eredményeit – Peter Landolt és Michael Sartori, világszerte ismert kérész specialisták is több rajzás megfigyelést és lárvagyűjtést végeztek a magyar Felső-Tiszán. Mindkét csoporthoz fiatalok is csatlakoztak, akik a kérészek poláros fény detektálására vonatkozóan (Kriska et al. 1998) és főleg a telepek aljzatminőségének feltárásában publikáltak jelentős eredményeket.

Mindkét csapat gyűjtött a Tisza forrásvidékén, és 2000-től a két kutatócsoport már együtt is dolgozik. A hosszú folyamszakaszon a Tisza Klub (Szolnok) szervezésében megtörtént az országos rajzásmegfigyelés. Ehhez a legtöbb segítséget a Tisza menti emberekől és szervezetektől kaptuk.

Az egy-egy körzetben végzett részletes lárv- és imágóvizsgálataink mellett a cianid-szennyezés után 2000-ben végigjártuk az egész magyar Tisza-szakaszt, és többször gyűjtöttünk a Vajdaságban is. A taxonómiai problémák tisztázása céljából újra végigvizsgáltuk a tiszavirág valamennyi élethalakját, a tojáستól a kifejlett állatig. A régi rajzokat

felülvizsgáltuk, a teljes dokumentációt Murányi Dávid újrarajzolta, és a terepmunkában is nélkülözhetetlen segítséget nyújtott.

Felmértük a teleptípusokat, és több száz bagerezéssel a lárvateleptípusokra és az egyedsűrűségekre is igen sok új adatot nyertünk. Az új lárvasűrűségi adatok fényében újrabecsültük a kirepülő rovarok testében lokalizálódott szerves anyag, nitrogén és foszfor mennyiségét. Új vizsgálatsorozat indult a tiszavirág cianid- és nehézfém tűrőképeségének megállapítása céljából, valamint mérések vannak folyamatban a lárvák nehézfém-tartalmára (réz, ólom és cink) vonatkozóan. A toxikológiai és a taxonómiai-faunisztikai vizsgálataink eredményeit később részleteiben is publikáljuk. Az első meglepő és a vízügyi gyakorlat számára is hasznosítható eredményeinkről azonban már ebben a füzetben is számot adunk.

A tiszavirág (Palingenia longicauda) morfológiája

Az állatok leírásában főleg azokat a külső morfológiai bélyegeket említjük, melyek a rokon fajoktól való elkülönítésben nagyobb jelentőséggel bírnak. A morfológiai vizsgálatok nem terjednek ki a belső anatómiai jellegek elemzésére, melyeket már előzőleg a szakirodalom részletesen említ (pl. Landa, 1969). A különböző fejlődési alakok – tojás, lárv, szubimágó (csak a hímeknél), imágó – közül csak a lárvák 1, 2 és 3 éves formájának, valamint a szubimágónak és imágónak a megfigyelését végeztük el. Egyes testrészeket lerajzoltunk, hogy összehasonlítsuk a szakirodalomban fellelhető más illusztrációkkal, okulva a régebbi irodalomban fellelhető pontatlanságokból és az 1992-ben megjelent „Tiszavirág monográfia” néhány problémájából. Jelen munkában a lárvális és a kifejlett alakokat is újra illusztráltuk.

Hím imágó (2., 5. ábrák, címfotó) *leírása*: a szemek sötétszürkék, a pontszemek világosbarnák-fehéresek. A fejtető és a nyakszirt vörösesbarnák, az első koponyavarrat sötétten szegélyezett. A pofák és a fej alsó oldala fehéres vagy fehéressárga. A fejtok fehéres, a pedicellus (csápcsuklóíz) fehéres, széle barnás, a csápostor világosbarna. A szemek közti távolság akkora, mint a szem szélességének 1/3-a (3. ábra). Az előtor fehéres, az oldalain 1-1 kicsi barna folt van. A közép- és utótor sárgás. A potroh hátlemeze sárgás, közepén világosbarna folttal, a II–III. hátlemez világosbarna, közepén többé-kevésbé háromszög alakú barnás folttal, aminek két oldalán egy-egy ovális fehér folt van. A III–VIII. hátlemez hátsó széle sötétbarna. A IV–VIII. hátlemez barna, közepén sötétebb, 1 pár fehéres ovális folttal. A IX–X. hátlemez kevésbé sötétbarna. A potroh hasi oldala halványsárga-fehéres vagy világossárga, közepén végighúzódik egy áttetsző fehéres sáv, amin át elötünik a hosszanti idegköteg. Az oldallemezek gyűrtek, fehéresek, felülről is jól látszanak. A szárnyak egyszínű halványbarnaság, az ereket ugyanolyan színű. A szárnyakról készült rajzok összehasonlításakor szembeötlő, hogy más szerzők adatai

alapján az első szárnyak szegély és szegély alatti ere kb. középtől összeolvadni látszik [4.b)c] és d], míg saját megfigyeléseink szerint ezek világosan elkülönülnek [4a) ábra]. Az elülső lábak karmai különbözők. Az első lábaknál a comb-lábszár-lábfej arány 5:7:13. A középső lábak esetén ez az arány 3,5:4,4:2,6, míg a hátsó lábaknál 4,1:5,2:2,2. A fogók és a penis sárgás vagy fehéres; a fogók 7 ízesek, az első íz tövében feltűnő dudorral a belső oldalon (5.a–d. ábra). A 2–7. ízek nagyon kicsik. A penislebenyek kevésbé elállók, a belső szélén S-kanyarral: csúcsának háti oldalán barnás színű ki dudor látható. A két cercus fehéres vagy sárgás, sokízü, ízenként körkörösén szőrözve. A szőrök hossza kb. akkora, mint 1–1 szegmenté. A cercusok hossza 70–80 mm. A filum terminale kb. 1 mm hosszú, 6–8 ízből áll, szőrözése a cercusokéhoz hasonló (2. ábra).

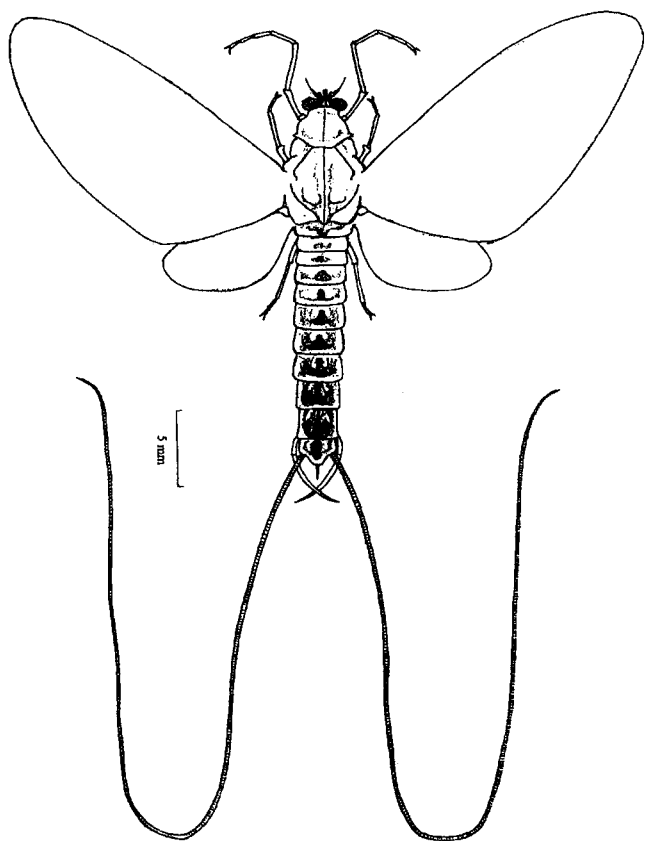
Nőstények [5e) és 6. ábrák]: a szemek feketék, a pontszemek világosbarnák-fehéres. A fejtető fekete, a nyakszirt haloványabb. A csáp sötétsárgás. Az előtor világosbarna, középen nehezen észrevehető, kissé sötétebb, kiterjedt folttal. A közép- és utótor barnás. A potroh háta barnás vagy világosbarna, a III–IV. hát lemezen ovális, kiterjedt fehéres foltok vannak. A potroh hasi oldala fehéres sárga – többiben hasonlatos a hímekhez. A szárnyak kissé áttetszőbbek, mint a hímeknél, szürkés színűek. A lábak sárgásbarnák. Az elülső lábak megrövidültek: a lábfej felével rövidebb, mint a lábszár. A hátulsó és középső lábak combjának alapján nehezen látható kiterjedt foltok vannak. A cercusok rövidebbek, mint a hímeknél, kb. 50–65 mm.

Tojások (7. ábra): Lapított, diszkosz alakúak. Hosszuk: 240 µm. Magasságuk 100–120 µm. A chorion vékony és áttetsző. A nőstényekben a tojások száma 7 és 8 ezer között változott. 10 ezres tojásszámot (Sartori és Landolt 1996) mi soha nem számoltunk.

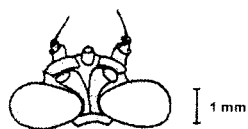
Szubimágó (8–9. ábrák, fotó): Érdekes, hogy szubimágó stádiuma csak a hímeknek van. A szemek sötétszürkék, a pontszemek halványabbak. A fejtető és a nyakszirt barnás. A potroh háta sárgásbarna, középen sötétbarna mintás. A potroh hasi oldala sárgásfehér. A szárnyak egy kissé sötétebbek, mint a kifejlett hímeké. A lábak fehéres. A két cercus kb. olyan hosszú a testhez viszonyítva, mint az imágóé. A fogók első ízének tövén a belső oldalon a dudor kevésbé kifejezett, és az utolsó potrohszelvény hasi oldala tagoltabb, mint a kifejlett hímé.

Összességében nagyon hasonlít az imágóra, első ránézésre nem könnyű megkülönböztetni őket. Csak a színek fakóbbak – kivéve a szárnyakat – az elülső lábak és a fartoldalékok rövidebbek.

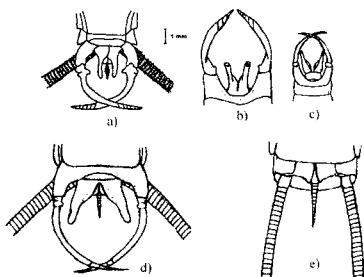
Kifejlett lárva (10–14. ábrák, fotó): a feje sárga, a szemei feketék. A pontszemek fehéres, sötétben szegélyezettek. A csápok sárgásak, serte nélküliek. A fejtető és a homlok a pontszemek közt sötétbarna. A fejpajzs (clipeus) 4-5 foggal. Az elülső koponya varrat barnás. A pofák 1-2 fogpárral, gyéren szőrözöttek. Az előtor világossárgás, oldalsó helyzetű sertesorokkal. A közép- és utótor hátlemeze egyszínű sárgás. A potroh I. és II. hátlemeze sárgás, a III. és IV. közepén világosbarna hintéssel, az V–VII. hátlemez barna, egy pár kiterjedt folttal. A VIII–X. hátlemez egy pár rövid, széttartó csíkkal az elülső szélén. A hátlemezek oldala halványsárga. A test hasi oldala fehéressárga, mintázat nélkül. A felső ajak kerek, széli szőrsorral. A rágók(mandibula) erősek, felülről is feltűnők, 6-7 erős foggal a külső szélén (11. ábra). Az állkapcsok (maxilla) pontozottak, erősen szőrözöttek és csúcsuknál két gyenge fog van. Az állkapcsi tapogatók 3 ízűek, a 2. és 3. íz két szőr csoporttal az oldalán. A nyelv (glossa) keskeny, egyharmadnyival rövidebb a fióknyelvnél (paraglossa). Az ajaktapogató 2 ízű: az első keskeny, háromszor olyan



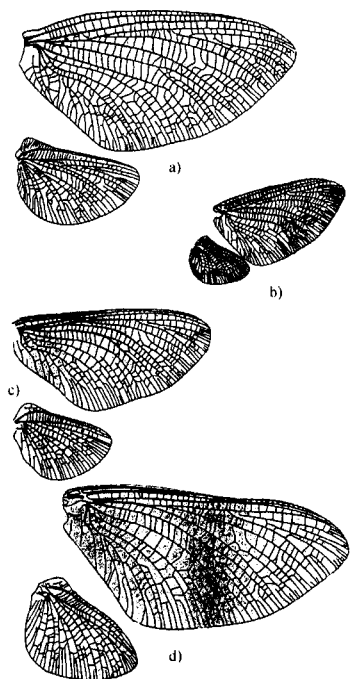
2. ábra: Tiszavirág hím habitusrajza



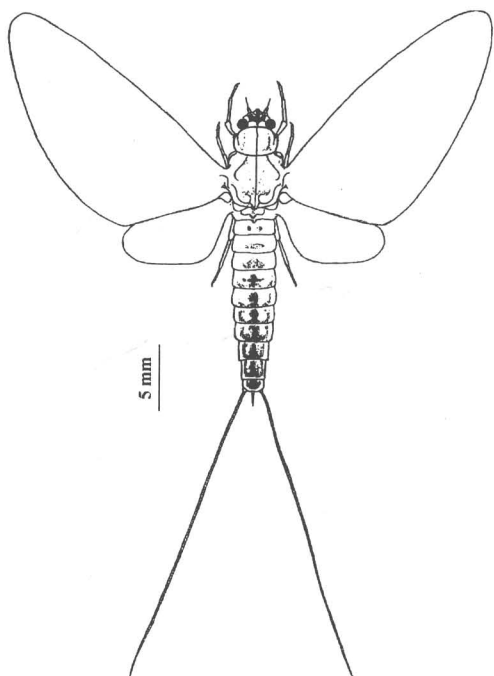
3. ábra: Tiszavirág feje



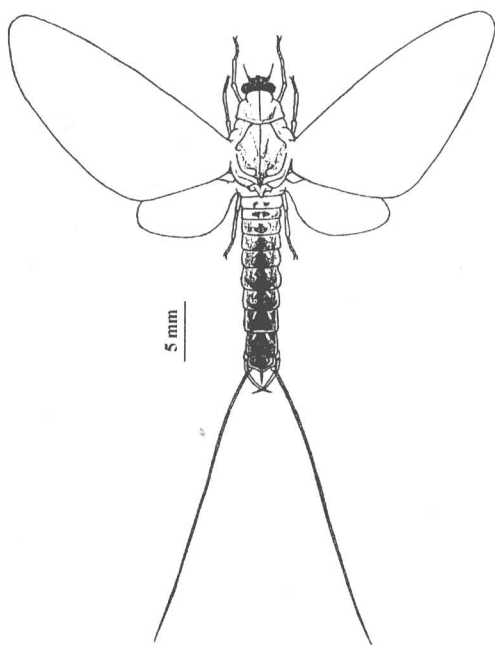
5. ábra: Tiszavirág kifejlett rovar potrohvégek: a)–d) hímek; e) nőstény; a)–d)–e) eredeti; b) Landa nyomán; c) Schoenemund nyomán



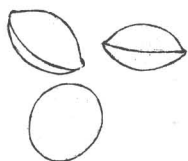
4. ábra: Tiszavirág szárnyak: a) eredeti; b) Schoenemund nyomán; c) Landa nyomán; d) Bogoescu nyomán



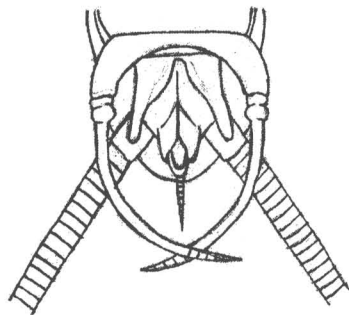
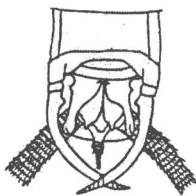
6. ábra: Tiszavirág nőstény habitusrajz



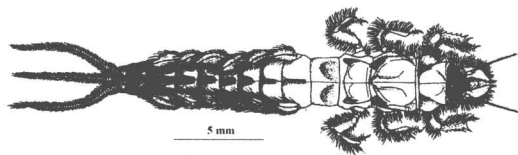
8. Ábra: Hím szubimágó



7. ábra: Tiszavirág tojások



9. ábra: Hím szubimágó potrohvége



10. ábra: Tiszavirág lárva

hosszú, mint széles, a 2. íz golfütő alakú, hát–hasi irányban lapított, a szélén szőrözéssel. Az elülső lábszár olyan széles, mint a comb, 9–10 erős foggal (12. ábra). A lábszár háti oldalán 1 haránt irányú és 2 hosszanti szőrsorral. A lábfej rövid, hosszanti gerinccel, tüskékkel fedve. A karmok kissé hajlók, fogak nélkül. A középső lábak comb (femur) és lábszár (tibia) része egyenlő hosszú. A femur kétszer szélesebb, mint a tibia: az utóbbi csak egy tüskecsoporttal, a második hiányzik vagy kezdetleges. Az első kopoltyú redukált, szélső rojtok és pigmentáció nélkül. A 2–7. kopoltyú első és hátsó ága jól fejlett, szélén rojtokkal (13. ábra). A 2. kopoltyú hátsó ága tompán pontozott. a 7. kopoltyú hátsó ága olyan hosszú, mint az első. A 2–7. kopoltyú mindkét ága fehéres, közepükön barnás trachea* húzódik végig. A cercusok fehéressárgák, oldalsó szőrözéssel, a belső oldalon ritkábban, a külső oldalon sűrűbben, a filum terminale mindkét oldalán egyenlő sűrűségben, a háti és hasi oldalon pedig nagyon ritkán fedett sertékkal (14. ábra).

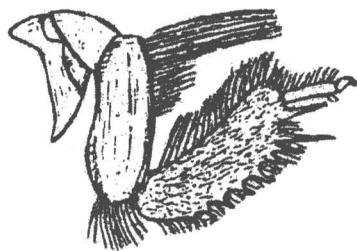
A rágók és az ivarszervek fejlődését az 1, 2 és 3 éves lárvalakokon vizsgáltuk. A rágók összehasonlításakor mindjárt feltűnik, hogy az 1 éves lárván sokkal több, kb. 14–16 fog található, és ezek gyengén fejlettek, egy részük inkább csak mint dudor látható (11. ábra). A 2 és 3 éves lárvák rágóin kb. feleannyi, 6–8 erőteljes, hegyes fog van. A két rágó szinte egyforma, csak méretben van kicsi különbség (11. ábra). Ez azt jelenti, hogy ebben a korban az alakváltozásnak már nincs jelentősége, és ez bizonyosan összefügg a táplálék minőségének változásával is.

A hím potroh végét szemlélve már 1 éves kortól világosan elkülöníthetők az ivarlebenyek és a fogók (14. ábra). Ezek az elsőéves lárván teljesen csupaszok, míg a másik kettőnél a fogók is, a potroh hasi oldalának többi része is szőrözött. A két cercus és a filum terminale zömmel kétoldali szőrözöttsége egészen megváltozik, az imágónál körkörösre lesz, és a serték hossza erősen redukálódik. Látható, hogy a filum terminale visszafejlődik az utolsó két alaknál (14. ábra). Ennek előzményeként már a 3 éves lárvánál jól látható, hogy sokkal vékonyabb a két cercushoz képest [10c) ábra]. Az utolsó potrohszelvény hasi oldalának tagoltsága és a fogók tövében lévő dudorok mérete alapján a szubimágó és az imágó világosan elkülöníthető (2., 8–9. ábrák).

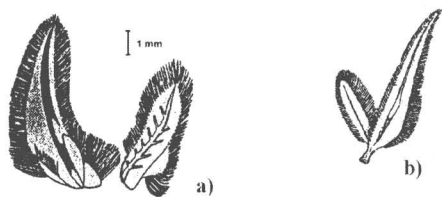
Sokakat foglalkoztatott már a kérdés, hogy milyen érzékszervek játszanak döntő szerepet a nemek közti tájékozódásban és kapcsolatteremtésben. Fink–Andrikovics (1997) egy érdekes lehetőséget említenek. Az első és hátsó szárnyak elülső ereinek háti és hasi oldalán egy igen jelentősnek vélt mikroszkópos struktúrát fedeztek fel (15. ábra). Hímeknél ezek száma és mérete nagyobb, mint a nőstényeknél, utóbbiakon elenyésző a számuk. A kutatók számára ez a megfigyelés azt sugallja, hogy ezek a receptorok meghatározók lehetnek a nőstények megtalálásában, a különös repülési módjukban, valamint azt is feltételezi, hogy a vízfelszínnel való kapcsolatban is jelentőséggel bírnak, azaz hidroreceptorok is lehetnek. Ezzel szemben azt is hangsúlyozzák, hogy a pataklakó kérészekhez hasonlóan a tiszavirág vízdetektálása is a fénypolarizáció alapján történik (Kriska et al. 1998).



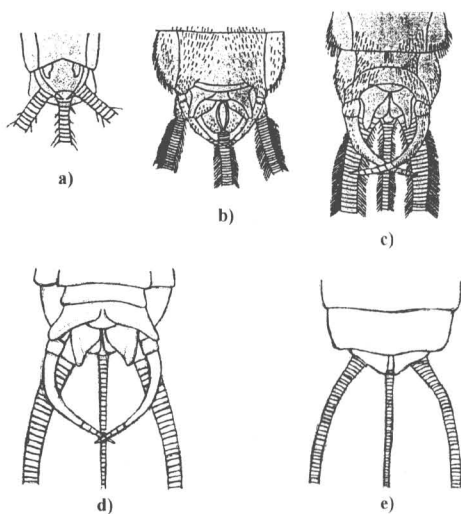
11. ábra: Tiszavirág rágó rajzok



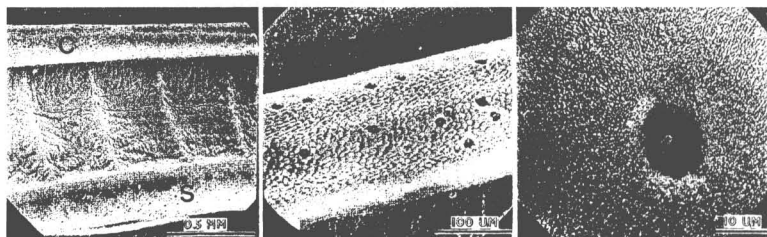
12. Ábra: A lárva elülső lába



13. ábra: A lárva elülső kopoltyúja, a) eredeti; b) Schoenemund nyomán



14. ábra: Tiszavirág lárva potrohvégek, a) egyéves hím lárva; b) kétéves hím lárva; c)-d) kifejlett hím lárva; e) kifejlett nőstény lárva



15. ábra: Feltételezett hidroreceptorok a Palingenia fuliginosa elülső szárnyán

A kérészek (Ephemeroptera) és a tiszavirág (Palingenia longicauda) rendszertani helyéről

A kérészek (Ephemeroptera) és közöttük a tiszavirág rendszertani helyét és törzsfajlását többen többféle módszerrel igyekeztek feltárni. Ennek áttekintéséhez az eddig megjelent jelentősebb eredményeket a következőképpen összegezhetjük.

A milliós fajszerű rovarok adaptív radiációjuk* csúcsát a szárazföldön érték el, és innen hódították meg a kontinentális belvizeket.

A rovarok nagyfokú és napjainkig is tartó expanziószerű radiációja feltehetőleg összefügg az állatmegporzású zárvatermők megjelenésével, továbbá azzal, hogy a szárazulatokon az izolációs lehetőségek és az ökológiai nichek száma jóval nagyobb, mint a tengeri élettérben. Ilyen különleges niche az édesvizek bentikus régiója is. A rovarok legősibb maradványai a skóciai Rhynia őslápból kerültek elő. Ezek a szárnyatlan rovarok a földtörténet őskorának devon korszakában, mintegy 250 millió évvel ezelőtt éltek. A kérészek a felső karbon, a szitakötők a felső jura, az álkérészek a perm korszakban alakultak ki. A vízipoloskák, vízfátyolkák (Megaloptera, Sysiridae) és vízi Neuropterák a perm-től ismertek. A feltűnően sikeres teljes átalakulással (holometabolia) fejlődő rovaroknak csak későbbi leleteik vannak. A kétszárnyúak és a bogarak a triász-tól ismertek. A hártýásszárnyúak, amelyeknek mindössze néhány parazita vízi fajuk van, ugyancsak a triászban tűntek fel. A vízirovarrendek földtörténeti korok szerinti megjelenését a 1. táblázat mutatja be.

Az élet a tengerben keletkezett. Innen származik az Arthropoda törzs is. Az Insecta osztály ment át a legnagyobb adaptív radiáción, s meghódította először a szárazföldet, a kontinenseket, majd később az édesvizeket is. Ross szerint az ős egy Myriopoda jellegű élőlény, amely a jura kori mocsarakban élt. (Néhányan a hetvenes években az édesvízi ősről is beszélnek.) Az Odonata és Ephemeroptera rendekbe hemimetabol* rovarok tartoznak, vízi lárvákkal. A Plecopterák karbonkori orthopteroid ősektől eredeztethetők. Az édesvizek kolonizációja mellett a lárvák alkalmazkodási, túlélési stratégiája határozta meg az egyes édesvizekben élő taxonok geológiai korokban való elterjedését. A rovarokról viszonylag kevés fosszília* maradt fenn, de a kladisztika*, a numerikus taxonómia* és a klasszikus evolúciós módszer együttesen megadja a bizonyítékokat az evolúciós folyamatok megismeréséhez a vízirovarok körében is.

Az Ephemeroptera rendről elég kevés fosszília ismert. A kérészeket „repülő Thysanuráknak” tartják. Majdnem biztos, hogy lepismatoid ősektől eredeztethetők, ezekhez hasonlóan a lárváknak itt is 3 farokfüggelékük van.

Az újabb kladisztikus rendszerezés alapján a kérészeket mint ősi csoportot az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe, ezen belül a hatlábúak (Hexapoda) altörzsébe és a rovarok (Insecta) osztályába soroljuk. A több mint 70 évvel ezelőtt felfedezett Paleoptera* rendcsoport tagjaként a szitakötők testvércsoportját alkotják (Soldán 1997 és Wilman 1997).

Az első szerzők a Neuroptera-szerű rovarcsoport részeként tartották számon az Ephemeropterákat, főleg a szárnyerezet és egyéb biológiai vonások alapján. Néhányan az első rendszerezők közül egy mesterséges csoportba, a Pseudoneuropterák közé sorolták őket.

A legkorábbi komoly kísérlet az Ephemeroptera csoport osztályozására Eaton nevéhez fűződik (1883 – 1888). A régebbi szerzők a kérészeket csak mint családot emlegették. Eaton felosztotta ezt az egyetlen családot (Ephemeridae) 3 csoportba, amelyek 9 szériát és 14 szekciót tartalmaznak. Néhány szekciót pedig alszekciókra bontott.

I. csoport: 1. szekció – Palingenia, 2. szekció – Ephoron (mint Polymiarceus), 3. szekció – Ephemera.

II. csoport: 4. szekció – Potamanthus, 5. szekció – Leptophlebia, 6. szekció Ephemerella, 7. szekció – Caenis, 8. szekció – Prosopistoma, 9. szekció – Baetis.

III. csoport: 10. szekció – Siphonurus (mint Siphonurus), 11. szekció – Baetisca (adult), 12. szekció – fenntartva a még ismeretlen Baetisca lárváknak, 13. szekció – Atopopus, 14. szekció – Ecdyonurus (mint Ecdyurus).

Eaton szekciói igen jelentős előrelépést jelentettek a kérészek osztályozásában. Felosztása tükrözi az egyes csoportok közti filogenetikai rokonságot, amelyet ma is elfogadnak. A szekciók közül néhányat ma mint családot kezelnek (pl. 10. szekció – Siphonuridae, 14. szekció – Heptageniidae stb.), vagy mint öregcsaládot* (pl. az I. csoport sok tekintetben hasonlít az Ephemeroidea öregcsaládra). Ez az osztályozás alapját képezi a későbbi rendszereknek.

A következő jelentős munka Banks-től (1900) való. A szerző 7 tribuszra* osztotta az Ephemeridae családot:

Baetiscini, Polymitarcini, Leptophlebini, Siphurini, Ephemerini, Baetini és Caenini. Ezek a csoportok jórészt egyeznek a modern családokkal, de az Eaton-féle szekciókra is hasonlítanak.

Needham (1901) a korábbi Ephemeridae-t 3 családra osztotta: Ephemeridae, Heptageniidae, Baetidae. Needham és munkatársai (1935) később újraírták rendszerüket, de lényegében változtatások nélkül, habár rendelkezésre álltak viszonylag progresszív rendszerek Klapálektől (1909), Ulmertől (1920) és Schoenemundtól (1930).

Klapálek (1909) már 10 családot körvonalazott: Palingeniidae, Polymitarcyidae, Ephemeridae, Potamanthidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Caenidae, Baetidae, Siphonuridae és az Ecdyonuridae. Ő volt az első szerző, aki önálló rovarrendként elkülönítette a kérészeket a korábbi heterogén és ideiglenes, „Pseudoneuropterának” nevezett csoporttól.

Ulmer (1920) alrendeket is szerkesztett rendszerébe: Ephemeroidae, Baetoidae, Heptagenoidea. Ezek – az első alrend kivételével, ami hasonló a mai öregcsaládhoz – parafiletikus eredetűek. A 2. és 3. alrend a ma elfogadott alrendek, a Pannota* és Schistonota* egyfajta keverékét tartalmazza. (A Pannota a kezdetlegesebb, a Schistonota fejlettebb csoport.)

Edmunds és Traver (1954) nagy mennyiségű anyag vizsgálata alapján olyan új rendszert javasolt, ami 5 öregcsaládból és 19 családból áll. Ennek felhasználásával Edmunds (1962) közölt filogenetikai diagramot (16. ábra).

Demoulin (1958) rendszere magában foglalt minden ismert fosszilis taxont is, a későbbi családok pedig azonosak voltak az Edmunds és Traver (1854) által vázoltakkal, kivéve az újonnan elfogadott monotipikus* családot, az Ichtyobaetidae-t, melyet eredetileg az Ephemeridae csoport tartalmazott. Későbbi szerzők viszont nem fogadták el ezt a családot. Az Ephemeroidea öregcsaládot 2 részre osztotta, melyeket újabban elfogadtak, a másik lett a Palingenioidea, ami a Behningiidae és Palingeniidae családokat tartalmazza. Később (1970) rendszerében a fosszilis és recens fajokat két alrendbe [Protephemeroptera* és Plecoptera* – ezek megfelelnek a Demoulin (1985) által közölteknek], 11 öregcsaládba és 32 családba sorolta. A fosszilis taxonok rendszere többnyire megegyezik a Demoulin (1958) csoportjaival.

Landa (1969) a kérészek rendjét 4 öregcsaládra és 20 családra osztotta. Ez a rendszer a lárvák légcsőrendszerének részletes vizsgálatán alapult. Az Arthropleidae és Isochnychiidae családok többnyire a korábbi rendszerek alcsaládjának feleltek meg. A Siphonuroidea és Heptagenioidea öregcsaládok megfelelnek az Edmunds és Traver-féle (1954) Siphonuroideának, a Leptophlebioidea, Caenoidea és Prosopistomatoidea csoportoknak.

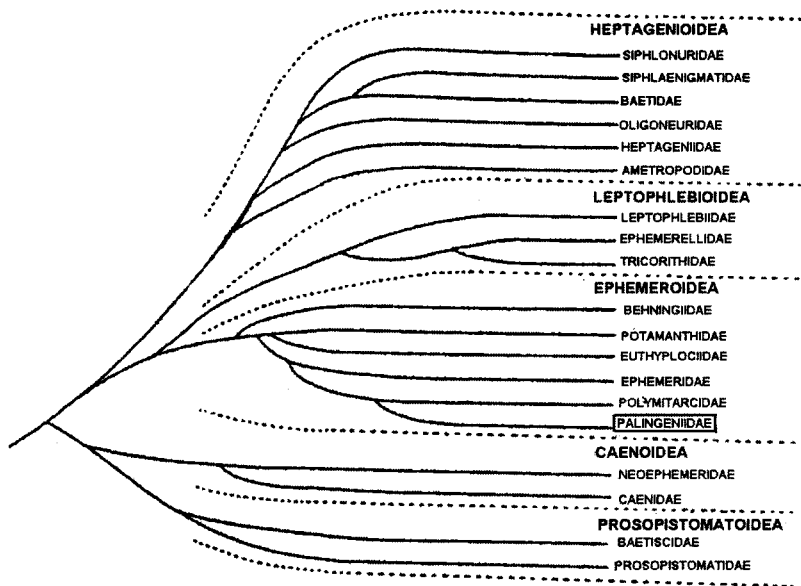
Koss (1970) taxonómiai vizsgálataiban a tojások jelentőségét igyekezett feltárni. Az általa készített törzsfát a 17. ábra mutatja.

Riek (1973) rendszere a lárvák és imágók külső morfológiai bélyegein alapszik. A lárvák kopolyájának felépítése, a testforma, a farokfüggelékek szőrözése és az adult (ki-fejlett) egyedek szárnyerezete volt vizsgálatainak fő tárgya. Osztályozása magába foglalta az összes taxont, kivéve a Polymitarcyidae, Euthyplociidae, Potamanthidae és Palingeniidae csoportokat.

A modernebb rendszerek közt van McCafferty és Edmunds (1979) munkája. Ők két alrendre osztották az Ephemeropterákat, a lárvális mesonotum, a szárnytok és más bélyegek alapján. A Schistonota alrendet (3 öregcsalád) a lárva szabad szárnytokja és a kevésbé specializálódott kopolyája szerint képezték, míg a Pannota alrend (3 öregcsalád) tagjainál a feltűnő háti összenövést és a kopolyúk nyaggyfokú módosulását mutatták ki. A közös őst, az ancestor formát egy Siphonurid alakban jelölték meg.

Landa és Soldán (1985) a Heptagenioidea és Baetoidea öregcsaládokat különválasztották, és a korábbi Prosopistomatoidea és Caenoidea csoportokat egyesítették az utóbbi néven. Rendszerük 3 alrendet (Protephemeroptera, Schistonota, Pannota), 11 öregcsaládot, 32 családot, 54 alcsaládot és 302 nemzetséget tartalmaz. Itt a Palingeniidae család a Schistonota alrend Ephemeroidea öregcsaládjának tagja (18. ábra). Az ősi (plesiomorf) és az előremutató (apomorf) jellegeket széleskörű összehasonlító anatómiai vizsgálatokkal mutatták ki (idegrendszer, trachearendszer, emésztőcsatorna, Malpighi-edények*, belső ivarszervek elemzése).

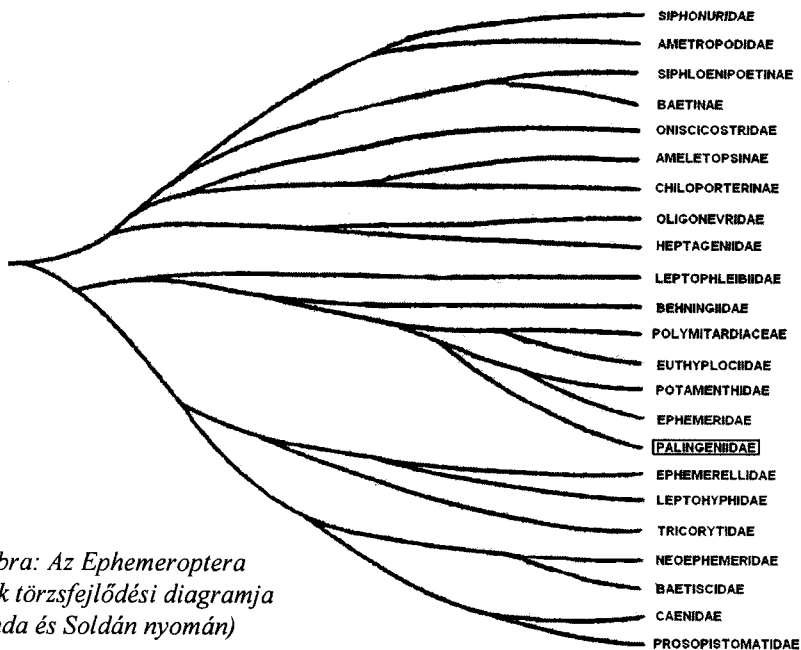
Az egyik legújabb kladisztikus osztályozási munka Tomka és Elpers (1991) nevéhez fűződik. Ők – az előző szerzőkhöz hasonlóan – mind az imágók, mind a lárvák körében összehasonlító anatómiai kutatásokat végeztek, néhány esetben pedig a peték vizsgálatával is kiegészítették eredményeiket (19. ábra). Az orosz Kluge rendszere különösen a Heptageniidae és Baetidae családokra vonatkozóan közöl érdekes, új elemeket. Az Ephemeroidea főcsaládból pedig a Neoephemeridae, Caenidae, Ephemerellidae, Tricorythidae



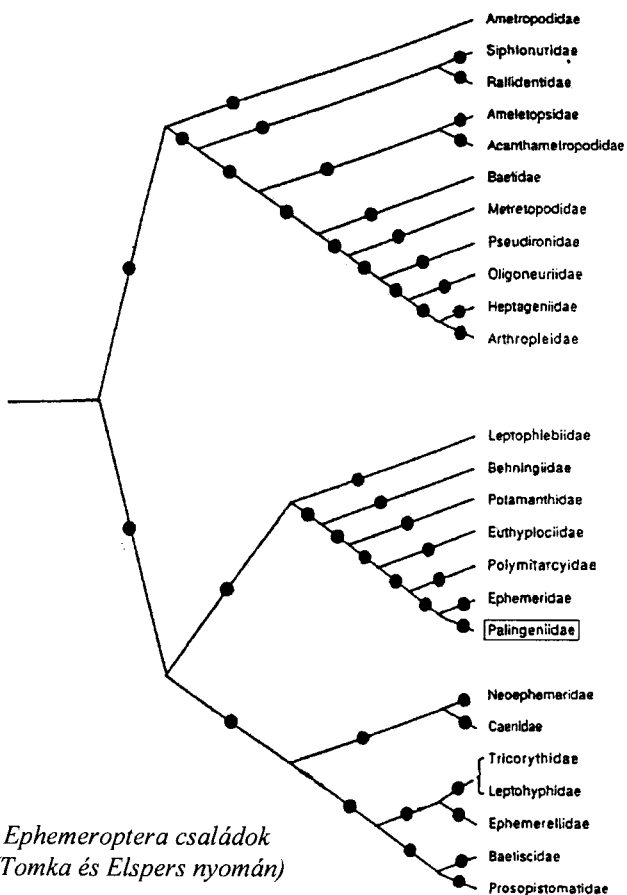
16. ábra: Palingeniidae család helye a kérészek törzsfáján (Edmunds nyomán)



17. ábra: Az Ephemeroptera családok törzsfája (Koss nyomán)



18. ábra: Az Ephemeroptera családok törzsfajlódási diagramja (Landa és Soldán nyomán)

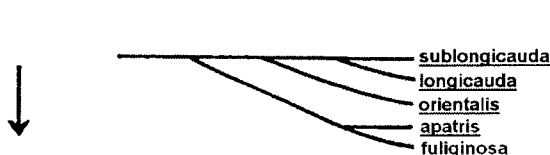


19. ábra: Az Ephemeroptera családok kladogramja (Tomka és Elspers nyomán)

és a Leptophlebiidae családokat a Furcatergalia infraorderbe sorolta át (Kluge et al. 1994, Kluge 1997).

A közölt eredmények alapján jól látszik, hogy a Palingeniidae család a kérészek rendjén belül későn jelent meg, vagyis jól fejlett, differenciált csoportról van szó. Egyfajta kettősség jellemzi tehát a tiszavirág rokonait. Míg a kérészek az evolúció során a rovarok között igen hamar differenciálódtak, addig a tiszavirág jellegű, ásó típusú taxonok már sok későbbben differenciálódtak, specializált apomorf bélyeget mutatnak. Az evolúciós történetük feltehetőleg a mintegy 100 ezer évvel ezelőtti, a pleisztocén korban kialakuló, Tiszához hasonló folyókban játszódhatott le.

A Palingenia genus kladisztikus törzsfáját Soldán (1978) állította össze (20. ábra). A Jacob által leírt faj, a *P. anatolica* viszont nem szerepel Soldán cikkében. Lehet, hogy akkor még nem jutott el hozzá Jacob közlése. Feltűnő ugyanis, hogy Soldán 1 libériai, 2 iráni, 3 európai és volt szovjetunióbeli fajt jelez (a *P. fuliginosa* Iránban és Európában is előfordul), törökországi fajról és lelőhelyéről viszont nem szól. Emellett a legvalószínűbb viszont az, hogy a többi szerző sem fogadta el új fajnak, ugyanis későbbi cikkekben sem szerepel ez a név.



20. ábra: *Palingenia* genusz törzsfája



21. ábra: *Palingenia* hím ivarlebenyek

A *Palingenia* nemzetség 5 fájának elkülönítésére Soldán (1978) határozókulcsait használhatjuk.

A hímek alapján:

- 1(4) Az ivarlebenyek párhuzamosak vagy közép felé hajlók, a csúcson kerek kidudorodás nélkül (21. ábrák). A cercusok barnásak vagy sötétsárgák.
- 2(3) Az ivarlebenyek párhuzamosak vagy nagyon gyengén közép felé hajlók. A szárnyakon nincsenek nehezen látható világos foltok. A lábfejek fehérek. A potroh hátoldala világosbarna, nehezen látható világos foltokkal. A tarsusok fehérek. A potroh hátoldala világosbarna (Liberia). – *P. apatris* Demoulin, 1965.
- 3(2) Az ivarlebenyek feltűnően befelé hajlanak (21. ábra). Az elülső szárnyak külső felén alig feltűnő, világos foltok vannak. A lábfejek barnásak vagy rozsdabarnák. A potroh hátoldala fekete. (Oroszország, Irán, Szlovákia) – *P. fuliginosa* Georgi, 1802.

4(1) Az ivarlebenyek elállók, a végükön kis kerek dudorral (21. ábra). A cercusok fehéresek vagy sárgásak.

5(6) Az ivarlebenyek nem összetartók, a belső szélük egyenes. A potroh hátoldala foltok nélkül, a IX-X. hátlemez sötétebb (Irán). – *P. orientalis* Chorpa, 1927.

6(5) Az ivarlebenyek nem összetartók, a belső szélük S-kanyarral. A potroh hátoldalán világos foltok, a IX–X. hátlemez világosabb.

7(8) A szemek közti távolság kb. $\frac{1}{3}$ -a a szemek szélességének (3. ábra). A ivarlebenyek rövidebbek (hossz: szélesség aránya 12:5) (5. és 21. ábrák). A potroh hátoldala barna, sápadt foltokkal. Az első lábakon a tibia: tarsus aránya 7:13. (Duna-medence, Vardar folyó)-*P. longicauda* Olivier, 1791.

8(7) A szemek közti távolság kb. fele a szem szélességének. Az ivarlebenyek hosszabbak (hossz: szélesség arány 14:5) (21. ábra). A potroh hátoldala ködös barnás, kiterjedt foltokkal. Az első lábak tibia: tarsus aránya 7:12 (Oroszország). – *P. sublongicauda* Tshernova, 1949.

A kifejlett lárvák:

1(2) A 7. pár kopoltyú hátulsó villája egyértelműen rövidebb, mint az első. A középső lábak tibiái két rendszeren fejlett tüskecsoporttal. A potroh hátoldala fakóbb barnás foltokkal és kiterjedt sápadt foltokkal. (Oroszország) – *P. sublongicauda* Tshernova, 1949.

2(1) A 7. pár kopoltyú elülső és hátulsó villája egyforma hosszú. A középső lábak tibiája csak egy rendszeren fejlett tüskecsoporttal. A potroh hátoldala fényes mintázattal.

3(4) A potroh hátoldala fekete, V alakú világos foltokkal. A közép- és utótor közepén feltűnő fekete csík látható. A 2–6. kopoltyúk hátsó villái kerekdedek. (Oroszország, Irán, Szlovákia) – *P. fuliginosa* Georgi, 1802.

4(3) A potroh hátoldala barna vagy sárgásbarna, kerek, világos foltokkal. A közép- és utótor egyszínű, csík nélküli. A 2–6. kopoltyúk hátsó villája kerekded vagy tompán csúcsos (Duna-medence, Vardar folyó). – *P. longicauda* Oliviers, 1791.

Magyarországi és más európai lelőhelyek adatai

Mielőtt a lelőhelyek adatait elemeznénk, áttekintjük, milyen tényezők befolyásolják általában a kérészek elterjedését.

A földrajzi eloszlásban fő szerepe az elterjedésnek és a kontinensvándorlásnak volt. Az utóbbi hatása abban mutatkozik, hogy a Palearktisz* és Nearktisz* kérészfaunája meglehetősen távoli leszármazási kapcsolatban áll egymással, ugyanis a Kelet- és Nyugat-Laurázsia* közt megjelenő tengerszoros elterjedési akadályt jelentett számukra.

A másik tényező a – kontinensvándorlással is összefüggő – glaciálisok kora volt. Az őshonos harmadidőszaki kérészfauna valószínűleg teljes eltűnése a Palearktisz területéről főleg a negyedidőszaki eljegesedések következménye. A fő hegységrendszerek Euráziában nagyjából nyugat–kelet irányúak, a kevésbé mozgékony rovarok – mint a kérészek is – délebbre vonulását akadályozták. Ugyanez a jelenség nem található meg a Nearktiszban, ahol az észak–déli faunavándorlást nem akadályozták a hegyláncok, ezért pl. „felső- ausztrál” és „alsó-boreális” fajok is találhatók az USA-ban (Edmunds et al. 1976). A körülményeket figyelembe véve, sem a Kárpátokban, sem a Pannon-síkságon nem várhatjuk tehát, hogy harmadkori reliktum fajokat találjunk.

A paleobiotópok változása is oka lehetett a harmadkori és mezozoikumi fajok hanyatlásának: a zárwatermők tekintélyes fejlődésével együtt járt, hogy a lehullatott lombozat a vizekben erős eutrofizációt* okozhatott (Sinitchenkova, 1984).

A földtörténeti tényezőkön túl a legfontosabb speciális okok közé tartozik, hogy a kérészek rendje filogenetikailag ősi csoport. Jelenleg az általános hanyatlás szakaszában van. A Perm időszakban élő rovarfajoknak már csak 3,5%-át tették ki a kérészek, a Mezozoikumban már csak 3%-át, a Harmadkorban 0,3%-át, és a mai korban mindössze 0,095% az arányuk (Carpenter, 1930). Ökológiai alkalmazkodóképességük is rögzített és rugalmatlan. Ez nyilvánul meg a hosszú egyedfejlődésükben, ami 3 év is lehet (pl. *Palingenia*), és a viszonylag szűk ökológiai valenciában is. Jellemző az is, hogy nehezen alkalmazkodnak az élőhelyek változásaihoz, alig hatolnak be vízfolyások és állóvizek olyan biocönózisába, ahol gyakorlatilag nincsenek üres niche-k (Landa, 1969). Ha elő is fordul üres niche, azt gyorsan elfoglalják a könnyen terjeszkedő fajok, kérészek csak ritkán töltenek be üres tereket.

A vízirovarok kolonizációs hajlama általában kicsi, mivel terjedésük gyakorlatilag csak a víz (Ross és munkatársai, 1967; Lehmkuhl, 1980) és a levegő segítségével történhet. A kérészek vagilitása ezen belül is elenyésző, lényegében csak 3 fő lehetőségre korlátozódik: a lárvák folyásirányú és igen kis mértékben folyással ellentétes irányú mozgására (Waters, 1972; Hynes, 1970 és mások), és a kifejlett nőstények folyással szembeni kompenzációs repülésére (Russev, 1973), valamint a légáramlatokkal való passzív eloszlásra, ami teljesen a véletlentől függ (Edmunds, 1972).

Landa és Soldán (1985) az Ephemeroptera-fajok elterjedése alapján vázolja fel azok földrajzi eredetét. Az eloszlást tekintve 8 egységet jelöl ki: holarktikus, palearktikus, eurázsiai, európai, észak-közép-európai, dél-közép-európai, közép-európai és néhány közép-európai régióban található endemikus fajok. A tiszavirág (*Palingenia longicauda*) a dél-közép-európai fajok közt szerepel: ez a csoport mediterrán eredetű. A következő

felsorolásból arra kapunk felvilágosítást, hogy mely területekről ismertük a tiszavirágot, és hol található jelenleg. Russev (1987) megemlíti, hogy a tiszavirág 1974 óta kihaltnak tekinthető a Duna bolgár szakaszáról.

Az európai lelőhelyekről viszonylag sok adat gyűlt össze.

Hollandia: a Waal (Rajna), Maas, Lek, Ijssel folyókból és néhány mellékfolyóból említi Clutius (1634), Swammerdan (1737, 1752), Selys Longchamps (1888) és Lauterborn (1918) jelezte.

Belgium: Lestage (1923) 50 évvel azelőttől említi Diest mellől a Demer folyóból.

Franciaország: a Meuse folyóból Latrellie (1806), Cette mellől Lestage (1922) és Hagen (1888) jelezte.

Csehország: a Morvából Ortway (1902), a Morva alsó folyásáról Zavrel (1934), a Morvából Hodoninnál Zavrel (1905) és Samal (1935),

Szlovákia: Bodrog és Rovna – Mocsáry S. (1875), a Dunából Pozsony mellől Ortway (1902), Brtek és Rothschein (1964) a Dunából Komáromnál, a Bodrogból és mellékfolyójából az Ungból, a Laborcból és Latoricából, Rothschein (1959), Soldán (1978) a Bodrogból és Tiszából említi.

Németország: az Odera és néhány mellékfolyója – Triepke (1840), Lippe (a Rajna jobb mellékfolyója) – Cornelius (1848), valamint a Prussia – Hagen (1859).

A volt Szovjetunió (Moldávia): Sambor városánál a Dnyesztertől Dziedzielwicz (1867), még a Dnyeszterből Kinel, Krasucki, Noskiewicz (1927), Mikulskii (1936), Motas és Bacescu (1973) 18 km-re keletre Kisinyovtól (a Dnyeszter kis mellékfolyója), Markovkii (1955) és Olivari (1961) a Duna Kilián-ágából mutatták ki.

Románia: Mocsáry S. (1875) – a Dunából Vaskapunál (Orsova), Motas (1936) – ugyancsak a Dunából (Vaskapu környékéről), Bacescu (1943) – Duna, Prut, Maros Olt folyókból, Bogoescu (1958) – Duna-deltából, Calarasi és Olteanu a Dunából, Busnita, Enaceanu és Brezeanu (1961) – Agres, Busnita, Brezeanu és Prunescu – Árion (1961) az Oltból és Dunából, Brezeanu és Prunescu – Arion (1962), a Duna Szent György ágából, Prunescu – Arion, Elian és Baltac (1965) Braila városa mellől a Duna Macin ágából, Enaceanu (1967) – Dunából és az elárasztott területekről, Bogoescu és Tabacaru (1969) a Duna-deltából jelezték.

Lengyelország: a Visztulából és néhány mellékfolyójából jelezte Ulmer (1927).

Bulgária: Buresh (1936) – az Iska folyóból Svogenál, Russev (1956 és 1966) – a Duna bolgár szakaszán és a Marica folyóból jelezte.

Macedónia: A Vardar folyóból Ikonov (1958), 15 km-re Skopjétől délre közölte.

Jugoszlávia: Az egykori magyar Délvidéken (jelenleg Vajdaság) emberemlékezet óta ismerik. Régi-új lelőhelyei ebben a munkában megtalálhatók.

Magyarország: Marsigli (1726), Gorové (1819), Mocsáry S. (1875), Mocsáry A. (1900), Unger (1927), Pongrácz (1933), Csongor és Móczár (1954), Beretzk és munkatársai (1957), a Tiszából jelezték, Csoknya és Ferencz (1972) a Tisza 170–171,5 fkm-éről, Ferencz, Csoknya, Halasy (1973) a Tisza 166,5 fkm-éről, Csoknya és Ferencz (1974) és Csoknya és Halasy (1975) a Tisza 165 fkm-éről, Andrikovics (1985) – Tisza-szőlős, Andrikovics (1991) – a Tisza 338, 355–357 fkm, Mocsáry S. (1875) a Tisza mellékfolyóiból – Maros, Temes, Fehér-Körös – írta le és a Dunából, Sióból, Zalából is, valamint a Rába és Rábca folyókból, Dudich és munkatársai (1959) pedig a Dunából

Esztergomnál jelezték. A Felső-Tiszán 1990, és 1991-ben, a 710. fkm-nél rajzás megfigyeléseket végeztek (Sartori et al. 1995). A faj 2000-re sok régi élőhelyére visszatelepült. A Tisza mellett újra megjelent a Bodrogon, a Berettyóban, a Körösök vízrendszérében és a Marosban is. Megtelepedett a Keleti-főcsatornában is. Az ezredvégi elterjedését mutatja be a Tisza vízgyűjtő rajzási térképe (lásd fotó). Érdekes viszont, hogy a Dunából még a leggondosabb gyűjtések ellenére sem került elő (Andrikovics–Kiss 2000).

A *Palingenia longicauda* századunk első harmadában kihalt Ny-Európából és Közép-Európában is erősen ritkult. Russev (1987) azt is megemlíti, hogy 1974 óta a Duna alsó szakaszán nem láttak rajzást, és lárvákat sem találtak. Úgy tűnik tehát, hogy nagy tömegben már csak a Tiszában és mellékfolyóiban, Magyarországon található. Többen jeleztek már tiszavirágot a Drávából és a Rábából is, de ezek csak szóbeli közlések voltak. Ez a faj hajdanában – Skandinávia és a mediterrán területek kivételével – Európa-szerte közönségesnek számított. Kipusztulásukban szerepet játszik a klímaváltozás is, de a fő okok az antropogén hatások: folyók elszennyezése, mederalakítások, műanyagos partvédelem stb. Uve Umpes osztrák kérészspecialista szerint a Duna felső szakaszán sem él már. Valószínűsíthető, hogy megtalálható még a Don medencéjében is, csak eddig még nem lett nyilvánosságra hozva róla adat (Landa és Soldán, 1985), bár az orosz vízirovar határozó közelebbi lelőhely megjelölés nélkül Oroszország európai területéről jelzi (Kluge 1997). Lehetséges azonban, hogy azért sem kerül elő több élőhelyéről, mert a szokásos hidrobiológiai gyűjtőstratégiák alkalmatlanok kimutatására.

A rajzások meteorológiai adatai és a repülésdinamika

A tiszavirág rajzásának lenyűgöző szépsége sok kutatót készített már ennek a jelenségnek pontosabb elemzésére, kiváltó okainak és céljának tanulmányozására.

A hőmérsékletfüggő lárvanövekedés befejeződése az, ami kiváltja a rajzást, és ennek lezajlása meleg és szélcsendes időben teljesen zavartalan. Russev (1973) részletes tanulmányban foglalkozik a szélrepülésre tett hatásával, és bemutatja, hogy milyen technikával érik el az imágók céljukat, a folyón felfelé való repülést. Hogy a folyással szembeni repülésre miért van szükség, szintén Russev (1973) vizsgálta részletesen. A nőstények hímeikénél nagyobb szárnya, nagyobb teste és rövidebb végfonalai nemcsak a peték szállítására alkalmasabbak, hanem röptük sebességének növelésére is: sebességük akár óránkénti 18 km-re is nőhet. Mivel a peterakás után a peték (egy nősténytől átlagban 7–8000 db) a víz fenekére süllyednek, és míg az utolsó lárvaalak (nimfa) a felszínre emelkedik, a folyó sodra elviszi őket. A nőstények árral szembeni mozgása ezt az eltolódást korrigálja. Russev (1959) a „peterakás végett való kompenzációs repülésnek” nevezte ezt.

Több szerző mégis kétségbe vonta ennek jelentőségét. Pl. Schwoerbel (1969) szerint „egy összefüggő benépesedési terület semmi esetre sem igazolható”. Waters-ra (1965) és Elliot-ra (1967) hivatkozva mondja, hogy „a populáció elsodródás miatti megtizedelő-dése egyáltalán nem történik meg”, és így feltételezi, hogy a „folyóvízi rovarok populációdinamikája számára jelentéktelen lenne egy kompenzációs repülés”. Megítélésünk szerint ez az érvelés nem áll igazán összhangban az eredeti kérdésfelvetéssel. Russev ugyanakkor kimutatta, hogy a vízmélység és az áramlási sebesség függvényében akár 2 km is lehet a peték elsodródása, és megállapította, hogy 100–500 év alatt a bolgár Duna-szakasztól a Fekete-tengerig húzódhatna le a kérészfauna a nőstények felfelé mozgása nélkül. Nem bizonyos azonban, hogy a kompenzációs repülés, és ezzel összefüggésben a teljes életsiklus földrajzi meghatározottsága rendszeres, minden évben pontosan ismétlődő jelenség lenne. Elképzelhető ugyanis, hogy megfelelő körülmények közt (pl. jó széljárás) valamely évben a nőstények repülése nemcsak a peték és nimfák elsodródását ellensúlyozza, hanem a következő évekre egyfajta „előleget” is biztosít, amikor esetleg a meteorológiai feltételek nem lesznek olyan kedvezőek, és sokkal kisebb távolságra jutnának csak el (Russev, 1973).

Az 1991. évi dobai rajzás június 15-től július 12-ig tartott. A tiszavirágok repülése 3 fő szakaszban zajlott. Az előrajzás során százával repülnek az állatok (kb. június 15–25-ig). A főrajzás a leglátványosabb, milliószerűen látni a repülő tiszavirágot (június 26.–július 1. között), az utórajzás ideje alatt naponta csak néhány (30–40) állat repül (július 2–12. között volt jellemző).

A nőstények, amelyek valamivel később jelennek meg, mint a hímek, a vízfelszínen levette lárvabőrüket, egyből imágóvá alakulva kezdik meg a repülésüket, míg a hímek előbb szubimágóként a partra repülve, ott egy újabb vedlés után válnak imágóvá. A napi folyamat jobbára 18–21 óra közt zajlik le, amely érzéketlen a kisebb környezeti változásokra, de még a viharos idő sem zavarja meg.

Érdekes eredményeket kapunk, ha a jugoszláviai rajzáseredményeket és a telepekre vonatkozó adatokat együtt vizsgáljuk. Új rajzás 2000-ben Martonosnál (155. fkm-nél) jelentkezett először a Tisza jobb partján. A Tisza jobb partján a 145. fkm+400 m-nél Törökkanizsánál emberemlékezet óta nagy tiszavirágtelepet ismertek. 1972-ben azonban kikövezték, lebetonozták ezt a partszakaszt. A tiszavirág innen eltűnt, és 1972–1999-ig nem volt rajzás ezen a tájon. A tiszavirág rajzása 1999-ben jelent meg újra, és a telepek öt folyamkilométerrel arrébb, a 140+200 m-es szakaszon fordultak elő ismét. Bačkovo Petrovo Selo-nál a Csík-patak beömlésénél a Tisza bal partján gyenge rajzás volt. E hely közelében a jobb parton erős rajzást figyeltek meg. Majd 2000. VI. 7–17-ig, az 1999-es rajzástól eltérően, hatalmas rajzás volt. Újbecsénél (Novi Becej) a jobb parton gyenge rajzást tapasztaltak, a bal parton pedig erős rajzást észleltek. A 65–68. fkm-es szakaszon 1-2 km-es szélességű lárvakolóniákat találtunk.

A rendkívüli szennyezések utáni rajzás és a telepfelmérések eredményeinek összevetése

A Tiszát ért súlyos cianid- és nehézfém-szennyezés után a szakembereket is pozitívan lepte meg, hogy a halakban jelentkező hatalmas pusztulás után 2000 júniusában igen nagymértékű tiszavirágrajzás következett be. Kutatócsoportunk részt vett a rajzás-megfigyelésekben, melyek adataiból a Tisza Klub a napi sajtóban is publikált térképet jelentetett meg (lásd színes térkép).

Mielőtt a rajzási adatokat és a tiszavirágtelepek általunk végzett eredményeit együttesen értékelnénk, a halak táplálkozásában jelentős tiszavirág biológiájáról szólunk.

A faj az európai nagy folyókban régen tömeges volt, de a XX. sz. közepére jórészből teljesen kipusztult. Az 1960-as évek után a fajról nincsenek publikált adatok. Utolsó tömegrajzását a Duna bolgár szakaszáról írták le, és ezzel a dolgozattal került az állat a nemzetközi hidrozoológia érdeklődési körébe (Russev 1958, 1973 és 1987). A szocialista nagyipar felbomlásával a Tisza mentén a vízszennyezés és az okatlan partrendezés is csökkent, és a 60–70-es években oly gyakori *Palingenia longicauda* visszatelepülése megkezdődött.

A faj kb. 3 évig lárvaalapotban fejlődik, kizárólag agyagos üledékben él, és évenként a hőmérséklettől, légnyomástól stb. függően júniusban, az Alsó-Tiszán június első hetében, a Közép-Tiszán a második héten, a Felső-Tiszán pedig június utolsó dekádjában rajzik. Tömegrajzása a tiszavirágzás, amely a milliárdnyi kérész kirepülése a vízből. A tiszavirágszerű, nagyobb termetű kérészek lárvá-imágó átalakulása a mediterrán országokban már az időszámításunk előtt közismert volt, és Nyugat-Európában is közel 500 éve ismerik. A folyamat biokémiáját azonban még ma sem tudják részleteiben. Ugyancsak nem ismertek pontosan a tömegrajzást kiváltó tényezők, a lárvális élet sok részlete, és a lárvák partfejlődést befolyásoló szerepe sem. A lárvák U alakú járatokban élnek, az üledékszemszék felületén lévő baktériumbevonatot hasznosítják. Nem ismert, hogy a petékből kikelő kis lárvák hogyan kolonizálnak, és életük az első év során ugyancsak meglehetősen ismeretlen. A telepek vizsgálata során ugyanis mindig 1 és 2 éves lárvákat találunk, a fiatalabb lárvák feltalálása, begyűjtése csak igen ritkán sikerül.

A tojások fejlődését laboratóriumban újabban svájci kutatók (Landolt, Sartori et al. 1997) vizsgálták, és becsülték a kompenzációs repülés és az elsodródás ellentétes hatását is. Megállapításaik szerint a tojások egy része a hímmel való párosodás nélkül – szüz-nemzéssel – is kifejlődik. A rajzás során a hímek egy órával korábban kezdik a vízközeli repülést, és amikor a halak már jóllaktak, akkor a megtermékenyült nőstényekből a peték kimosódva az elpusztult nőstényekből elsodródnak.

A 2000. év előtt 1991-ben, 1996-ban, majd 1998-ban figyelemmel kísértük a tömegrajzásokat Dobapusztán. A rajzás évenként változó intenzitással zajlott, és közel egy hónapig, de többször csak rövidebb ideig tartott. A hímek (ezeknek szubimágó stádiumuk is van) repülnek először, majd következik az első, majd második főrajzás, amikor a nőstények a sodorvonal mentén a hímektől kísérve több km-t repülnek felfelé. A 1991-es több milliós rajzás után 1996-ban – a viharos idő és az igen magas vízállás miatt – jóval rövidebb ideig tartott a rajzás Dobánál, majd 1998-ban már csak igen rövid ideig tartott, szinte el is maradt. Ezért különösen öröndetes volt, hogy a drasztikus vízszennyezések

ellenére a jelzések szerint 2000-ben az egész magyar Tiszán, sőt Jugoszláviában is nagy (több milliós) kérészrajzások voltak.

A felmérés eredményeiből jól látszik, hogy a Tiszavirág az egész magyar Alföldön él, és a Szolnok városi és az alatti, korábban visszaszorulóban lévő szakaszokra is újraterlelt, továbbá a neki megfelelő feltételekkel rendelkező mellékfolyóban is megjelent. Ugyancsak megélhet a nagyobb csatornáknak is.

A 2000. évi meglepően nagy rajzás után a szakmai közvéleményben a következő problémák merültek fel: Hogyan lehetséges, hogy a szakirodalom szerint a rögtön pusztító cianid- és nehézfém-szennyezés az érzékeny tiszavirágokat megkímélte? Vagy talán nem is volt olyan súlyos a szennyezés, csak hatását a sajgó eltűntette?

A tiszavirágtelepek felmérési eredményeiből megállapítható, hogy a Tisza vízrendszérében a tiszavirág terjedőben van, a lárvavizsgálatok eredményei jól lefedik a rajzási térképet. Ugyanakkor a Dunában, a Sajóban és a Hernádban eddig sem lárvát, sem rajzást nem észleltünk (Andrikovics-Kiss 2000). A tiszavirág vizsgálatával párhuzamosan végzett bentosz-felméréseink viszont már kedvezőtlenebb képet mutatnak. A Dunában és a Tiszában az üledék felületén élő potamofil, potamobiont* fajok egyre kisebb számban kerülnek elő, pedig a nagy folyókban egyre összehangoltabban és nagyobb hatékonysággal tanulunk meg gyűjteni. A Dunából, a Tiszából és a Sajóból előkerült jellegzetes vízirovar lárvákat az 1. ábra mutatja be (Andrikovics-Kiss, 2000).

A tiszavirágtelepek közvetlen közeléből merített vízből csapatunk bakteriológiai*, algológiai* és zooplankton vizsgálatokat is végzett (10. táblázat). A táblázatból látszik, hogy a telepek körzetében az algaflóra és a potamoplankton is igen szegényes, ami azt bizonyítja, hogy a lárvatelepek körzetében mind a közép-, mind az alsó-tiszai átlagos vízminőségétől jóval kedvezőbb, oligotrófia* felé hajló speciális ökoszisztéma-részlet alakul ki a tiszavirág, a sajátságos áramlási viszonyok, valamint a finomszemcsés üledéken élő speciális baktériumok együttes hatására.

Megállapítható volt, hogy az alföldi, kis esésű folyóban a Szolnok utáni Tisza-szakaszon is szinte mindenütt él a tiszavirág, ahol agyagos partokat talál, és a cianid- és a nehézfém-szennyezés hatása a populációra nem volt detektálható. Azt a kérdést, hogy a tiszavirág-populációkat a cianid- és a nehézfém-szennyezés közvetlenül elérte-e, és a lárvák így éltek túl a szennyezést, vagy a tiszavirágtelepek speciális elhelyezkedése folytán az állatokkal érintkező vizekhez nem is jutott el a mérgezett víz: ennek az utólag felmerült kérdésnek az eldöntésére tájékozódó laboratóriumi toxikológiai kísérleteket állítottunk be. Az első eredményekről külön fejezetben számolunk be.

A rajzások anyagforgalmi vonatkozásai, a tiszavirágtelepek jellege, és a tiszavirág jelentősége (2–10. táblák)

A tiszavirág anyagforgalomból való részesedését a biomassa felmérésével, az állatok teste nitrogén- és foszfortartalmának mennyiségi analizisével becsülhetjük meg. Az egyedsűrűséget a parton levedlett szubimágó bőrök alapján számítottuk, ami 40 egyed/m²-nek adódott. Mivel a hímek és nőstények aránya 1:1-re vehető, összesen 80 egyed/m²-rel számolhatunk. Ez jól megfelel Csoknya és Ferencz (1972) adatának, akik a Maros 1. fkm-nél átlagosan 89,74 lárvát számláltak m²-enként. Az adatok persze csak bizonyos megszorításokkal kezelhetők, ugyanis a lárvák csomókban helyezkednek el, és így csak hosszabb folyószakaszokon értelmezhetők a számok. A lárvák egyedsűrűsége nem nagyon különbözhet a mi módszerünkkel kapott értéktől, mert a kirepülő szubimágók nagyon kis távot és nagyon rövid ideig repülnek, és így az esetleges szétszóródás minimális lehet. Ugyanakkor Russev 50-es évekbeli felmérései az Alsó-Dunán több ezres m²-enkénti egyedszámról tanúskodnak. A magyarországi Felső-Tiszán – intenzív bagerezéssel – leggyakrabban ezres, a középső Tisza-szakaszon pedig a fél és egy kilométeres szakadó parton 2000, maximum 2500 egyed/m² sűrűséget mértünk. Az üres lukakból becsült egyedsűrűségek szintén leggyakrabban 1000 egyed/m² állatot mutattak.

A hímek átlagos élő- és szárazsúlya (107 °C-on szárítva) 375 mg, ill. 37 mg. Ugyanezen mutatók a nőstényeknél 500 mg, ill. 120 mg voltak. Ezek alapján a hímek biomasszája 15 g/m², a nőstényeké 20 g/m²-nek adódott. A nitrogén (N) és a foszfor (P) analizisének eredményei szerint a hímek száraztömegének 0,1%-a N, 1,4%-a P, míg a nőstények teste 3,4% N-t és 0,27% P-t tartalmaz. Ez a biomasszában m²-enként a hímekben 0,037 mg N és 0,518 mg P, a nőstényekében 4,08 mg N és 0,324 mg P mennyiséget jelent.

A rajzás méreteire jellemző, hogy több km-es szakaszon zajlik, ezért a fenti értékeket átszámoltuk 1 km hosszú és átlag 100 m széles folyószakaszra is. Ez 10⁵ m²-nek felel meg, amely területről az imágók kirepülésekor összesen 3500 kg élő anyag távozik, ami 0,4117 kg N-t és 0,0842 kg P-t visz magával naponta. A főrajzást tekintve (kb. 5 nap) egy évben 17.500 kg biomassa, benne 2,0585 kg N és 0,421 kg P távozik a vízből. Nyilvánvaló persze, hogy ebből valamennyi az adott terület anyagforgalmában marad. További kutatások feladata lesz kideríteni, hogy milyen és mennyi anyag jut vissza a petékkel, a levedlett bőrökkel, az elpusztult állatokat fogyasztók bélcsatornáján keresztül és egyéb módokon a vízbe, valamint hogy van-e jelentősége a tiszavirágnak pl. a nehézfémek akkumulációjában.

A fenti adatok elsősorban elméleti jelentőséggel bírnak, általuk képet kaphatunk arról, hogy milyen mennyiségű szerves anyag távozik a folyóvizekből.

A lárvákra jellemző, hogy a szerves anyagban viszonylag szegény aljzatot kedvelik, ami rendszerint agyagot jelent (sárga és fekete agyag), ritkán azonban más aljzatban is

előfordulnak. Például 1991 őszén homokos üledékből került elő 1 db apró lárva, Russev pedig korábbi vizsgálatait alkalmával (1956–1968) homokos agyagból és iszapból is kimutatott néhány állatot. Ennek ellenére az agyag a meghatározó (Andrikovics et al. 1992 és Sartori et al. 1995), és az is fontos, hogy a part, ill. a partközeli mederfenék meredek legyen, és a víz kellő sebességet érjen el. Ez utóbbi két tényező akadályozza meg, hogy lágy iszap rakódjék az agyagra, és ezzel kedvezőtlené váljanak az életkörülmények (lásd fotó).

A Tisza-tó és a Közép-Tisza gerinctelen makrofaunája a 2000. évi tiszai szennyeződések után

Az előkerült makrofauna-elemek az Annelida, (Oligochaeta, Polychaeta), Mollusca (Gastropoda, Bivalvia), Arthropoda (Crustacea és Insecta, utóbbin belül főként Chironomidae) csoportokba tartoztak. Az élő Tisza és az 1973-ban létesített tározó faunája jól ismert. A mederduzzasztás után a bennmaradó szerves anyagon és a növény-állományok között változatos árvaszúnyog állategyüttes alakult ki, és ez az eltelt 25 év alatt stabilizálódott. Az együttes fajairól több dolgozat is megjelent (Szitó 1977, 1981 stb.) A másik domináns állatcsoport az Oligochaeták, melyek részletes taxonómiai feldolgozása ugyancsak több dolgozatban megtörtént (Ferencz 1981, Sitó 1998). Ezekhez képest új taxon nem került elő. A terület Mollusca-faunája ugyancsak alaposan ismert (Bába 1977, Tóth M. és Bába 1981). Az általunk kimutatott elemek faji szintű meghatározása a Mollusca és a Crustacea csoportokban történt meg. A tározóban és az ehhez kapcsolódó TT₁ és TT₈-es mintavételi helyeken előkerült makrofauna-listát a 2. táblázat mutatja be

Érdekes, hogy a Duna hazai és az osztrák szakaszán már megtalálható *Hypania invalida*, (Oertel szóbeli közlése) a Tisza-tóból is előkerült. Az Oligochaeta-k közül a *Limnodrilus*-fajokat és a *Brachiura sowerbyi*-t tudtuk faji szintig azonosítani. A Molluscák közül a vizsgálatok a *Dreissena* és a *Lythoglyphus* előretörését mutatták. A tározóban jelentős sulyom- és tündérfátyolmezők vannak, melyek metafiton- és bevonat-szervezetei kötött elsősorban az árvaszúnyog-, vízipoloska- és Zygoptera szitakötőlárvák dominálnak. Ezek részletes tanulmányozása meghaladná a dolgozat kereteit, de a néhány „munkaterven kívül végzett hálózás” gazdag fogást eredményezett. A növény-állományokban élő faunáról is több új keletű, de a szennyeződés előtt végzett gyűjtések alapján készült dolgozat tájékoztat. (Müller-Dévai et al. 2000, Kiss B. 2000 és Sitó 1998).

Vizsgálataink szerint megállapítható, hogy a várakozásnak megfelelően a Tisza-tó a cianidszennyezés következtében nem károsodott. De a régi faunisztikai közlemények (lásd Andrikovics 1988) és a saját tereptapasztalataink is azt mutatják, hogy a tározóban tovább terjednek az invázióra hajlamos, közönséges fajok. A folyóvizet kedvelő eredeti, rheophil, potamon fajok a tározóban nem kolonizáltak, annak ellenére, hogy a tározó vízkémiai mutatói (köztük az oxigénháztartási és redox* adatok is) kitűnő vízminőséget

jeleznek. Lásd részletesebben a tározóra vonatkozó kémiai adatokat (összeállította: Végvári P.). Kivételként említhetjük meg, hogy a IX. öblítőcsatornában is találtunk elszórtan tiszavirág-vájakokat. Ez arra utal, hogy a Palingenia ritkán még a tározó északi részén is kifejlődhet. Azt mondhatjuk, hogy bár a cianidszennyezés közvetlen hatása nem mutatható ki, mégis a tározó létesítése után a főágban és a tározón is bekövetkező kisebb-nagyobb szennyeződések az unikális elemek újratelepedését több évre visszavetik, illetve kis populáció nagyságnál ez már eleve lehetetlenné is válhat.

A Tisza magyarországi szakaszának kérészfaunájáról és a tiszavirág rajzásáról, valamint a telepek elhelyezkedéséről a 2000. évi szennyező hullám után

A szennyezések után a teljes Tisza-szakaszt bejártuk, és intenzív bagerezéssel felmértük a telepek elhelyezkedését és nagyságát.

A terepen mért jellemzőket összesítve a 3–7. táblázatok tartalmazzák, az előkerült gerinctelen állatok fajlistáját pedig a 8–9. mutatja be.

Megállapítható, hogy a mutatókban a vizsgált időpontban az értékek nagy különbségeket nem mutatnak. Érdekes viszont, hogy a Közép-Tiszán, a tiszavirág-telepek tágabb térségében az oxigén és a redox viszonyok igen nagy térbeli és napszakos dinamikát mutathatnak (6–7. táblázatok). Talán csak a Felső-Tiszán magasabbak gyakran a redox értékek. A luciditási értékek sem válnak el élesen a felső, középső és alsó szakaszon. A Tisza-tó és az óhalászi területen a disztróf* fekete víz luciditási és redox értékei is eltérőek.

A kiszállásaink során a tiszavirágtelepek hat jellegzetes típusát tudtuk elkülöníteni. Ezek:

1. Sűrű, homogén telep – sárga agyagos, szakadó falakban alakul ki, igen nagy mennyiségű lárvá részvételével. Viszonylag kevés helyen sikerült ilyen telepek feltalálása, pl. Tarpa, Doba, Maros-torkolat, Kanizsa (Jugoszlávia).
2. Sávós telep – kevert anyagú szakadó falakra jellemző, ahol az állatok csak a fal agyagos, löszös részeiben készítenek lyukakat, a homokos sávokat mindig üresen hagyják. A leggyakoribb teleptípus, néhol igen hosszú, több km-es szakaszon is elhúzódik. Különösen gyakori a Felső-Tiszán.
3. Padkás telep – lépcsős, teraszos meredek parton jelenik meg, a lárvák gyakran csak a függőleges részeiben élnek. A Felső-Tisza gyakori teleptípusa, pl. Tuzsér körül.
4. Ritkás homogén telep – sokféle anyagú üledékben, lehet szürkésfekete agyagban, de kivételesen meredek homokos részen is. Nem gyakori telepforma.
5. Kőszórásos telep – kőszórásos, védett parton, az eredeti telepek helyén alakul ki, a kövek közötti hézagokban. A teljes Tisza-szakaszon előfordul. Gyakori a Felső-Tiszán, a tározó alatt Szolnoknál és Szegednél.

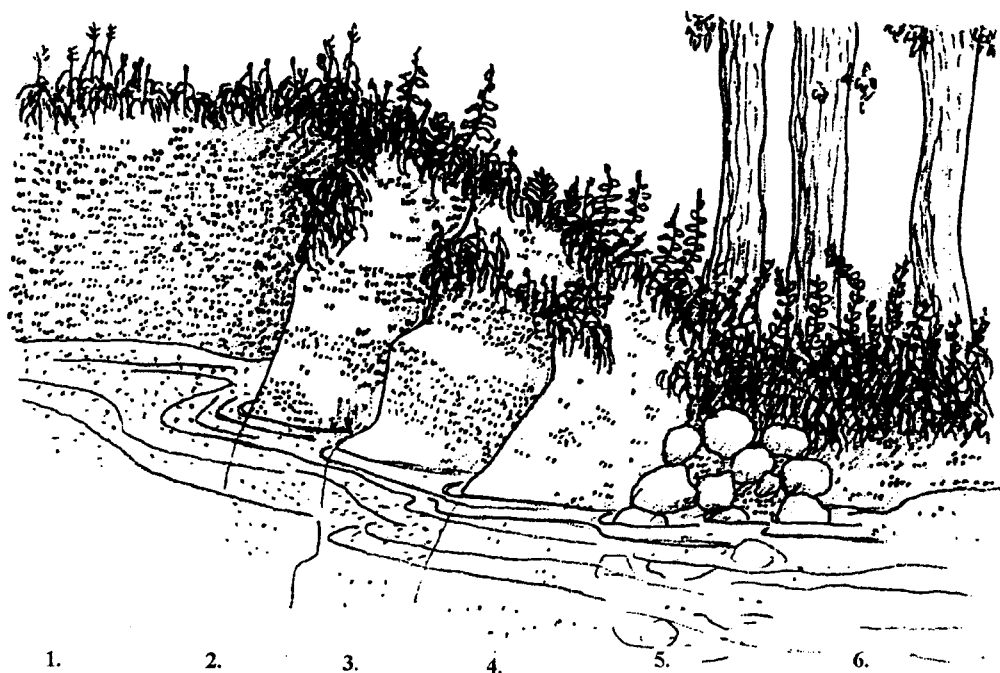
6. Lapos, parti telep – alkalmas anyagú, agyagos, lapos parton találkozunk vele, a part kisebb szakadásain, a meredekebb részeken készítik lyukaikat az állatok, többnyire egymástól elszakadó, kisebb csoportokban. Az alsó és a középső szakaszon néha hosszan elnyúlva találjuk. Feltételezhető, hogy évtizedes időtávlatban a szakadó partok omlásával jön létre. A Felső-Tiszán ritka, a Közép-Tiszán Doba, Csongrád mellett is láltunk (lásd fotó).

A hat típus vázlatos rajzát és mederviszonyait a következő rajzok szemléltetik (22–23. ábrák).

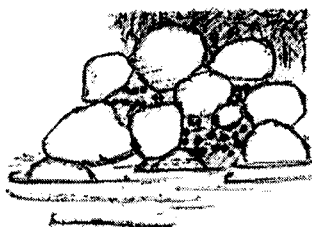
Ezek után a 3 Tisza-szakasznak megfelelően külön-külön tárgyaljuk az egyes részek hidroökológiai viszonyait, a makrofauna-vizsgálatok gyűjtési eredményeit és a tiszavirág-telepekre vonatkozó megfigyeléseinket.

A Felső-Tisza kérészfauája és a tiszavirágtelepek elhelyezkedése

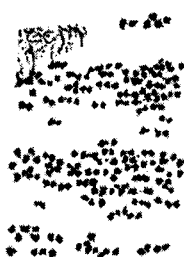
A Tisza Tiszabecsnél éri el az országhatárt, esése és áramlási sebessége itt viszonylag nagy. A Tisza forrásvidékén a terület igen gazdag vízfolyásokban, amelyek sok és változatos élőhelyet biztosítanak a pataklakó fajok számára. A makrofauna mintázására



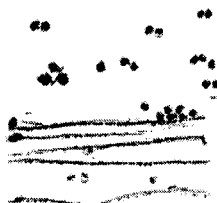
22. ábra: A tiszavirágtelepek összevont ábrája



kőszórásos telep



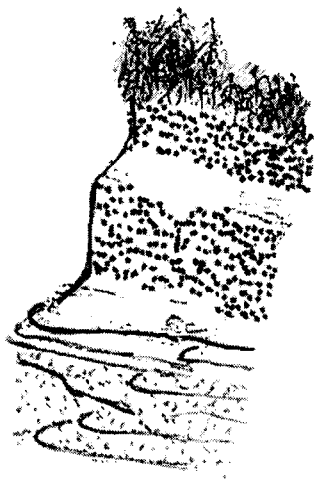
sávós telep



ritkás homogén telep



sűrű homogén telep



padkás telep



lapos parti telep

23. ábra: Tiszavirág-teleptípusok

1995 és 1999 között több expedíciót vezettünk, melyek során a kis patakok, valamint a Tisza makrobentoszát tanulmányoztuk. Feltűnő volt, hogy a területről sehol sem kerültek elő puhatestűek, ami fontos különbség a hazai hegyvidéki patakokkal szemben. Egyértelmű volt a rovarok és ezen belül az EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera*) csoportok nagy részaránya. A kérészek 30%-át adták az összes egyedszámnak. A fajszintű meghatározás eddig csak a kérészekből történt meg, és az eddig talált 32

fajból 17 Ukrajna, 3 faj pedig az egész Kárpátok térségére újnak bizonyult (Cser–Andrikovics, in press).

A Felső-Tisza vizsgálata során tiszavirágot először megfelelő aljzatban közvetlenül a magyar határ előtt találtak (Galdean 1999). A víz fenéig átlátszó, az aljzat köves. A magyar területre jellemző fizikokémiai terepadatokat a 4. táblázat mutatja. A folyó alföldi jellege Szatmárcsekétől alakul ki, a határtól 10–20 km-re, ahol megjelennek a tiszavirágtelep is. Leggyakoribb típusuk a sávós telep és a köszórásos előfordulás. A lárvák négyzetméterenkénti egyedszáma 40–160, és csomós előfordulás az egész szakaszon megfigyelhető volt.

A saját gyűjtéseinkből előkerült állatok megerősítik azt a korábban kimutatott jelenséget, hogy a Felső-Tisza egy dombsági, kavicsos részre és egy alföldi jellegű területre oszlik (Juhász et al. 1998). A két terület között a határ a tiszaviráglárvák megjelenésének zónájába esik. A felső, kavicsos rész jellegzetes állatai a Torley major, az Oligoneuriella rhenana, a Perla bipunctata. Az alsóbb részt a Palingenia longicauda, Ametropus fragilis és a Stylurus flavipes jellemzi (8. táblázat).

Saját gyűjtéseink során a korábban kimutatottaknál mind faj-, mind egyedszámban kevesebbet találtunk. Nem került elő például a fenékjáró poloska, a kérészek és az álkérészek több faja. Ez arra utal, hogy a 2000-ben a Felső-Tisza rovardomináns bentoszelegységeiben a – a Litoglyphus és más puhatestűek előretörésével szemben – diverzitás csökkenést mutathattunk ki. A szennyezés előtti években a Felső-Tiszán kb. 41 taxont publikáltak (Juhász et al. 1998 és Andrikovics–Kiss 2000). Ez a fajegyűttes alapjaiban (domináns és gyakori fajok) nem változott, azonban a 2000-es lárvavizsgálatok a ritkaságok vonatkozásában faunaszegényedést jeleztek. Korábban a Tisza Tiszabecs–Szatmárcseke szakaszán a rovarok dominanciája volt a jellemző, a jelölt szakasz alatti területen a Gastropoda–Amphipoda és a rovarok együttesen fordultak elő. 2000-ben viszont a Felső-Tiszán is a Litoglyphus–Unio faunaegyűtestet regisztráltunk, a rovarok közül a Palingenia mint ásó kérész, köves parton pedig a Potamathus jutott előtérbe. Ennek az előzetes eredménynek azonban csak a további vizsgálatok adhatnak újabb megerősítést.

A Közép- és Alsó-Tisza kérészfaunája, és a tiszavirágtelek felmérése 2000-ben

A redoxpotenciál a középső és alsó szakaszon alacsonyabb volt, mint a felső szakaszon (3–4. táblázat), a víz változóan zöldessárgás színezetű, az oxigén-ellátottság kitűnő. Saját fajgazdag fito- és zooplankton jellemzi a folyót, ami kevésbé vagy közepesen szennyezett (és mezoszaprób) jellegűt mutat. A szervetlen kémiai mutatók az utolsó 10–15 évben javultak. A tározóra vonatkozó eredményeinket kiegészítve a folyószakasz bentosza a következőképpen alakult. Az utóbbi két év nagyobb vízhozamainak és a javuló vízminőségnek megfelelően 2000-re a lágy, iszapos, sokszor reduktív üledék elmozdult, és újra előtérbe kerültek a kemény, agyagos partok, kialakultak a régi, új telepek aljzatai, és benépesültek a korábbi mesterséges, kövekkel megerősített partszakaszok is.

Kiskörétől Csongrádig a 80-as években a hullámtéri tározó a vízhozamokat igen változóvá tette, és a tározótérben hagyott szerves anyag bomlása egyaránt kártékony hatású volt az eredeti EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) faunára. A 90-es évek elejére tiszavirág csak Csongrádig volt jelen, és a vízszennyeződés, az aszályos évek következtében az alsó, legendás élővilágú, kitűnő halhozamú szakaszok egyre kisebb területre zsugorodtak, és a tiszavirágzás is megszűnt.

A szocialista nagyipar megszűnésével a Tisza vízminősége sokat javult, és a tiszavirágnak a 90-es évek végére az egész magyar Tiszán, több km hosszúságú telepei alakultak ki. A rajzások évenként változó mennyiségben történtek. A faj és élőhelye törvényes védeltséget is élvez. Ugyancsak visszatelepült a Körösök, a Berettyó és a Maros vízrendszerébe is. Hatalmas rajzásai voltak a Bodrogon, egészen Sárospataktól lefelé, folyamatosan. Érdekes viszont, hogy a Sajó és a Hernád, valamint a Zagyva mellett sem rajzást, sem telepeket nem találtunk. A Hortobágy–Berettyó főcsatornában viszont telepek is vannak. A tiszavirágtelepeken talált lárvák egyedszáma mind a direkt, mind az üres lukak számlálása nyomán tömeges helyeken 1200 egyed/m²-nek adódott, s a maximális érték elérte a 2500 egyed/m²-t is. A telepeken a *Dicerogammarus villosus*, a *Corophium curvispinum*ot, cifrarákot és folyami rákot fogtunk. A telepek felszínéről került elő a *Gomphus flavipes*, a *G. vulgatissimus* és a *Plathyncemis pennipes*. A kagylók közül az *Unio pictorum*, *Dreissena polymorpha* és a sok üres csigaház mellett a *Theodoxus transversalis* élő példányai kerültek elő.

A régebbi telepfelmérésekhez viszonyítva a telepeken a Chironomidákat és feltűnően nagy egyedszámban a lapos partokon az Oligochaetákat találtuk meg.

A tiszavirágtelepek kialakulásánál elsődlegesen meghatározónak tűnik az aljzat minősége (Andrikovics–Fink–Cser 1992 és Sartori–Landolt et al. 1995). A partfal merekségének és az áramlási sebességnek az újabb felmérések szerint kisebb jelentőséget tulajdoníthatunk. Erre enged következtetni az is, hogy az állatok kevés vízben szellőzés nélkül több hétig is eltarthatók voltak. Az, hogy a nagyobb telepek a kanyarok külső oldalán, gyors áramlású részeken jöttek mindig létre, valószínűleg csak annak köszönhető, hogy itt alakul ki kemény, agyagos partszakasz. Az aljzat fentiekben vázolt szerepét továbbá az is alátámasztja, hogy homokban vagy homokkőben akkor sem találtunk lárvákat, ha a vizuálisan tipikus kérésztelepes szakadó partnak látszott a folyóról. Lágyszapban és reduktív agyagban szintén ritkábban találtunk *Palingenia longicauda* lárvákat.

A tiszavirágtól eltekintve, az üledékfelszínen kisebb áramlási sebesség mellett fordul elő a nagy folyókra jellemző *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea*, *H. flava* és a *H. coerulea*. Mindezeket a fajokat a tározóban már nem találtuk meg, viszont az élő folyó jellegzetes érzékeny szervezetei, amelyeket a cianidszennyezés után, 2000-ben is sikerült begyűjtenünk.

A tiszavirág a magyar Tisza világszerte ismert szimbóluma. Európában széleskörűen elterjedt volt, majd a múlt század közepére kipusztult a Dunából, és megmenthető populációi az 1980-as években csak a magyar Tisza-szakaszon maradtak meg. A századforduló utolsó évtizedéig populációi hazánkban is megritkultak, majd a Tisza vízminőségének javulásával és az extenzív partrendezések befejeztével úgy tűnt, hogy a berni vörös könyves pozícióra felterjesztett faj véglegesen megmenekül a kipusztulástól, sőt tervek születtek nyugat-európai visszatelepítésére is. (Sartori és Landolt, Svájc). Ekkor

következett be a tragikus, 2000 tavaszi tiszai cianid- és nehézfémzennyezés, ami katasztrófa jellegéből adódóan hazánkban már elháríthatatlan volt.

A hirtelen ölő és rendkívül toxikus cianid és a lassabban ható nehézfémek határértékeket ezerszeresen meghaladó koncentrációja elhúzódo és végzetes károkozást sejtetett. A munkacsoportunk eredményei azt mutatják, hogy az eredeti várakozással szemben a hatalmas halpusztulást nem követte a teljes tiszai ökoszisztéma végzetes károsodása. Az már biztosnak tűnik, hogy a tiszavirágtelepek nem károsodtak, de az aljzat felszínén élő érzékeny szervezeteket (felemásrákok és fenékjáró poloska) kisebb egyedszámban találtuk meg a főmederben. A Tisza-tó viszont szinte teljes mértékben sértetlen maradt a szennyező hullámok levonulása után.

A tiszavirág jelentőségét mutatja, hogy jugoszláv, bolgár, magyar, román szerzők 14 halfaj táplálékként emlegetik (Russev, 1987). Fontos még a madarak és békák táplálkozásában is. Régen a parasztgazdák állataik takarmányozásában is felhasználták ezt a tömeges élelemforrást.

A tiszavirágot fogyasztó halfajok száma azonban jóval több tizennégnél. Ha áttekintjük a Tisza hazai szakaszán élő mintegy 62 halfaj életmódját és táplálkozási szokásait, akkor azt látjuk, hogy a felének, azaz 30 halfajnak a táplálkozásában szerepelhet, mint táplálékállat. Ha összevetjük a hazai természetes vizek évenkénti halhozamát (kg/hektár), akkor ebben a nagyvonalú összehasonlításban első a Körösök, majd második a Tisza és ezután következik csak a Duna és a Balaton halhozama (Györe 1996).

A tiszavirág kísérfőfaunája

A tiszavirág lárvája furkálásaival kedvező élőhelyet teremt más élőlények számára, közismert ugyanis, hogy a tagoltabb mederfenék gazdagabb bentikus életközösségnek ad teret. Az 1991. évi intenzív felmérések során a lyukak közti iszapfelszínről és a telepek víztereiből a következő szervezetek kerültek elő (a 2000-ben megtalált újabb taxonokat dőlt betűvel írtuk):

Annelida

Oligochaeta

Mollusca

Lithoglyphus naticoides

Sphaerium sp.

Dreissena polymorpha

Crustacea

Dicerogammarus villosus

Dicerogammarus haematobaphes

Corophium curvispinum devium

Astacus leptodactylus

Astacus astacus

Orconectes limosus

Insecta

Plathyncnemis pennipes

Gomphus vulgatissimus

Gomphus flavipes

Aphelochirus aestivalis*

Hydropsyche conturbernalis

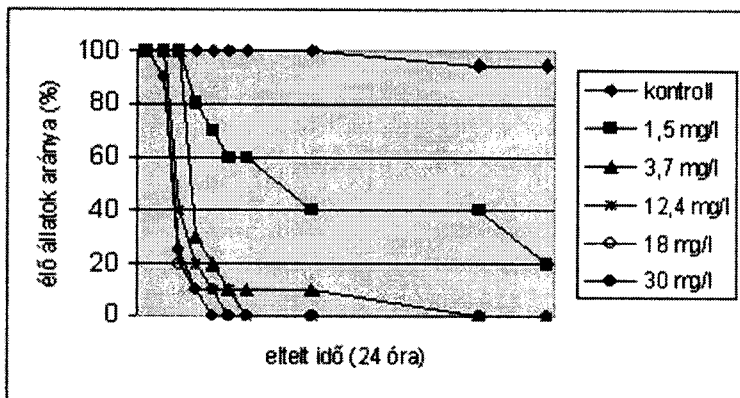
Hydropsyche bulgaromanorum

Chironomida

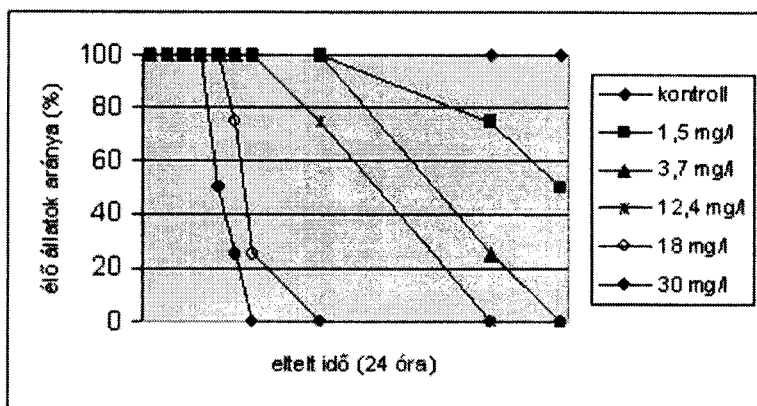
Vertebrata

Amphibia

Rana arvalis



24.a) ábra: A cianidmégezési kísérletek eredményei, *Gammarus pulex*



24.b) ábra: A cianidmégezési kísérletek eredményei, *Palingenia longicauda*

A tiszavirágtelepek keresése közben elvégeztük a Felső-, Közép- és Alsó-Tisza gerinctelen makrofaunájának vizsgálatát. Eredményeinket összevethetjük a korábbi faunisztikai vizsgálatokkal, illetve jelen felméréseink eredményeivel is. A közel tíz éve végzett felmérésekből 9 fajt, most viszont 18 taxont mutattunk ki a tiszavirág által létrehozott élőhelyekből.

A tegzesek közé tartozó Hydropsyche fajok nem építenek külön tegezt vagy tokot, hanem hálót szőnek a növények és kövek közé, ebben élnek, és ez tartja meg az odasodródott táplálékot. A Gomphus flavipes a Tisza-part leggyakoribb szitakötője. A kecskerák és a mocsári béka alkalmi lakója a már elhagyott lyukaknak. Nem meglepő az sem, hogy a lyukakban Chironomida-lárvákat találtunk. Érdekes a fenékjáró poloska. Különleges életmódja miatt – vízfenéken jár, levegőért sem megy a vízfelszínre – kevés példánya ismeretes. Főleg nagyobb folyóinkból (Duna, Tisza) és néhány kisebb vízfolyásból ismerjük. Rovarlárvák testnedvével táplálkozik, így nagyon valószínű, hogy a fiatal vagy frissen kikelt tiszavirág lárvákat is megfogja.

A kísérőfaunából nehezen határozható Amphipodák azonosításáért itt szeretnénk köszönetet mondani Forró Lászlónak és Hascho Niesemann osztrák kutatónak.

A tiszavirág és más gerinctelenek cianidtűréséről

A levonuló cianidszennyeződés mértéke a maximális koncentrációk szerint jól nyomon követhető volt. A Szamoson maximum 32 mg/l töménységben érkezett, a Felső-Tiszán mintegy felére hígult, Balsánál 12,4 mg/l maximumot mértek. A Közép-Tiszán Tiszafürednél már 4,9, majd Kiskörénél 3,88 mg/litert regisztráltak. Az Alsó-Tiszán Szolnokonál 2,85 mg/l, Csongrádnál 2,9 mg/l, Szegednél pedig 2,2, illetve Tiszaszigetnél 1,49 mg/l cianidot mértek.

Ezeknek a határkoncentrációknak megfelelően 30, 18, 12,4, 3,7 és 1,5 mg/literes cianidtartalmú oldatokat készítettünk, amelyekben a tiszavirág, egy Gammarus-faj, az *Unio pictorum* és a *Tubifex tubifex* túlélését vizsgáltuk 5 °C-os vízhőmérséklet mellett. Megállapítottuk, hogy a tiszavirág a Felső-Tiszát ért cianidszennyeződésnek megfelelő cianidkoncentrációk a kísérletbe vont állatokat 6–10 óra alatt elpusztították. A Közép-Tiszára jellemző 3,7 mg/l koncentrációjú oldatban 24 óra alatt következett be 100%-os pusztulás. Az alsó szakasz Szeged alatti és jugoszláviai telepei viszont nem voltak közvetlen veszélyben. A tiszavirág várakozásunkkal szemben a cianidra közepes érzékenységet mutatott. A Gammarusok viszont még a legkisebb, 1,5 mg/literes koncentrációtól is elpusztultak.

Az Unió és a *Tubifex* viszont látható károsodás nélkül egy hetet is túlélte a leg-töményebb cianidoldatban is. A Gammarusra és a Palingeniára vonatkozó, tájékoztató jellegű vizsgálataink eredményeit a 24.a)-b) ábrákon mutatjuk be.

Meggyőződésünk szerint cianidos dugó közvetlenül nem is került az 58 mm-es járatokba, mivel a telepeken a bejárat nyílások ún. áramlási árnyékban vannak, és a jóval hidegebb, nagy áramlási sebességű mérgező víz mintegy elcsúszhatott a nyílások felett (Ujfaludy László és Végyvári Péter szóbeli közlése). Hozzájárulhatott az is, hogy a magasabb talajvíz nyomása nem engedte behatolni a cianidos vizet (Hamar, 2000).

A tiszavirág és az ember kapcsolatáról

Dolgozatunk már előszavában kitért arra, hogy a tiszavirág és a vele rokon nagytermetű kérészfajok, valamint az ember kapcsolata igen régi keletű, az írásos emlékek az ókori Mezopotámiáig visszavezethetők. Ebben a fejezetben magyarországi források alapján mutatjuk be, milyen szerteágazó kapcsolat alakult ki e kérészfaj, valamint az előfordulási területén tevékenykedő, gazdálkodó ember között. Ez a kapcsolat leginkább két területen jelentkezett és jelentkezik, a halászat-horgászat, valamint a

természetvédelem területén. Míg az első meglehetősen régi keletű, hiszen ősidők óta léteznek olyan halászati módszerek, melyek csalit, így a tiszavirág lárváját és kifejlett formáit is alkalmazzák, a második terület új keletűnek tekinthető, mivel maga a természetvédelem sem tekint vissza hosszú múltra.

A tiszavirág és a tiszai ember kapcsolatáról Gorové (1819) is megemlékezik. Érdekes információ, hogy nem csak a halászok számára volt fontos időpont a tiszavirágzás, hanem a környék gazdálkodóinak is, akik ilyenkor állataikat a vízpartra hajtották, ahol azok bőségesen fogyasztottak a parton összegyűlt rovartetemekből. A hatalmas mennyiségű rovar a partokon takarmányozás céljából be is gyűjtötték, sőt még trágyázásra is használták.

Nagyon szép monográfiát jelentetett meg Szilágyi (1995) a tiszai halászatról, amely több helyen is említést tesz a tiszavirágról. A kisszerszamos halászati módszerek közül a szigony használatánál említi meg a szerző, hogy tiszavirágzás idején az ügyesebb halászok sikerrel zsákmányoltak a rajzó tiszavirágok után felszínre felúszó harcsákból.

Ugyanez a mű a tükörhálóval kapcsolatban írja, hogy ennek az eszköznek, amely a halász eszközkészletének periferikus darabja, leginkább tiszavirágzás idején látták hasznát. Ez az érdekes halászeszköz leginkább a kecsege és a balin fogására alkalmas. Az összefüggés nyilvánvaló: rajzás idején a kecsege is vízfelszín közelében keresi táplálékát, ami e faj esetében elég szokatlan.

A tiszavirág jelentősége a halászatban a véghorgok, fenékhorgok esetében volt a legnagyobb, mert ez a halászati módszer csaliként alkalmazta a tiszavirág lárváját és kifejlett alakjait is. Szilágyi szerint a tiszavirág lárvája (kérísz, kírísz, kilisz, harcsaféreg), valamint a giliszta a legfontosabb csalétké a fenékhorgoknak. A kérészlárvák gyűjtéséhez baggert (báger*, kérészszedő, bogárszedő, furu) használtak, ami ugyanaz az eszköz, mellyel a kutatók is dolgoznak.

A horgászat a halászember szemében komolytalan tevékenységnek számított, Szabó Kálmán szerint (1937) a „picével” leginkább orvhalászok, cigányok foglalkoztak, és e foglalatosságok voltak a „ráérő úriemberek unaloműzői” (Szilágyi, 1995). Azóta a horgászat az egyik legnépszerűbb szabadidős tevékenységgé vált, de főként a szegényebb vidékeken (pl. Szatmár, Bereg) nem szabad lebecsülni gazdasági, élelemszerző szerepét sem. A tiszavirággal kapcsolatban nyugodtan kijelenthetjük, hogy manapság a halászatban jelentéktelen a szerepe, ezzel szemben a horgászok, annak ellenére, hogy védett fajról van szó, előszeretettel alkalmazzák csalinak. Elsősorban a kecsege horgászatánál tartják fontosnak, az eredményes horgászat alapfeltételének. Mind a lárvát, mind az imágót felhasználják csalinak, fenekező készséggel szokták alkalmazni.

Köztudott, hogy a tiszavirág 1993 óta védelmet élvez, s ez a tény a horgász szaklapokban is megjelent, mégis sok horgász úgy viselkedik, mintha ez a törvény rá nem vonatkozna. Sajnos továbbra is tömegesen gyűjtik a part növényzetén vedlő hímeket és a petéiket rakó nőstényeket egyaránt. Nem ritka jelenség, hogy túlgyűjtik magukat, és zacskószámra dobálják el az elpusztított kérészeket – panaszkodik egy hivatásos természetvédő.

Szerencsére évről évre nő azoknak az embereknek a száma, akiket nem a gyűjtőszenvédély, hanem a tiszavirágzás esztétikai élménye vonz ilyenkor a partra, a hidakra. Többekkel találkoztunk, akik tudatosan a megfelelő időben keresik fel a Tiszát, hogy részesei lehessenek ennek a természeti jelenségnek. A vízitúrázókra is nagy hatással van

egy-egy szép, tömeges rajzás. Főleg akkor, ha abban a szerencsében van részük, hogy a vízen éri őket a tiszavirágzás. A jelenségről – fényképpel is illusztrálva – rendszeresen beszámolnak a helyi lapok, időnként a televízió híradója is.

Visszatérve a gyűjtőkhöz, igen elszomorító, hogy bár legtöbbjük tisztában van a tiszavirág védettségével, ennek ellenére (olyan hibás érveléssel, hogy tömeges, meg úgyis elpusztul), törvénysértően cselekednek. A természetvédelem szakemberei, amikor védelem alá helyeznek egy fajt, igen körültekintő szakmai megfontolással teszik azt. Mindenki tisztában van azzal, hogy nem elsősorban a horgászoktól kell féltetni a tiszavirágot, hiszen a fajokat leginkább élőhelyük megőrzésével lehet sikeresen védeni. Azonban a törvény egy demokratikus államban mindenkire egyaránt vonatkozik, azt be kell tartani. A tiszavirág védett státusára azért van szükség, mert a hivatalos természetvédelem e nélkül sok esetben nem tud fellépni a faj védelme érdekében. Különösen fájó, hogy a kérészgyűjtők már a korábban említett, teljesen etikátlan módon járnak el, mert a rovarok a zacskóban verdesve akár órákon át szenvednek.

Itt kell szót ejtenünk arról is, hogy egy ízben szemtanúi voltunk a hivatalos természetvédelem fellépésének is. A Közép-Tiszán egy természetvédelmi őr a vízirendőrség közreműködésével tetten ért egy csónakból szákkal dolgozó gyűjtőcsoportot. A gyűjtés eredménye: a mennyiséget alaposan alulbecsülve is 8000 elpusztított tiszavirág, melyeknek eszmei értéke darabonként 2000 forint. Azért, hogy ilyen esetek a továbbiakban ne fordulhassanak elő, nagy szükség lenne a környezet- és természetvédő társadalmi szervezetek felvilágosító tevékenységére, mely különösen tiszavirágzás idején és azt megelőzően lehetne hatékony. Jelenleg erőfeszítések történnek azért, hogy a tiszavirág végre berni konvenciók faj lehessen. Ez a státus nemzetközi védettséget jelentene, amit az indokol, hogy bár a tiszavirágnak igazán jelentős állománya szinte csak Magyarországon van, eredeti elterjedését tekintve, állatföldrajzi értelemben igazi európai faj.

Van egy olyan kérdés, amelyben a többi vita ellenére a természetvédők és a horgászok szerencsére egyaránt egyetértenek: a tiszavirág fennmaradásának záloga élőhelyének többé-kevésbé változatlanul hagyása lehet. Ehhez arra van szükség, hogy a Tisza és más folyók vízminősége ne romoljon, a tiszavirágtelepeknél pedig csak igazán indokolt esetben kerüljön sor partvédelmi beavatkozásokra. A hullámterekkel kapcsolatos jelenleg formálódó természetvédelmi elképzelések remélhetőleg hosszabb távon biztosítják e faj fennmaradását.

Összefoglalás

Bár a kérésekkel kapcsolatban sok eredmény született már, olyan magyar nyelven írt összefoglaló tanulmány, amely földrajzi eloszlásukkal és a rokon fajok elkülönítésével is foglalkozik, közel tíz éve jelent meg (Andrikovics et al. 1992). Ez az újabb munka a természetvédelem és tiszavirág-védelem tudományos megalapozásához kíván hozzájárulni. Aktualitását az adja, hogy 2000-ben hatalmas szennyező hullámok érték a Tiszát. A szakemberek – köztük a környezetvédők – aggódo szeretete fokozott munkára készítetett mindannyiunkat, akik a vízirovarokkal hivatásszerűen foglalkozunk.

A „Tiszavirág monográfia” megjelenése után terepmegfigyeléseinket tovább folytattuk, és feldolgoztuk a rendelkezésre álló összes magyar és külföldi szakirodalmat. Továbbra is alapvető a cseh Landa és Soldán, valamint a bolgár Russev munkássága, de rendkívül öröndetes az is, hogy jelenleg a magyar, svájci és amerikai kutatók is együttműködnek a tiszavirág kutatásában. A Debreceni Egyetem és a Budapesti ELTE TTK fiatal kutatói is bekapcsolódtak a munkába, és több publikáció is megjelent a témáról. Eredményeiket ma már az egész magyar Tisza-szakaszra általánosíthatjuk. 1991-ben közel egy teljes hónapon át Dobán (Közép-Tisza) tanulmányoztuk a rajzást, feljegyezve a meteorológiai tényezőket is. Időközben a felső és középső Tisza-szakaszon is több rajzást figyeltünk meg. A saját anyagforgalmi becslések a szubimágó bőrök számlálására épültek, ehhez igazodnak a tömegmérések, valamint a nitrogén- és foszfor-tartalom meghatározása, amelyet a szolnoki vízügyi laborban végeztettünk. Nehézfém-akkumulációs és toxikológiai vizsgálataink 2000-ben kezdődtek.

A begyűjtött anyag alapján pontosabban sikerült illusztrálnunk a fiatal, középkorú és kifejtett lárvák fontos részeit, részletesen leírtuk a faj morfológiáját, a hímeket, nőtényeket és a hím szubimágókat egyaránt. Újraszámoltuk a petéket, amelyekről sztereó mikroszkóp alatt fényképek is készültek. A rajzok pontosítása részben e felvételek alapján történt. Mindezt azért tettük, mert a korábbi illusztrációk – főként Swammerdam és Schoenemund rajzai – kevésbé részletesek, vagy hibásak, ezért a rokon fajoktól való elkülönítés kezdetben nehézségeket okozott. A *Palingenia longicauda* és a *P. fuliginosa* elkülönítése ma már biztos, de a további fajokat saját magunk még nem gyűjtöttük.

Az egész magyar folyószakaszon részletes taxonómiai felméréseket végeztünk, sőt a jugoszláv területen is sikerült lárvákat gyűjtenünk. Megállapítható volt, hogy az egész magyar Tisza-szakaszon az eredeti, Olivier által leírt *Palingenia longicauda* került elő. Az elkülönítésre használt Soldán-féle határozókulcsok jól alkalmazhatók. Az eddigi vizsgálatok szerint a Tisza vízrendszerében mindenütt az eredeti *Palingenia longicauda* fordul elő. A szlovák területen, valamint a Drávában és Rábában élő populációk részletes vizsgálata azonban még újabb faunisztikai eredményeket hozhat.

Saját vizsgálataink során 18 olyan faj került elő, amely egy életközösségben él a tiszavirággal, és amely magában foglalja a Mollusca, Amphipoda, Trichoptera, Odonata, Diptera stb. csoportokat. A Tubificidae és Chironomidae családokat nem vizsgáltuk faji szintig, tehát velük a tiszavirággal együtt élő fajok száma tovább növekedhet.

Eredményeinkből az a fontos következtetés vonható le, hogy a fajnak Európában biztosan megmenthető populációi szinte csak Magyarországon élnek. Öröndetes, hogy az antropogén hatásokra korábban nálunk is tapasztalható jelentős populációméret-csökkenés megállt, és a 90-es évektől a faj a Tiszában és a mellékfolyóiban újra terjed. Dunai visszatelepülésére azonban még nem került sor. Az anyagforgalmi becslések nyilvánvalóvá teszik, hogy nem csak esztétikai értéke nagy, de haltáplálékként is igen jelentős a Tisza alföldi szakaszain. A 2000. évi súlyos cianid- és nehézfém-szennyezés a tiszavirágtelepeket nem károsította, mert a szennyezés közvetlenül nem érte el a lárvákat. A laboratóriumi vizsgálatok szerint a felsőbb szakaszokon mért cianidkoncentrációk közvetlen érintkezésnél néhány óra alatt elpusztították volna a őket. A tiszavirágot a svájci kutatócsoport mint veszélyeztetett fajt berni vörös könyves védelemre terjesztette fel, és kutatókollektívánk nemzetközi együttműködésben jelenleg vizsgálja a faj újratelepítési lehetőségeit.

- Andrikovics, S. (1988): On the Ephemeroptera fauna of the Mid-Tisza, with two *Caenis* species new to the fauna of Hungary. - *Folia Ent. Hung.* 48: 225-229.
- Andrikovics S., Fink Th. Cser B. (1992): Tiszavirág Monográfia. - Tisza Klub Füzetek 2.,35. pp.
- Andrikovics S., Kiss O. (2000): Bioindikáció vízi gerinctelenekkel a Dunában. 3. Vízirovar lárvavizsgálatok a Duna magyarországi szakaszán. - *Hidrol. Közl.* 5-6: 272-274.
- Bancsi I. (1977): Adatok a Tisza környezettani ismeretéhez, különös tekintettel a kiskörei vízlépcső térségére./Rotatoria-Crustacea/- Kisköre, /kézirat/pp.50-52.
- Bancsi, I. et al. (1979): Limnological characteristics of the Tisza stretch at Kisköre Dam in 1975. - *Tiscia (Szeged)* XIII, pp. 83-95.
- Bancsi I., Szitó A. Végvári P. (1981): General remarks on studies of sediment in the Tisza during 1979. - *Tiscia (Szeged)* XVI. pp.5-12.
- Bába K. (1977): Mollusca. In: Adatok a Tisza környezetvédelmi ismeretéhez, különös tekintettel a Kiskörei vízlépcső térségére.-Kisköre(kézirat),pp. 60-63.
- Banks, N., (1900): New genera and species of nerctis Neuropteroid insects. - *Amer. ent. Soc. Trans.* 26: 239-259.
- Beretz, P., Csongor, G., Horváth, A., Kárpáti, A., Kolosváry, G., Szabados, M., Székely, M. (1957): Das leben der Tisza I. Über die tierwelt der Tisza und ihrer Inundationsgebiete. - *Acta Biol. Szeged* 3: 81-108.
- Bogoescu, C., (1958): Fauna Republicii Populare Romine, Insecta. vol. VII. Fasc. 3. Ephemeroptera.
- Böröcsök, M. (1944-45): A tiszavirág rajzása Szegeden 1943-ban. - *Az Alföldi Tud. Int. Évkönyve.* 1: 303-308.
- Burmeister (1839): *Hanb. Ent.*, 2: 803.
- Carpenter, F. M., (1930): The lower permian insects of Kansas. part. 3. - *The Protohymenoptera.* *Psyche.* 37: 343-374.
- Clutius, A. (1634): *De hemerobio sire Ephemero insecto et majali verme:* 96. 100. - Amsterdam.
- Cser B. és Andrikovics S. (megjelenés alatt): A Tisza-forrásvidék patakjainak gerinctelen makrofaunájáról. - *Hidrol. Közl.* 81. 00. 00.
- Csoknya, M. (1973): Experimental investigation of the respiration of nymphs of *Palingenia longicauda* OLIV. (Ephemeroptera). *Tiscia* 8: 47-51.
- Csoknya, M., Ferencz, M. (1972): A study of *Palingenia longicauda* OLIV. in the zoobenthos of the Tisza and Maros (Ephemeroptera). - *Tiscia.* 7: 47-57.
- Csoknya, M., Ferencz, M. (1975): Data to the horizontal and vertical distribution of the zoobenthic fauna of the Tisza region at Szeged. - *Tiscia.* 10: 45-50.
- Csoknya, M., Halász, N. (1972): Ultrastructural investigations of the campaniform sensillae on the tracheal [sic] gill of *Palingenia longicauda* Oliv. (Ephemeroptera). - *Acta Biologica Szeged* 18: 145-157.
- Csoknya, M., Halász, N. (1973): Histological investigations on the intestine of *Palingenia longicauda* Oliv. (Ephemeroptera). - *Z. Mikrosk.-Anat. Forsch.* 87: 561-572.
- Csoknya, M., Halász, N. (1973): Anatomical and histological observations on the tracheal gill of *Palingenia longicauda* Oliv. (Ephemeroptera). - *Acta Biologica Szeged* 19: 117-123.
- Csoknya, M., Halász, N. (1974): Data on the epithelial cells of the tracheal gill Ephemeroptera: *Palingenia langicauda* Oliv. - *Acta Biologica Szeged* 20: 137-141.

- Csoknya, M., Halasy, K. (1974): Data on the distribution of mayfly larvae (Ephemeroptera). - Tiscia, 9: 71-75.
- Csoknya, M., Halasy, K. (1975): Experiments for determining the oxygen consumption of nymphs of *Palingenia longicauda* (Ephemeroptera). - Tiscia 10: 51-54.
- Csoknya, M., Halasy, K. (1977): Anatomy of the nervous system of mayfly larvae (*Palingenia longicauda* Oliv.). - Acta Biologica Szeged 23: 89-95.
- Csoknya, M., Horváth, I. (1978): Preliminary studies on thoracic ganglion-cells of may-fly larva (*Palingenia longicauda* Oliv., Ephemeroptera). - Acta Biol. Szeged, 24: 89-96.
- Csongor, Gy. & Móczár, L. (1954): A tisztavírág. - Múzeumi füzetek 6: 1-31.
- Demoulin, G., (1958): Nouveau schema de classification des Archodonates et des Ephemeroptera. - Bull. Sci. nat. Belg., 34: 1-19.
- Demoulin, G., (1961): Encore les Behningiidae (Ephemeroptera). - Bull. Sci. nat. Belg., 37: 1-6.
- Eaton, A. E., (1883-1888): A revisional monograph of recent Ephemeridae or mayflies. - Trans. Linn. Soc. London, 2, 3: 1-352.
- Dudich, E. Kol, E. (1959): Kurzhbericht über die Ergebnisse der biologischen Donauforschung in Ungarn bis 1957. - Danubialia Hungarica, 1: 331-339.
- Edmunds, G. F., (1962): The applied principles in determining the level of the higher categories of Ephemeroptera. - Systematic Zoology, Baltimore, 11: 22-31.
- Edmunds, G. F., (1972): Biogeography and evolution of Ephemeroptera. - Am. Rev. Ent. 17: 21-42.
- Edmunds, G. F. Jensen, S. L., Berner L., (1976): The mayflies of North and Central America. - University of Minnesota Press, Minneapolis, 330 pp.
- Edmunds, G. F. and Traver, J. R., (1954): An outline of a reclassification of the Ephemeroptera. - Proc. Ent. Soc. Washington, 56: 236-240.
- Elpers, C. (1997): Comparative morphology of the mandibles of seven genera of Ephemeroidea (Ephemeroptera). 311-316. - In: Landolt, P. & Sartori, M. (Eds). Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. pp. 15-20. MTL, Fribourg.
- Ferencz, M.(1981): Studies on the zoobenthos in the longitudinal section of the Tisza: (Oligochaeta, Polychaeta fauna). - Tiscia (Szeged) XVI, pp. 161-168.
- Fink, Th. J., (1990): The role of wing "sensory" structures in the unique mating behavior of the endangered European mayfly *Palingenia longicauda* (Olivier) (Insecta, Ephemeroptera) - kézirat.
- Fink, Th. J., Andrikovics, S. (1992): Wing receptors and the unique mating flight of *Palingenia longicauda* males. - VIIth Int. Conf. on Ephemeroptera Orono, Maine, USA. - (leadott) előadáskivonat.
- Fink, Th. J., Andrikovics, S. (1997). The presumed role of wing sensory structures in the unique mating behavior of the endangered European mayflies *Palingenia longicauda* (Olivier) and *Palingenia fuliginosa* (Georgi)(Insecta, Ephemeroptera). 326-331. - In: Landolt, P. and Sartori, M. (eds). Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics 569 pp. MTL, Fribourg.
- Galdean, N. (1999): Some considerations about the rheophilic elements of the benthic fauna (ord. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) of the Upper Tisa Region. - In: Hamar, J. and Sárkány-Kiss, A.(eds).: The Upper Tisa Valley. Tiscia monograph series pp.413-419.
- Gorové, L. (1819): Egy különös tűneménynek, az úgy nevezett Tisza - virágzásának leírása. - Tudományos Gyűjtemény. 8: 3-22.
- Györe K. (1995): Magyarország természetesvízi halai. - Vízi Természet-és Környezetvédelem 1.
- Győri, Zs. - Végvári P. (1981): Physical and chemical conditions in the sediment of the Tisza and its tributaries. - Tiscia (Szeged) XVI, pp. 13-43.

- Hagen, H. (1859): Über das Vorkommen von *Palingenia longicauda* und *Acanthaclisis occitanica* in Preussen. - Stettiner Entomologische Zeitung 20: 431-432.
- Hamar, J. (2000): Tiszavirágzás 2000. 1-4. - Tisza Klub kiadvány
- Hynes, B. N. B. (1970): The biology of running water. Oxford. 550 pp.
- Illies, J., (1968): Ephemeroptera (Eintagsfliegen). - In handbuch der Zoologie 4(2) 1(5): 1-63.
- Jacob, U. (1977): *Palingenia anatolica* n. sp. (Ephemeroptera, Palingeniidae) aus der Türkei. - Entomologische nachrichten, 12: 177-182.
- Juhász P. et al. (1999): Vízi gerinctelen makroszkópikus élőlényegyüttesek vizsgálata a Felső-Tiszán. - Hidrol Közl., 5-6: 346-347.
- Klapálek, F., (1909): Ephemerida, Eintagsfliegen. - Süßwasserfauna Deutschlands. 8. Jena. 32 pp.
- Klausnitzer B., Jacob, U., Joost, W., (1982): Ausgestorbene und bedrohte rheobionte Wasserinsekten der DDR unter besonderer Berücksichtigung potamaler Arten. - Entomologische Nachrichten und Berichte, 26, 1982/4: 151-156.
- Kluge, N. Ju. (1994): Pterothorax structure of mayflies (Ephemeroptera) and its use in classifications. - Bull. Soc. Entomol. France 99(1): 44-61.
- Kluge, N. Ju. (1997): General classification and phylogeny of the mayfly family Baetidae (Ephemeroptera) with description of the new species from Upper Cretaceous resins of Taimyr. - In Landolt, P. and Sartori, M. (eds). Ephemeroptera and Plecoptera Biology-Ecology-Systematics. pp. 527-535. MTL, Fribourg
- Koss, R. W., (1970): The significance of the egg stage to taxonomic and phylogenetic studies of the Ephemeroptera. - Proc. 1st Int. Conf. Ephem. 1: 73-78.
- Kriska, Gy., Horváth, G., and Andrikovics, S. (1998): Why do mayflies lay eggs en masse on dry asphalt roads? Water imitating polarized light reflected from asphalt attracts Ephemeroptera. - J. Exp. Biol. 201, 2273-2286.
- Ladócsi, K. (1930): A Tiszavirág (*Palingenia longicauda*, Oliv.) 1929. évi nászrepülése Szegeden. - Halászat 31: 5-6, 18-19; 7-8, 28-30; 9-10, 39-40.
- Landa, V., (1969a): Comparative anatomy of mayfly larvae (Ephemeroptera). - Acta ent bohemoslov. 66: 289-316.
- Landa, V. (1969b): Jepice - Ephemeroptera. Fauna CSSR Praha, 18, 352 pp.
- Landa, V. and Soldán, T. (1985a): Distributional patterns, chorology and origin of the Czechoslovak fauna of mayflies (Ephemeroptera). - Acta ent. bohemoslov., 82: 241-268.
- Landa, V. and Soldán, T. (1985b): Phylogeny and higher classification of the order Ephemeroptera: a discussion from the comparative anatomical point of view. - Česlovenská Akademie Ved, Studie CSAV 4: 1-121.
- Landa, V., Zahrádková, S., Soldán, T. & Helesic, J. (1997): The Morava and Elbe river basins, Czech Republic: A comparison of long-term changes in Mayfly (Ephemeroptera) biodiversity. - In: Landolt, P. & Sartori, M. (Eds). Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. pp. 219-226. MTL, Fribourg.
- Landolt, P., Sartori, M. & Studemann, D. (1997): *Palingenia longicauda* (Ephemeroptera, Palingeniidae): from mating to the larval stage. - In: Landolt, P. & Sartori, M. (Eds). Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. pp. 15-20. MTL, Fribourg.
- Landolt, P., Sartori, M., Elpers, C. & Tomka, I. (1995): Biological studies of *Palingenia longicauda* (OLIVIER) (Ephemeroptera: Palingeniidae) in one of its last European refuges - Feeding habits, ethological observations and egg structure. 271-281. - In: Corkum, L.D. & Ciborowski, J.J.H. (Eds). Current directions in research on Ephemeroptera. Canadian Scholar's Press Inc., Toronto
- Latreille, (1805): Hist. nat. Crust. Ins., 13:96.
- Lászlóffy W. (1982): A Tisza. - Akadémiai Kiadó, Budapest

- Lehkuhl, D. M., (1980): Temporal and spatial changes in the Canadian insect fauna: patterns and explanation. The praires. - Can. Ent., 112: 1145-1159.
- McCafferty, W. P. and Edmunds, G. I., (1979): The higher classification of the Ephemeroptera and Its evolutionary basis. - Am. Ent. Soc. Amer., 72: 5-12.
- Mocsáry, S. (1875): Harcsaféreg Győr mellett. - Természettudományi Közlöny. 7. 409.
- Needham, J. G., (1901): Ephemeridae. Aquatic insects in the Adirondack. - New York State Mus. Bull., 47: 418-429.
- Nógrádi, S. and Uherkovich Á. (1999): Caddisflies (Trichoptera) of the Hungarian section of River Tisa. - In: Hamar, J. and Sárkány-Kiss, A. (eds): The Upper Tisa Valley. Tiscia monograph series pp. 427-439.
- Oertel N. és Nosek J. (2000): Bioindikáció vízi gerinctelenekkel a Dunában. 1. Bevezetés - elvi és módszertani kérdések. - Hidrol. Közl. 80, 5: 336-338.
- Olivier (1871): Encykl. Méthod., Ins., 6: 418.
- Panzer, J. D. (1804): Schaefferi Icon. Ins. Ratisb. Enum. Syst: 177.
- Pongrácz, S. (1926): Adatok a Balaton kérész-faunájához. - Állatt. Közl. 23. 213-214.
- Ponyi J.(2000): Fauna-vizsgálatok a Tisza partszegélyén 1959-ben. - Hidrológiai Tájékoztató: 50-57.
- Riek, E. F. (1973): The classification of the Ephemeroptera. Ist. Conf. Ephem. - Tallahassee, 1970.p. 160-178.
- Ross, H. H. et al., (1967): Postglacial colonisation of Canada by its subborela, winter stonefiles of the genus Allocapnia. - Can. Ent., 99: 703-712.
- Roux, A. L. et al. (1982): Cartographie polythématique applique a la gestion écoloqui des eaux. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris
- Russev, B. K., (1959): "Vol de compensation pour la ponte" de Palingenia longicauda (Oliv.) (Ephem.) contre le courant du Danube. - C. R. Acad. Bulg. Sci. 12: 165-168.
- Russev, B. K., (1973): Kompensationsflug bei der Ordnung Ephemeroptera. - Proc. of the Ist. Int. Conf. on Ephem., 132-142. - Leiden
- Russev, B. K., (1987): Ecology, life history and distribution of Palingenia longicauda (Olivier) (Ephemeroptera.). - Tijdschrift voor Entomologie 130: 109-127.
- Sartori, M., Landolt, P., Lubini, V. & Ruffieux, L. (1995): Biological studies of Palingenia longicauda (OLIVIER) (Ephemeroptera: Palingeniidae) in one of its last European refuges - Abiotic characteristics and description of the habitat. 263-272. - In: Corkum, L.D. & Ciborowski, J.J.H. (Eds). Current directions in research on Ephemeroptera. Canadian Scholar's Press Inc., Toronto.
- Schoenemund, E. (1930): Pseudoneuropteren der Hohen Tatra. Wien. Ent. Ztg. 47: 155-157.
- Schwoerbel, J. (1969): Ökologie der Süßwassertiere, Fliessgewasser. - Fortschr. Zool. 20: 45-78.
- Sinitchenkova, N. D., (1984): The Mesozoic mayflies (Ephemeroptera) with special reference to their ecology. -Proc. 4th Int. Cont. Bechyne, 1983. pp. 61-66.
- Soldán, T.(1978): Revision of the genus Palingenia in Europe (Ephemeroptera, Palingeniidae). - Acta ent. bohemoslov. 75: 272-284.
- Soldán, T. (1997): Mayflies (Ephemeroptera): one of the earliest insect groups known to man. - In: Landolt, P. and Sartori, M. (eds): Ephemeroptera and Plecoptera Biology-Ecology-Systematics. pp. 511-513. MTL, Fribourg
- Soldán, T., Landa, V. (1986): Life cycle of Palingenia fuliginosa (Ephemeroptera, Palingeniidae) in Czechoslovakia, pp.143-146, 1 fig., - In: Velthius, H. H. W. (ed), Proc. 3rd European Congr. Entomol., pt. 1. Amsterdam.
- Stepan, J.V. (1923): On the distribution of some species of mayflies in the Sumava mountains. - Priroda, Praha 16: 273-274. (in Czech).

- Strenger, A. (1970): Zur Kopfmorphologie der Ephemeridenlarve *Palingenia longicauda*. - *Zoologica* 117: 1-26.
- Swammerdam, J. (1675): *Ephemerī vita, of elbeeldingh van' s menschen leven, vertoont in de wonderbaarelycke historie van het vliegent ende een - daghlevent Haft ot Oever-aas etc.* - Amsterdam.
- Szabó T. (1993): Makrozoobentosz vizsgálatok a Tiszán. - *Vízügyi Közlemények* 75. 2: 163-171.
- Szilárdy Z. (1904): Tiszavirág Debreczenben. - *Rovartani Lapok* XI. 9: 195-196.
- Szilágyi M. (1995): A Tiszai halászat Az eszközök és fogási módok történeti változásai.- *Néprajzi Tanulmányok Akadémiai Kiadó, Budapest*
- Szitó A. (1977): (Chironomidae)- Adatok a Tisza környezetvédelmi ismeretéhez, különös tekintettel a kiskörei vízlépcső térségére. - Kisköre, kézirat: 56-60.
- Szitó A. (1981): Environmental factors influencing the abundance of Chironomid larvae. - *Tiscia (Szeged)* 16, pp. 191-203.
- Tomka, I. and Elpers, C. (1991): Problems in the phylogeny of the Ephemeroptera. Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera. - *Proc. Vith Int. Ephem. Cont, and Xth Int. Symp. on Plecoptera, 1989: 115-134.*
- Tóth B. M. & Bába, K.(1981): The Mollusca fauna of the Tisza and its tributaries. - *Tiscia (Szeged)*, XVI, pp. 169-181.
- Tshernova, O. A. (1949): Contribution to the knowledge of the genus *Palingenia* BURM. (Ephemeroptera, Palingeniidae). - *Entomol. Obozr.* 30(3-4): 303-307 (in Russian).
- Tshernova, O. A. (1970): O sisteme otryada iskopaemykh sovremennykh podenok (Ephemeroptera). - *Ent. obozr.* 49: 124-145.
- Újhelyi, S. (1957): *Kérészek Ephemeroptera. Magyarország állatvilága.* - Akadémiai Kiadó, Budapest. 5-6.
- Ulmer, G. (1920): Übersicht über die Gattungen der Ephemeropteren, nebst Bemerkungen über eizelne Arten, Stett. - *Ent. Zeit.*, 81: 97-144.
- Unger E. (1923): A Tiszavirág biológiájáról. - *Halászat* XXIV. 5-6, 16-17.
- Unger E. (1927): Magyar tavak és folyók természetes haltápláléka. - *Kísérletügyi Közl.* 30: 559-569.
- Vanotte, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. and Cushing, C. E.(1980): The River Continuum Concept. -*Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.
- Vutskits, Gy. (1902): Tiszavirág a Zala torkolatán. -*Állatt. Közl.* 1: 115-116.
- Zabos G. (1983): Horgászoknak a Tiszáról. -*Mezőgazd. Kiadó*
- Zavrel, J. (1905): *Palingenia longicauda* from Moravia. -*Cas. cs. spol. ent.* 2: 97-98 (in Czech).
- Zsuga K. (1997): Különböző növényállományok közötti vizek vizsgálata a Kiskörei tározóban. - *Hidrol Közl.* 77,1-2: 59-60.
- Zsuga K. et al. (2000): A Közép-Tisza vidék vízminőségi állapota környezetvédelmi szempontból. - *Hidrol. Közl.* 396-397.
- Ward, J. V. and Stanford, J. A. (1995): The Seriel Discontinuity Concept: Extending the model to floodplain rivers. - *Regulated rivers and management*, 11: 105-119.
- Waters, T. F. (1972): The drift of stream insects. - *Ann. Rev. Ent.*, 17: 253-272.
- Willmann, R. (1997): Phylogeny and the consequences of phylogenetic systematics. - In: Landolt, P. and Sartori, M.(eds). *Ephemeroptera and Plecoptera. Biology-Ecology-Systematics* 499-510. MTL Fribourg

The Tisza Mayfly

(Ecology of an endangered species)

Introduction

Aquatic animals between 1-5 cm belong to macrofaunal invertebrates. These aquatic animals living in or on the bottom of water are collectively called benthos. These invertebrates taxonomically are members of Mollusca, Annelida, Crustacea and Insecta. The role of benthos in the life of running waters is very important. The animals use the materials of the bottom by bioturbation. They are important members of the food web. The aquatic insects carry out a lot of materials from the water during their mass-emergence. As they are bioindicators they show the water quality.

The Hungarian stretch of the Tisza is divided into three characteristic sections: the Upper Tisza between Tiszabecs and Dombrád, the Middle Tisza between Dombrád and Kisköre, and lastly the Lower Tisza extending from Kisköre to the Hungarian border. If we consider the hydrogeographical data, the catchment area of the Tisza along its 964 km length, constituting 157,180 sq. km, is also divided into three sections: the mountainous Upper-Tisza, the Middle-Tisza between the two main tributaries, the River Szamos and the River Maros and finally the Lower-Tisza extending from its confluence with the Maros to its confluence with the River Danube.

This part of our project gives a detailed account of zoobenthos, mainly the protected, endangered mayfly *Palingenia longicauda* (Tisza Mayfly) of the whole river system. Together with the members of the project we collected the meso- and macrobenthos elements of the reservoir "Tisza-Lake". After the terrible cyanide and heavy metal pollution from Rumania we try to establish the effects on the benthos of the reservoir and the benthic invertebrates of the upper and the lower sections of the Tisza river system.

Material and methods

Hydroecological parameters (e.g. pH, conductivity, dissolved O₂, redox potential) were measured by WTW equipment. We constructed colour-Secchi disc to measure the light penetration into the water. The bottom type, river km and another meteorological parameters were also registered. The macroinvertebrate animals were collected in the reservoir by Ekman-Birge collecting equipment. *Palingenia* mass-swarming was

examined visually (see coloured map). The colonies of *Palingenia* larvae were studied by a bagger collecting device. The benthic animals from the surface of the sediment were collected by an aquatic net. In the lab we made cyanide solution with 30 mg/l cyanide content and we diluted it to 18 mg/l, 4.2 mg/l and finally 1.5 mg/l cyanide content. The exposition time was 24 hrs.

Results and discussion

First we collected the data about the benthos of the reservoir and the Hungarian stretch of the Tisza before the cyanide pollution. The reservoir, constructed in 1976, changed the water current, colour of the water and other ecological characters. According to the old and the new zoological data, the benthos of the Upper Tisza and the other part of the river showed very rich and mainly insect dominated characteristics. In the historical time the fish fauna of the river was also extraordinarily rich. This very rich and unique animal life was expressed by the *Palingenia* mayfly named with the Hungarian word “tiszavirág” as the symbolic entity of the lowland section of the Tisza. This insect was very common throughout Europe to Russia until the 19th century. At the end of the 19th century, because of the heavy pollution and canalisation that took place along the large rivers in Europe, the *Palingenia* disappeared from the European rivers. It only remained in large, survivable populations in the Hungarian stretch of the Tisza. Until the end of the 90s the populations were very low in Hungary, too. Fortunately, during the last ten years, parallel to the collapse of the socialist industry which caused the high anthropogenic effect to the ecosystem of the Tisza, the *Palingenia* began to colonize again in the lower sections of the river. But, at the beginning of 2000 there was a large cyanide and heavy metal pollution inflow to the Hungarian Tisza from Rumania. It caused the death of fish on a large scale. The long term effects of this pollution were examined under this project with the financial guidance of the Hungarian Environmental Ministry.

Light penetration in the Tisza-Lake and its bottom conditions

The light conditions, pH, dissolved oxygen, redox and conductivity were measured in the main areas of the reservoir. The results of our measurements were shown in table 4b. The benthos of the reservoir was listed in table 2. The fauna living in the bottom of the relatively new shallow lake differed from the benthos of the Tisza. The rheophilous, real potamon species disappeared during the last decades. The benthic fauna of the reservoir was not affected by the cyanide pollution. We registered good water quality and a large population of invasive species in the lake.

*Mayflies of the Hungarian section of the River Tisza
and the types of Palingenia larvae colonies*

During our longitudinal section investigations the mayflies were one of the most characteristic animal groups. While in the reservoir the Chironomid larvae, snails, shells and Oligochaets were dominant in the Upper-, Middle- and Lower-Tisza, the “tiszavirág” sixth types of colonies were found (figures 22 and 23). Around the colonies the type of bacteria, algae and sediment fragments were different from the other habitats of the river (table 10). The zoobenthos of the upper and lower section of the Tisza was demonstrated and listed (tables 8 and 9).

During 2000, the large mass-swarming of Palingenia was examined. The new data showed the successful recolonisation of Palingenia in the Middle- and the Lower-Tisza.

Pilot toxicological examinations were conducted to determine the toxic effects of cyanide. Palingenia larvae were not affected by the cyanide contamination and the Palingenia larvae proved to be sensitive of the cyanide-polluted water to a medium extent (figures 24b).

Táblázatok

Ókor				Középkor			Újkor	Rovarrendek
Szilur	Devon	Karbon	Perm	Triász	Jura	Kréta		
Chilopoda-szerű ős								Ephemeroptera
								Protodonata
								Odonata
								Plecoptera
								Heteroptera
								Megaloptera
								Neuroptera
								Coleoptera
								Diptera
								Lepidoptera
								Trichoptera
								Hymenoptera

1. táblázat: A rovarrendek kialakulása a földtörténet során

Taxon:	Gyűjtőhely kód: Hónap:	TT-8				TA-4				OH-1			
		6.	7.	8.	9.	6.	7.	8.	9.	6.	7.	8.	9.
<u>Oligochaeta</u>													
Branchyura sowerbii		-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-
Oligochaeta egyéb		-	-	16	-	-	96	16	-	-	-	-	-
<u>Mollusca</u>													
Valvata piscinalis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bythinia tentaculata		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lythoglyphus naticoides		-	-	-	-	48	-	32	48	-	-	-	-
Dreissena polymorpha		96	-	48	16	48	-	-	-	-	-	-	-
Unio pictorum		-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Sphaerium sp.		-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Crustacea</u>													
Dicerogammarus villosus		-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Insecta</u>													
Chironomidae lárvá		-	-	-	-	16	-	-	-	64	-	-	-
Oecetis ochracea		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taxon:	Gyűjtőhely kód: Hónap:	TS-2				TP-1				TT-1			
		6.	7.	8.	9.	6.	7.	8.	9.	6.	7.	8.	9.
<u>Oligochaeta</u>													
Branchyura sowerbii		-	-	-	-	-	-	16	64	-	-	-	-
Oligochaeta egyéb		-	64	-	16	48	-	32	16	-	-	-	-
<u>Mollusca</u>													
Valvata piscinalis		-	96	32	64	-	-	-	-	-	-	-	-
Bythinia tentaculata		-	-	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-
Lythoglyphus naticoides		-	-	-	-	48	16	16	48	-	64	-	64
Dreissena polymorpha		-	80	-	-	-	16	32	-	-	-	-	-
Unio pictorum		-	-	48	-	-	-	-	32	-	-	-	-
Sphaerium sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Crustacea</u>													
Dicerogammarus villosus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Insecta</u>													
Chironomidae lárvá		-	96	16	80	96	-	32	-	80	-	-	-
Oecetis ochracea		-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2. táblázat: A Tisza-tó gerinctelen makrofaunája

(+ = előfordult, (TT/8: Tisza Tiszaburánál, TA/4: Abádszalóki öböl, OH/1: Óhalászi Holt-Tisza, TS/2: Sarudi-medence, TP/1: Poroszlói-medence, TT/1: Tisza Tiszabábolnánál)

Mérési pont	Levegő hőmérséklet °C	Víz hőmérséklet °C	Vezető- képesség, μS/cm	pH	Redox- potenciál, mV	Secchi átlátszóság, cm
Tiszabecs, 745. fkm	18,6	15,5	345	8,23	257	fenékgig átlátszó
695. fkm	15,3	15,2	340	8,11	247	-
Vásárosnamény, 686. fkm	17,2	15,3	341	8,06	231	-
Szamos, torkolat előtt 400 m-rel	17,2	16,4	568	8,2	260	-
Tuzsér, 617. fkm	12,9	15,3	513	8,12	262	-
619. fkm, löszfal	14,4	15,7	489	7,98	255	-
619. fkm, homokpad	-	16,9	501	8,01	236	-
569. fkm	13,1	15,6	480	8,22	215	62

3. táblázat: Hidroökológiai adatok a Felső-Tiszáról

Mérési pont	Levegő °C	Víz °C	Vezető- képesség μS/cm	pH	Redox- potenciál mV	Oldott oxigén mg/l	Secchi átlátszóság cm
561. fkm	12,8	15,4	450	8,19	238	-	-
Lónyai-csatorna, torkolat előtt 20 m-rel	11,9	13,8	750	8,18	206	-	-
Rakamaz, 547. fkm	14,5	15,4	492	8,14	234	-	-
Bodrog, torkolat előtt 1 km-rel	13,3	15,0	319	7,93	241	-	60
Tokaj, 541. fkm	-	-	-	-	-	-	71
Tiszatardos, 535. fkm	11,2	15,1	414	7,96	230	-	80
Tiszalök, 527. fkm	17,7	15,5	424	7,88	238	-	78
Tiszaderzs, 411. fkm	22,2	17,4	446	-	-	7,23	115
Kisköre, 404. fkm	18,9	17,4	465	7,94	-	7,15	-
		(reggel 16,5)	(reggel 445)			(reggel 7,56)	
Tiszabura, 393. fkm	13,9	16,6	446	-	-	8,33	-
Zagyva, torkolat előtt 100 m-rel	16,7	15,6	1083	8,53	185	15,3	30
Szolnok, 337. fkm	18,5	17,1	491	7,55	-	7,6	-
	(reggel 13,8)	(reggel 16,5)	(reggel 457)			(reggel 7,7)	
Tiszaug, 254. fkm	23,6	16,8	496	7,9	-	7,48	67
Csongrád, 245. fkm	16	16,4	500	7,98	219	7,3	-
Kőrös, torkolat előtt 1 km-rel	13,2	16	447	7,97	226	8,05	115
Mindszent, 215. fkm	23,4	16,8	492	7,84	228	7,35	-
160. fkm	20,7	16,9	492	8,15	214	7,55	142
Maros, torkolat előtt 1 km-rel	25	16,9	532	8,86	288	11,42	-
Maros, torkolat előtt 8 km-rel	-	17,6	536	9,3	-	14,3	38
Szeged, 156. fkm	23,7	16,6	495	8,05	165	8,7	-

4. táblázat: a) Hidroökológiai adatok a Középső- és Alsó-Tisza-szakaszról

Mintavételi hely kódja:	Secchi átlátszóság (cm)				Redox- potenciál mV
	VI. hó	VII. hó	VIII. hó	IX. hó	IX.hó
TT/1	73	71	60	-	178
OH/4	87	82	95	120	179
TP/1	58	32	60	70	104
TS/2	29	35	26	30	107
TA/4	59	50	58	60	102
TT/8	50	52	54	75	120

4. táblázat: b) Secchi átlátszóságok és redox potenciál a Tisza-tó térségében
(TT/1: Tisza Tiszabábolnánál, OH/4: Óhalászi Holt-Tisza, TP/1: Poroszlói-medence,
TS/2: Sarudi-medence és TA/4: Abádszalóki öböl)

Átlátszóság cm	Kérésztelep, VIII. 23. 354 fkm	Kérésztelep, VIII. 29. 354 fkm	Öböl, VIII. 29. 354,5 fkm
fehér	57	72	75
sárga	55	71	75
narancs	52	69	70
kék	55	68	69
zöld	52	62	62
vörös	50	58	65
ibolya	45	50	52

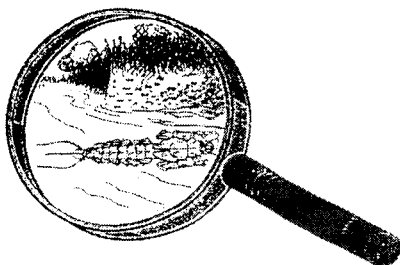
5. táblázat: Színes Secchi értékek Dobapusztánál, Közép-Tisza

Napszak	Levegő °C	Víz				Üledék			
		°C	μS/cm	O ₂ mg/l	O ₂ %	°C	μS/cm	O ₂ mg/l	O ₂ %
9 óra	26,5	25,8	420	8,53	103	25,3	433	1,6	19
12 óra	37,5	26,1	420	8,9	110	25,8	408	1,9	21
15 óra	31,5	26	420	11,1	136	26	387	2,6	31

6. táblázat: Napszakos hidroökológiai változások a part menti vízben és az üledékben, a homokos tiszai strand jellegű élőhelyen (Közép-Tisza, Doba)

Élőhely	vízhőfok °C	redox potenciál mV	vezető- képesség μS/cm	pH	oldott O ₂ mg/l	O ₂ telített- ség %
1. nyílt víz	23,5	140	420	7,71	7,45	88,5
1. aljzat (kissé iszapos)	23,3	66	523	6,61	0,95	10,5
2. nyílt víz	23,7	133	421	7,67	8,25	98
2. aljzat (lapos, homokos)	23,4	-7	385	7,38	0,65	8
3. nyílt víz	23,6	130	421	7,66	8,95	105
3. aljzat (agyagos)	23,3	36	408	7,55	0,65	7
4. nyílt víz	24,7	126	421	7,69	8,35	103
4. aljzat (igen iszapos)	23,7	-6	404	7,16	0,75	8
5. nyílt víz	23,6	120	421	7,67	9,05	107
5. aljzat (meredek agyagos)	23,3	44	371	7,62	0,75	8

7. táblázat: Kisléptékű térbeli heterogenitás a vízben (Közép-Tisza, Doba)



<i>Gyűjtési hely:</i>	<i>Tiszabecs 745 fkm</i>	<i>Milota 730 fkm</i>	<i>Vásáros- namény 686 fkm</i>	<i>Tuzsér 617 fkm</i>	<i>592 fkm</i>
Taxon:					
Annelida					
Oligochaeta			+	+	+
Crustacea					
Dicerogammarus villosus				+	+
Ephemeroptera					
Ametropus fragilis				+	
Palingenia longicauda			+		+
Brachicercus harrisella	+	+			
Heptagenia sulphurea	+				
H. flava			+	+	
H. longicauda	+				
Leptophlebiidae	+				
Plecoptera					
Leuctra fusca	+				
Odonata					
Platycnemis pennipes					+
Gomphus vulgatissimus	+				
G. flavipes				+	+
Trichoptera					
Hydropsyche sp.	+				
Diptera					
Chironomidae				+	
Atherix sp.	+				
Tabanidae	+				

8. táblázat: Makrofauna gyűjtések eredményei a Felső-Tiszán

<i>Gyűjtési hely:</i>	<i>Rakamaz 547 fkm</i>	<i>Bodrog</i>	<i>Tisza- tardos 535 fkm</i>	<i>263 fkm befolyó patak</i>	<i>Kőrös</i>	<i>Maros</i>
Taxon:						
Annelida						
Oligochaeta						+
Ephemeroptera						
Ametropus fragilis						+
Caenis robusta	+		+			+
Heptagenia flava	+					+
Plecoptera						
Leuctra fusca		+				
Odonata						
Gomphus vulgatissimus	+					
G. flavipes	+					+
Coleoptera						
Hydrophilidae					+	+
Trichoptera						
Hydropsyche sp.		+				+
Hydroptilidae		+				
Diptera						
Simulium sp.				+		
Atherix sp.						+

9. táblázat: Makrofauna gyűjtések eredményei a Közép- és Alsó-Tiszán

Ökológiai komponens	Tiszavirág telepek	Felső-Tisza átlag	Közép- és Alsó-Tisza átlag	Tisza-tó átlag
Üledék-frakció méret	<20 μ	>, és változó	>, és változó	változó
Átlagos átlátszóság	30-40 cm	60 cm	50 cm	50-60 cm
Higiénés összbaktérium szám	1500	1000	5000	5-10 ezer
Alga egyedszám (e/l)	1 000 ezer	1-3000 ezer	2-5000 ezer	2-3000 ezer
Alga fajsám	9	145	180	170
Szaprób jelleg	β - mezoszaprób	α - β - mezoszaprób	β - mezoszaprób	$\beta(\alpha)$ - mezoszaprób
Zooplankton fajsám	1-5	10	20-30	40
Zooplankton egyedszám (e/m ³)	100	10-20 ezer	100 ezer	2-300 ezer
Domináns bentosz tagok	Palingenia	Eph.>Moll.>Ch	Moll.>Ch.>Oli	Ch.<=Olig.

10. táblázat: A nagy tiszavirágtelepek víztereinek és az egyes Tisza-szakaszok átlagos vízminőségi komponenseinek összehasonlítása



Fogalomtár

Aphelochirus aestivalis

A fenékjáró poloska latin tudományos neve

aprító szervezetek

A vízben élő állatok egyik funkcionális táplálkozási csoportja

adaptív radiáció

Az evolúció során létrejött élőlények földtörténeti léptékű szétterjedése

algológia

Az eukarióta lebegő vagy az aljzaton élő fotoszintetizáló növényekkel foglalkozó biológiai tudományág

állatföldrajz

Az állatok elterjedésének törvényszerűségével foglalkozó biológiai tudományág

bakterológia

A prokarióta (sejtmaghártya nélküli) mikroszkopikus élőlényeket tanulmányozó biológiai tudomány

báger

(Német eredetű szó), a tiszaviráglárvák gyűjtésére alkalmazott eszköz

bentosz

A vízfénék élővilága

bioturbáció

Az aljzat átszellőztetése az élőlények által

borotváló szervezetek

A kövek felületéről az algákat eltávolító állatok funkcionális táplálkozásbiológiai csoportja

detektálni

Érzékelni

disztróf vizek

A stabilizált szerves anyagot tartalmazó, gyakran fekete színű vízi élőhelyek

diszkontinuus

Nem folytonos

durva szemcsés szerves anyag

A tíz mikrométernél nagyobb méretű szerves anyag

emerz növényzet

Száras, víz fölé emelkedő növényzet, pl. nád, gyékény stb.

Ephemeroptera

A kérészek rendjének latin tudományos neve

etológia

Állatok viselkedését tanulmányozó biológiai tudományág

eupotamon folyóág

A folyó főmedre és az állandó átfolyással rendelkező oldalágak területe

eutrofizáció

A vizek tápanyaggazdagodása, amely sokszor kellemetlen következményekkel jár

facilitált

Megkönnyített

finomszemcsés szerves anyag

A tíz mikrométernél kisebb méretű szerves anyag

folyóvízi folytonossági elv

A folyóvizek szakaszosságával szemben kifejlesztett elv, ami a folyóvizek forrástól a beömlésig tartó megszakítatlanságát hangsúlyozza és a folyók rendűségén alapul. A nagy vízbőségű, hosszabb, tározókkal nem megszakított természetes vizekre érvényes.

szakasz jelleg

Áramló vizek ún. szinttájai. Az uralkodó halfajok alapján például pisztráng, pér, paduc, márna és keszeg szinttáj követi egymást. A forrás szinttáj neve: krenon. Ismert még a hegyvidéki patakok ritron zónája és ahol a több patak folyóvá duzzad, azaz a potamon zóna.

fitoplankton

A plankton növényi tagjainak összessége

fotikus zóna

Ahol a fotoszintézis, a szerves anyag termelése folyik

fosszília

Kövület (paleozoológiai kifejezés)

gerinctelen makrofauna

Több rendszertani csoportból kikerülő 1 mm–5cm nagyságú állatok összessége

gyűjtőgető

Állatok összeszedő típusú funkcionális táplálkozási csoportja

hemimetabólia

Posztembrionális fejlődés ősi típusa, tökéletlen átalakulás

hidrobiológia

A vízi élőlényekről és a vízi ökoszisztémáról szóló ismeretek rendszere

holometabólia

A posztembrionális fejlődés fejlettebb típusa

kladisztika

(A görög kladosz = elágazódás szóból), A fajok keletkezésének az a módja mikor az evolúció során az új faj a korábban létezők szétválásával jön létre. A kladisztikus osztályozási módszer erre az evolúciós útra a kladogenezisre is épít, de a másik evolúciós utat az anagenezist is figyelembe veszi. Újabban elterjedt osztályozási módszer.

kontinuitás

Folytonosság, lásd: Folyóvízi folytonossági elv. Gyakran használt angol rövidítéssel RCC-elmélet.

közösségi légzés

A lebontó szervezetek összességének légzése (R)

közösségi termelés

A felépítő szervezetek összességének termelése (P)

laurázsia

Az ősi szuperkontinens, a Pangea, 200 millió évvel ezelőtt a Gondwanara és a Lauráziára szakadt szét

Malphigi edény

A rovarok Malphigi olasz biológusról elnevezett kiválasztó szerve

meanderező folyó

Folyókanyarulat, kanyargós folyó, amely a feltűnően kanyargós kisázsiai Maiandros (latinul: Meander) folyótól kapta. A középszakasz jellegű folyók jellemzője, hogy medre köríves íveléssel kanyarog.

monitoring

Tartós megfigyelés, ellenőrzés

monotipikus

Amennyiben egy taxon nem osztható fel több, nálánál egyel alacsonyabb szintű kategóriára

Nearktisz

Észak-amerikai faunartartomány; a mérsékelt égövi É-Amerikát foglalja magába, az északi fahatártól dél felé Mexikó déli részéig

numerikus taxonómia

A rendszerezésben különféle matematikai eljárásokat használ és a hasonlósági mátrixokból a két leginkább hasonló csoportot folyamatosan egyesíti, amíg minden csoport egy végső operatív egységbe nem kerül összevonásra. Modern rendszertani irányzat.

oligotrofikus

Szűkentermő, kis trofitású, szerves tápanyagokban szegény, kevés szerves anyagot termelő víz.

öregcsalád

Subsectio, az állatrendszertanban használatos IV. rendű kategória

Palearktisiz

Afro-eurázsiai faunartartomány; magában foglalja É-Afrikát, pontosabban a Szaharát és az attól É-ra eső területeket, Európát és Ázsia mérsékelt égövi tájait

paleopotamon

Hosszabb ideje leszakadt, izolált állóvízi élőhely

Paleoptera rendcsoport

Ősi szárnykialakulású rovarrendek, melyek szárnyaikat nem hajtogatják össze a testük felett (kérészek, szitakötők)

pannota

A kérészek fejlettebb alrendje

parapotamon folyóág

A folyók oldalágai, melyek állandó kapcsolatban állnak a főággal.

percepció

A valóság felfogása az érzékszervek által

plankton

A víz aljzat nélküli tömegében lebegve élő, határozott saját mozgás nélküli lények összessége

plesiopotamon folyóág

a lefűződött oldalágak szakasza

pontusi elem

Állat- és növényföldrajzi kifejezés; a Fekete-tenger környékéről terjedő élőlények

potamofil és potamobiont élőlények

Folyóvizet kedvelő és kizárólag csak folyóvizekben élő fajok

Protephemeroptera

Ősi kérész csoport latin, tudományos neve

Plecoptera

Álkérészek latin neve

redoxpotenciál

A természetes víz mint redox rendszer oxidálható és redukálható anyagokat egyaránt tartalmaz. A vízminőség kialakításában és az életjelenségek folyamataiban is fontos szerepet játszik az elektrokémiában ismert oxidáló és redukáló képesség, amelynek számszerű kifejezésére szolgál a redox potenciál. A természetes vizek redox potenciálja oxigén jelenlétében +200mV és +600mV között változik. A + 200mV felett oxidatív, alatta redukatív a környezet. A fenti szám adatok pH 7 körül érvényesek.

rendűség

Két forráskifolyó egyesülésével jön létre a másodrendű, két másodrendű folyóvízből pedig a harmadrendű folyóvíz keletkezik s így folytatódik akár a 7–12 rendű nagy folyókig, folyamokig.

Schistonota

A fejlettebb kérészeket összefogó alrend tudományos neve

szubmerz növényzet

A vízfelszín alatt lévő hínárvegetáció

szukcesszió

Az élőlények (növénysszövetkezetek) időbeli egymásutánja ugyanazon a helyen. A vízi sukceszió stádiumai például: plankton – hínaras – nádas – magassásos – rét – erdő.

taxon

Közelebbi megjelölés nélküli rendszertani kategória

terresztrikus

Szárazföldi

trachea

A rovarok légzőszerve

tribusz (nemzetség)

III. rendű állatrendszertani kategória

Trichoptera

A tegzesek tudományos neve

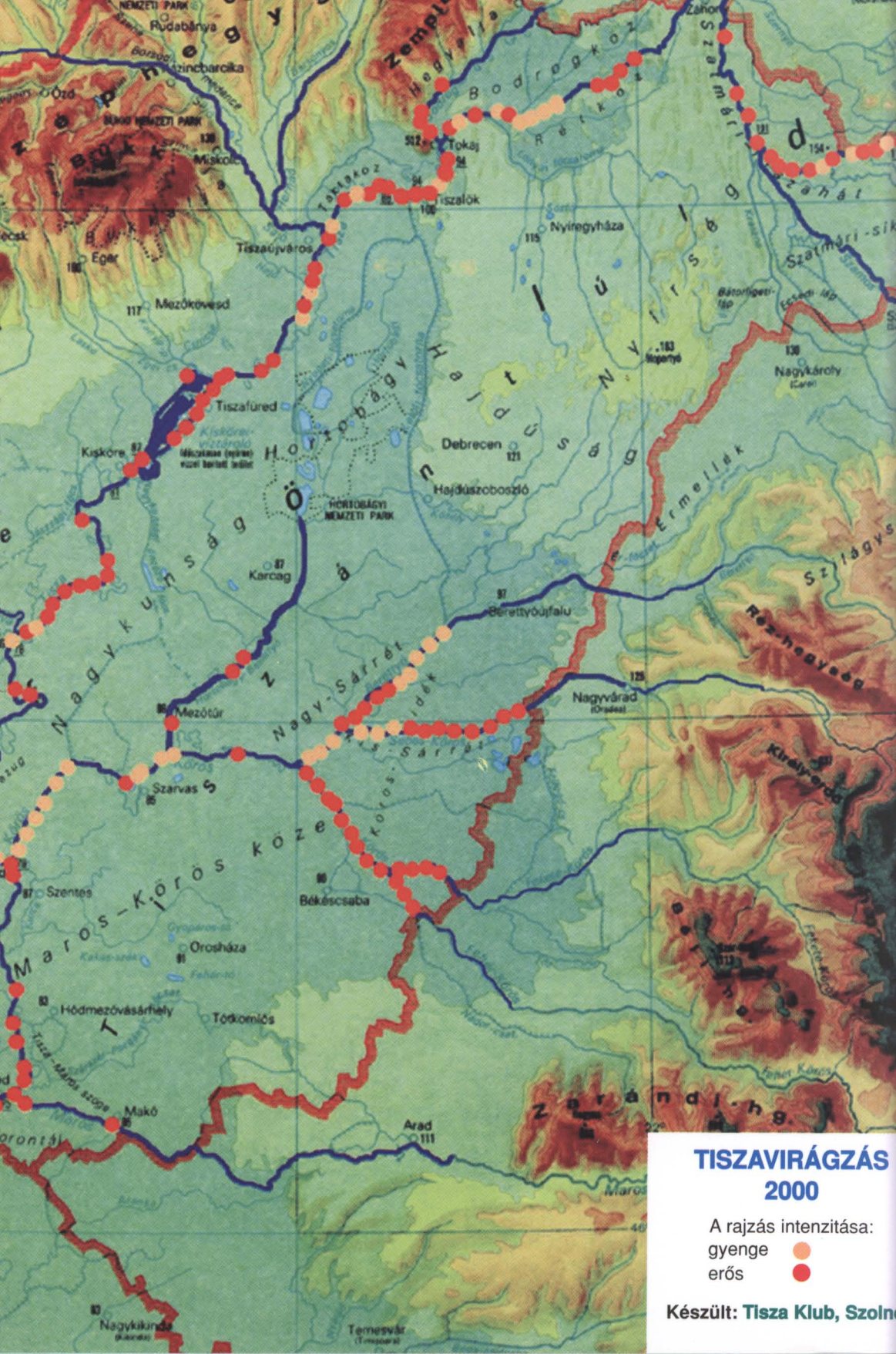
zooplankton

A plankton állati tagjai



Fotó: Zsila Sándor fotóművész





TISZAVIRÁGZÁS 2000

A rajzás intenzitása:
gyenge ○
erős ●

Készült: Tisza Klub, Szolnok